

СБОРНИК СТАТЕЙ



ЧТЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. БОЛТИНСКОГО

- **Семинар**
- **Москва**
- **2025**





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

В.Н. Болтинский

Кафедра тракторов и автомобилей Московского института механизации и электрификации сельского хозяйства (ныне РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева), была основана на базе машиноиспытательной станции, созданной в 1914 г. при факультете сельскохозяйственной механики Тимирязевской сельскохозяйственной академии.

Основными научными задачами стали разработка и совершенствование конструкций тракторов и автомобилей, предназначенных для работы в условиях специфики агротехнических процессов, изучение двигателей внутреннего сгорания, трансмиссий, ходовой части и других ключевых узлов машин, адаптация зарубежного опыта к российским условиям. Кроме того, кафедра активно участвовала в разработке методологии испытаний сельскохозяйственной техники, что способствовало повышению их качества и надежности, необходимых для успешного функционирования в полевых условиях. Эти исследования имели огромное значение для повышения производительности труда в сельском хозяйстве и снижения затрат на эксплуатацию техники.

Благодаря активному взаимодействию с промышленностью и аграрными предприятиями, кафедра готовит высококвалифицированных специалистов в области механизации сельского хозяйства, что стало основой последующих достижений в области разработки и внедрения новых технологий, включая автоматизацию и информационные системы.

Таким образом, история кафедры тракторов и автомобилей МИМЭСХ является ярким примером того, как научные исследования и образовательная деятельность могут способствовать прогрессу и развитию целых отраслей экономики.



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**

Сборник статей
Часть 2

Москва
ООО «Сам Полиграфист»
2025

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».

ISBN 978-5-9675-2067-9

Чтения академика В. Н. Болтинского:

сборник статей / Семинар (Москва, 22-23 января 2025 года); под ред. О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляева. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2025. – 404 с.

В сборнике представлены результаты актуальных научных исследований ученых, докторантов, преподавателей и аспирантов по результатам проведенного постоянно действующего семинара «**Чтения академика В. Н. Болтинского**», который состоялся 22-23 января 2025 года.

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.

© ООО «Сам Полиграфист», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

П. Н. Косов

Оценка социально-экономических последствий формирования МТК в регионе..... 9

В. Д. Попов, А. Ю. Брюханов

Агроинженерные методы обеспечения экологической безопасности и сохранения плодородия почв 16

А. А. Ленок, А. В. Гаевский, Р. Т. Хакимов

Повышение экологической и технической безопасности на газомоторном транспорте..... 23

Н. Н. Пуляев, А. С. Павлов

Обзор факторов, влияющие на расход топлива на транспортных средствах..... 33

И. Ю. Якименко, Р. Т. Хакимов

Основные проблемы в проведении испытаний образцов отработанных моторных масел..... 40

Т. И. Ашмарина

Современные векторы развития АПК на примере новых регионов РФ 45

Т. В. Бирюкова

Современные тренды развития на мировом рынке мяса..... 48

Р. Н. Егоров, Д. А. Недорезов

Мониторинг состояния дорожного покрытия с помощью получаемой информации от объектов движения 52

С. П. Казанцев, К. М. Логачёв

Инновационный способ восстановления и упрочнения распылителей форсунок дизельных двигателей 57

Е. А. Овсянникова, А. Г. Степанова

Преимущества развития цифрового АПК 66

А. В. Сарычев, Н. В. Перевозчикова

Минимизация влияния автомобильного транспорта сельскохозяйственного назначения на уплотнение почвы 72

Н. С. Кривых, К. В. Полетаев

Безразборный ремонт цилиндропоршневой группы после выхода из строя

турбокомпрессора.....	77
О. Б. Уланова	
О развитии умений перестройки грамматических конструкций с сохранением их смысла и изменением формы при усвоении будущими инженерами.....	83
О. Б. Уланова	
Актуальные аспекты обучения профессиональному иностранному языку студентов агроинженерных направлений подготовки	95
Н. С. Кривых	
Алгоритм использования индивидуального привода колес трактора посредством электрической тяги	107
Д. И. Петровский	
Методика оценки приработки отремонтированных двигателей.....	113
О. В. Чеха	
Приоритетные тренды в подборе и реализации компетенций при непрерывной подготовке кадров в агроинженерном вузе.....	119
А. В. Ананьев, П. В. Голиницкий (научный руководитель)	
Применение цифровых технологий для проектирования производственных процессов	127
Д. А. Бахин, У. Ю. Антонова (научный руководитель)	
Разработка программного обеспечения для автоматического мониторинга при производстве маслосъемных поршневых колец.....	133
А. Р. Белозеров	
Совершенствование технического обслуживания гибридного трактора	141
Д. В. Белоусов, С. П. Казанцев (научный руководитель)	
Состав бор содержащей пасты для борирования стальных деталей путём нагрева ТВЧ.....	146
Б. Бубакар, А. Аристэль, Н. И. Дегтярев, О. Н. Дидманидзе (научный руководитель)	
Крестьянский взгляд на механизацию сельского хозяйства в центральном африканском регионе.....	151
Н. С. Булгаков, Д. А. Москвичев (научный руководитель)	
Применение искусственного интеллекта на электромобиле.....	158

М. Д. Бурова, Э. И. Черкасова (научный руководитель) Применение статистических методов для управления качеством пищевой продукции в АПК	162
К. Я. Вергазова, Л. А. Гринченко (научный руководитель) Цифровое обеспечение моделирования процессов комплектации и сборки двигателя внутреннего сгорания на ремонтном предприятии	167
М. А. Горелов, В. Л. Чумаков Концепция гибридной трансмиссии мобильного инспекционно-досмотрового комплекса СТ-2630М	172
Е. Н. Данилов, Д. М. Дудин, В. А. Крючков (научный руководитель) Способы снижения концентрации вредных примесей в отработавших газах двигателей сельскохозяйственной техники	180
Е. Д. Дегтярева Теоретические особенности развития селекционного процесса сои	185
В. Ю. Дурманов, Е. Л. Чепурина (научный руководитель) Анализ систем распознавания болезней с использованием машинного зрения БПЛА	190
В. К. Зимогорский Выбор нутромеров для дефектации коренных опор блока цилиндров двигателей ЯМЗ	197
В. Г. Золотухина, К. Я. Вергазова, О. А. Леонов (научный руководитель) Выбор цифровых средств изменений для контроля качества обработки коленчатых валов двигателя Д-245 под ремонтный размер	203
М. В. Квашинин, К. А. Кудрявкина, А. А. Манохина (научный руководитель) Анализ современного элеваторного оборудования	208
П. Г. Кожухов, С. С. Гусев (научный руководитель) Импортозамещение моторных масел	214
И. А. Корюков, Г. Н. Темасова (научный руководитель) Контрольные карты как инструмент анализа процессов ремонтных предприятий	220
Я. Н. Ладжаилиа, М. А. Виолин, В. Л. Чумаков Состояние и основные направления развития отечественных двигателей ПАО «КАМАЗ»	225

В. В. Лазарь, В. К. Зимогорский, Д. О. Леонов Обеспечение качества в массовом производстве и система ремонтных размеров гильз цилиндров ЯМЗ	233
В. О. Леонов, Ю. Г. Вергазова (научный руководитель) Контроль полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателя ЯМЗ цифровыми средствами измерений	239
Д. О. Леонов, Н. Ж. Шкаруба (научный руководитель) Основные методы контроля мощности двигателя внутреннего сгорания при испытаниях	245
А. А. Лосева, Д. А. Недорезов, А. В. Евграфов (научный руководитель) Использование транспортных средств в сельскохозяйственном производстве	252
А. Е. Малько, Н. В. Перевозчикова Возможности модернизации комбайнов и навесного оборудования для использования в научных целях.....	257
Е. А. Музалев, А. М. Пикина (научный руководитель) Определение эффективности консистентной смазки с наномодифицированным графитом	262
Г. А. Никитин, Д. А. Москвичев Использование искусственного интеллекта для управления общественным транспортом.....	266
М. О. Парфенов, Н. С. Рабиун, О. П. Андреев (научный руководитель) Особенности работы транспортно-технологических комплексов уборки зерновых	270
Е. С. Подшибякин, А. В. Чепурин (научный руководитель) Технологии повышения долговечности подвижных соединений распределительных валов при их восстановлении	275
К. В. Полетаев, Я. Д. Павлов (научный руководитель) Увеличение срока эксплуатации тракторов через расширение функционала систем автопилотирования	281
В. Е. Прибытко Эффективность применения аддитивных технологий на автомобильном транспорте.....	288
Д. А. Пупкова	

Анализ дефектов шпонок и шпоночных пазов в соединении приводов муфт	292
<i>В. С. Сазонов, А. С. Апатенко</i>	
Модернизация системы управления пневмоподвеской ECAS на а/м КА-МАЗ-5490 (КАМАЗ-65206).....	297
<i>А. Н. Самордин</i>	
Особенности внедрения статистических методов управления качеством на предприятиях ТС АПК	303
<i>В. А. Самохин</i>	
Возможности совершенствования организационно-экономического механизма овцеводства в Российской Федерации	309
<i>Н. Д. Самуков, Д. М. Скороходов (научный руководитель)</i>	
Особенности восстановления работоспособности смесителя-кормораздатчика путем модульной замены изнашиваемых частей	315
<i>А. В. Сендерская, О. Р. Попиль, Р. Н. Егоров (научный руководитель)</i>	
Транспортное обслуживание при возделывании сельскохозяйственных культур	320
<i>И. С. Сытьков, Д. С. Федоткина, Д. М. Дудин (научный руководитель)</i>	
Устойчивость как показатель безопасности перевозки сельскохозяйственной продукции	325
<i>Ю. К. Терехина, В. В. Шведов</i>	
Перспективы развития мини-экскаваторов	331
<i>А. А. Узлов, С. М. Гайдар</i>	
Исследование влияния эпиламированного молибдена на трибохарактеристики трибосопряжений.....	335
<i>С. М. Федорова, Н. Н. Пуляев (научный руководитель)</i>	
Агропромышленный комплекс в современных реалиях	339
<i>А. К. Филиппов, Д. А. Москвичев (научный руководитель)</i>	
Улучшение эксплуатационных свойств гибридного автотранспорта путем внедрения IT-технологий.....	343
<i>В. В. Шведов, Ю. К. Терехина</i>	
Внедрение искусственного интеллекта для улучшения производительности бульдозеров	348
<i>А. Г. Абаймов, А. С. Гузалов (научный руководитель)</i>	

Анализ современного состояния рефрижераторного транспорта.....	352
<i>М. Ж. Алешин, Т. С. Петров, Е. А. Солдатов, Г. Е. Митягин (научный руководитель)</i>	
Организация повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов электромобилей	356
<i>М. Ж. Алешин, Г. Е. Митягин (научный руководитель)</i>	
Разработка и внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственного электротранспорта	364
<i>В. А. Полищук, Р. Н. Егоров (научный руководитель)</i>	
Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения.....	375
<i>А. С. Павлов, Н. Н. Пуляев (научный руководитель)</i>	
Оценка влияния повреждения топливной форсунки двигателя сельскохозяйственного трактора на свойства моторного масла.....	380
<i>Т. С. Петров, Е. А. Солдатов, М. Ж. Алешин, Г. Е. Митягин (научный руководитель)</i>	
Эффективность использования малообъемных рефрижераторных контейнеров при перевозке скоропортящихся грузов.....	388
<i>С. К. Тойгамбаев, М. А. Карапетян, С. С. Гусев</i>	
Влияние цифровизации и автоматизации на рынок АПК РФ	398

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МТК В РЕГИОНЕ

П. Н. Косов

Акционерное общество «Росагролизинг», Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается деятельность машинно-технологических комплексов (МТК) в Рязанской области, их роль в аграрном секторе и эффективность работы. Указывается, что основной целью МТК является получение прибыли от предоставления услуг сельхозтоваропроизводителям. Также отмечается, что в регионе существует проблема недостаточного уровня внедрения высокопроизводительной техники и современных агротехнологий. В 2022 году парк техники МТК был пополнен новой техникой при сотрудничестве с АО «Росагролизинг». Также в статье содержатся данные о структуре посевных площадей, урожайности, инвестициях в сельское хозяйство и других показателях аграрного сектора Рязанской области.

Ключевые слова: машинно-технологический комплекс (МТК), машинно-тракторный парк (МТП), сельское хозяйство, техника, Рязанская область, лизинг.

ASSESSMENT OF SOCIO-ECONOMIC IMPACTS OF MULTIMODAL TRANSPORT CORRIDOR DEVELOPMENT IN THE REGION

P. N. Kosov

Joint Stock Company «Rosagroleasing», Moscow, Russian Federation

Abstract. The article examines the activities of machine and technological complexes (MTC) in the Ryazan region, their role in the agricultural sector, and the efficiency of their work. It is indicated that the main goal of MTC is to generate profit from providing services to agricultural producers. The problem of insufficient introduction of high-performance machinery and modern agricultural technologies in the region is also noted. In 2022, the MTC machinery fleet was replenished with new machines through cooperation with JSC «Rosagroleasing». The article also contains data on the structure of cultivated areas, yields, investments in agriculture, and other indicators of the agricultural sector in the Ryazan region.

Keywords: machine and technological complex, machine and tractor fleet, agriculture, machinery, Ryazan region, leasing.

Эффективность деятельности МТК зависит от разнообразных критериев, в том числе, основанных на реализации различных планов и программ развития, аграрной специализации региона.

Основной целью регионального машинно-технологического комплекса (МТК) является получение прибыли от предоставления сельхозтоваропроизводителям услуг по выполнению комплекса агротехнических работ (совместно с сельхозтоваропроизводителями или самостоятельно на договорной основе) с применением высокоинтенсивных и ресурсосберегающих технологий. Таким образом, целесообразность создания МТК определяется рядом факторов: потребностью сельхозтоваропроизводителей в выполнении агротехнических работ; необходимостью повышения качества и своевременности выполнения таких работ; более низкой себестоимостью работ в сравнении с сельхозтоваропроизводителем, что обеспечивается эффектом масштаба производства.

Растениеводство Рязанской области во многом опирается на выращивание зерновых культур, которые занимали в 2023 году 64,25 % (724,6 тыс. га) всех посевных площадей (1127,7 тыс. га), на оставшихся площадях возделываются технические и кормовые культуры [1].

Увеличение объемов производства достигается в основном экстенсивными методами, например, расширением посевных площадей за счет ввода в оборот залежных земель. При этом в регионе недостаточный уровень внедрения высокопроизводительной техники, современных агротехнологий, низок уровень обеспеченности техникой сельхозтоваропроизводителей. Средний возраст МТП аграрного сектора в Рязанской области составляет 9,1 года, при этом основные фонды практически наполовину изношены, а более 7 % основных фондов изношены полностью. Энергообеспеченность хозяйств составляет 167 л.с. на 100 га, что почти в 2,5 раза ниже оптимальной (414...420 л.с. на 100 га) (таблица 1).

**Таблица 1 – Основные показатели развития аграрного сектора
Рязанской области, 2022 г.**

Показатель	Ед. изм.	Оценка показателя
Площадь фактически используемых сельхозугодий	тыс. га	1307
Посевная площадь, всего	тыс. га	1134
Структура посевных площадей:		
- зерновые и зернобобовые культуры	%	64,6
- технические и кормовые культуры	%	35,4
Объем продукции растениеводства (по полному кругу хозяйств)	млн руб.	70137,3
Стоимость продукции растениеводства в расчете на 1 га посевной площади	тыс. руб./га	61,85
Инвестиции в сельское хозяйство	млн руб.	92431

Показатель	Ед. изм.	Оценка показателя
Размер инвестиций в сельское хозяйство, в расчете на 1 га посевной площади	тыс. руб./га	86,71
Удельный вес прибыльных организаций	%	80,8
Удельный вес убыточных организаций	%	19,2
Валовый сбор зерна (в весе после доработки)	тыс. т	3065,6
Урожайность зерновых и зернобобовых	ц/га	42,7
Тракторов всего (включая тракторы, на которых смонтированы землеройные, мелиоративные и другие машины)	ед.	3204
Зерноуборочные комбайны	ед.	980
Кормоуборочные комбайны	ед.	176
Энергообеспеченность	л.с. на 100 га	167
Приходится пашни на 1 трактор	га	324
Приходится тракторов на 1000 га пашни	ед.	3
Приходится зерноуборочных комбайнов на 1000 га посевной площади	ед.	2
Приходится посевной площади на 1 зерноуборочный комбайн	га	350
Степень износа основных фондов	%	45,5
Удельный вес полностью изношенных фондов	%	7,3
Средний возраст машин	лет	9,1
Коэффициент обновления сельскохозяйственной техники	%	4,7
Коэффициент выбытия сельскохозяйственной техники	%	1,7

Источник: составлено и рассчитано автором по данным [1]

Рязанская область входит в агрозону 1.1 (центральные области Нечерноземной полосы). Для каждой агрозоны установлены собственные нормативы, учитывающие потребности в технике для растениеводства и животноводства (таблица 2).

Почти пятая часть хозяйств области являются убыточными: удельный вес убыточных организаций в среднем за последние 5 лет составлял 18,3 %, в 2022 г. их доля увеличилась до 19,2 %, что почти на 3 % больше показателей 2021 года.

В 2022 году машинно-тракторный парк региона был пополнен новой техникой за счет открытия в регионе одной из крупнейших в России машинно-технологических компаний, созданной на базе ООО

«Старожиловагроснаб». Формирование парка осуществлялось при сотрудничестве с АО «Росагролизинг».

Таблица 2 – Основные нормативы потребности в технике для растениеводства (агрозона 1.1, Центральный федеральный округ)

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
1.	Сельскохозяйственные тракторы	эт.ед. на 1000 га пашни	13,27
2.	Техника общего назначения:		
2.1	Машины для минеральных удобрений	эт.ед. на 1000 га пашни	2,1
2.2	Машины для органических удобрений	эт.ед. на 1000 га пашни	8,0
3.	Техника для производства зерна и кормов:		
3.1	Сеялки	эт.ед. на 1000 га посевов	7,6
3.2	Зерноуборочные комбайны	эт.ед. на 1000 га посевов	10,5
3.3	Кормоуборочные комбайны	эт.ед. на 1000 га посевов	5,9

Источник: составлено автором по данным [2]

Парк техники МТК состоит из более чем 700 сельскохозяйственных машин и спецтехники (в т.ч. грузового транспорта, бульдозеров, экскаваторов и т.п.). Перечень поставленной Росагролизингом сельскохозяйственной техники приведен в таблице 3.

Таблица 3. – Основные виды поставленной через Росагролизинг в ООО «Старожиловагроснаб» техники

Тип сельскохозяйственной техники	Марка	Производитель	Мощность, л.с.	Кол-во, ед.	Стоимость, млн руб.
Комбайны	КЗС-1218-29 (ДЕЛЮКС)	Брянсксельмаш	-	145	2 172,51
Тракторы	Кировец К-525	ПТЗ	250	5	39,96
	Кировец К-742М	ПТЗ	420	43	686,47
Прочие сельскохозяйственные машины	Погрузчики	ГК Амкодор	-	10	63,32
	Измельчитель	Vermeer	-	1	51,50
	Культиваторы	БДМ-Агро	-	15	49,24
		Волгаагромаш	-	2	10,63
	Дискаторы	БДМ-Агро	-	25	91,29
	Бороны	Белагромаш-Сервис им. В.М. Рязанова	-	10	33,12
	Жатки	Брянсксельмаш	-	280	1 046,50
	Плуги	Волгаагромаш	-	3	10,36

		Грязинский культиватор- ный завод	-	5	12,52
	Сеялки	ЛЕМКЕН	-	10	117,81
	Прочее	-	-	384	235,57
ИТОГО					4 620,79

Источник: составлено и рассчитано автором по данным [3]

Силами МТК проводятся следующие виды работы:

- введение в оборот залежных земель;
- обработка почвы под пашню и посев (далее – почвообработка);
- внесение удобрений / уход за посевом;
- сев зерновых и мелкосеменных культур;
- уборка зерновых и технических культур [4].

Таблица 4 – Расчет стоимости услуг МТК в пересчете на 1 га, руб.

Переменная	Вид работы, выполняемой МТК	Всего расходов	Накладные расходы	Прибыль	Тариф на услуги
x_1	Почвообработка	137	63	8	170
x_2	Посев	191	87	11	220
x_3	Уборка урожая	312	143	18	753
x_4	Внесение удобрений	189	87	11	43
x_5	Введение в оборот залежных земель	139	63	8	440

Источник: рассчитано автором

Для расчетов в таблице 4 накладные расходы принимались в размере 120 % от фонда оплаты труда (ФОТ) рабочих, участвующих в процессе работ; прибыль рассчитывалась в размере 15 % от ФОТ. Текущие эксплуатационные расходы определялись как сумма затрат на эксплуатацию сельскохозяйственных машин.

В настоящее время площадь обработки для МТК составляет около 5 % от всех посевных площадей сельскохозяйственных культур в Рязанской области (56,7 тыс. га). Целью развития МТК является увеличение этих площадей, улучшение показателей воспроизводства МТП в регионе.

В таблице 5 приведены расчетные данные по высвобождаемым финансовым ресурсам при использовании услуг МТК для хозяйств Рязанской области.

Таблица 5 – Прогнозная выгода для хозяйств Рязанской области при использовании услуг МТК, руб.

№	Вид работы, выполняемой МТК	Стоимость работ при выполнении собственным МТП, руб./га	Тариф на услуги МТК, руб./га	Высвобождаемые финансовые средства при использовании услуг МТК, руб./га	Общая выгода (в расчете на обрабатываемую МТК площадь), тыс. руб.
x ₁	Почвообработка	250	170	80	4536
x ₂	Посев	270	220	50	2835
x ₃	Уборка урожая	900	753	147	8334,9
x ₄	Внесение удобрений	55	43	12	680,4
x ₅	Введение в оборот залежных земель	800	440	360	20412
				ИТОГО	36798,3

Источник: рассчитано автором

Таким образом, даже при том, что в настоящее время МТК оказывает механизированные услуги небольшому количеству хозяйств (в связи с кратким сроком его деятельности в регионе), прямая финансовая выгода для хозяйств составляет 36,8 млн руб., при этом снижаются риски потери урожая вследствие несоблюдения сроков агротехнологических операций, появляется возможность использования высокопроизводительной техники, увеличивается рентабельность деятельности хозяйств [5, 6].

Создание и развитие МТК позволит перейти к расширенному воспроизводству МТП, содействовать интенсификации сельского хозяйства, при этом сами МТК могут стать частью целостной экосистемы переноса результатов научных работ в сельскохозяйственное производство, повысить результативность и эффективность мер государственной поддержки сельского хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Рязанская область в цифрах. 2024: Крат. стат. сб. – Рязань : Рязаньстат, 2024. – 169 с.
2. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.

3. Годовой отчет АО «Росагролизинг» за 2022 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rosagroleasing.ru/upload/0000071687/00d4dce363b56db56e2a7fd0af4a192a.pdf> (дата обращения 20.12.2024).
4. Официальный сайт АО «Старожиловагроснаб» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://staragro.ru/info/about>.
5. Трухачев, В. И. Роль МТК в развитии концепции совместного машиноиспользования / В. И. Трухачев, П. Н. Косов // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 25-26 января 2023 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2023. – С. 33-38.
6. Чутчева, Ю. В. Роль МТК в техническом обеспечении отечественного сельского хозяйства / Ю. В. Чутчева, П. Н. Косов // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XV Международной научно-практической конференции, р.п. Правдинский, Московская обл., 08 июня 2023 года. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – С. 70-77.
7. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 7. – С. 29-40.
8. Косов, П. Н. Воспроизводство машинно-тракторного парка аграрного сектора в условиях ESG-трансформаций / П. Н. Косов, Ю. В. Чутчева // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 9. – С. 25-30.
9. Чутчева, Ю. В. Управление процессом воспроизводства средств производства в АПК / Ю. В. Чутчева. – М. : Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина, 2011. – 120 с.
10. Скороходов, А. Н. Вероятностная оценка взаимодействия звеньев технологического комплекса / А. Н. Скороходов, О. Н. Дидманидзе // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – № 1. – С. 54.
11. Рынок сельскохозяйственной техники: проблемы и перспективы развития : аналитический обзор / В. Н. Кузьмин, П. И. Бурак, И. Л. Орсик [и др.]. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2021. – 200 с.

Об авторе:

Косов Павел Николаевич, генеральный директор Акционерного общества «Росагролизинг».

About the author:

Pavel N. Kosov, General Director of Rosagroleasing Joint Stock Company.

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

В. Д. Попов, А. Ю. Брюханов

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные агроинженерные методы обеспечения экологической безопасности и сохранения плодородия почвы для решения задач увеличения производства качественных и безопасных продуктов питания. Представлены разработки современных машин и оборудования, позволяющих существенно повысить эффективность и экологическую безопасность при переработке и внесении органических удобрений на основе побочных продуктов животноводства. В заключении сформулированы перспективные направления фундаментальных и поисковых научных исследований, позволяющих повысить технологичность и экологическую безопасность производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: агроинженерные методы, плодородие почвы, экологическая безопасность, биоферментатор, машины для внесения удобрений.

AGROENGINEERING METHODS OF ENSURING ECOLOGICAL SAFETY AND PRESERVATION SOIL FERTILITY

V. D. Popov, A. Yu. Bryukhanov

Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – branch of FSAC VIM, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article deals with the main agroengineering methods of environmental safety and soil fertility preservation to solve the problems of increasing the production of high-quality and safe food products. The development of modern machines and equipment allowing to increase significantly the efficiency and ecological safety at processing and application of organic fertilizers on the basis of animal by-products is presented. The conclusion formulates promising directions of fundamental and prospective scientific research, allowing to increase the manufacturability and environmental safety of agricultural production.

Keywords: agroengineering methods, soil fertility, environmental safety, biofermenter, fertilizer machines.

Согласно Указу Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации

на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», на первом месте стоит сохранение населения, укрепление его здоровья и повышение благополучия. По данным медицинских исследований на здоровье человека влияют такие факторы, как наследственность, система здравоохранения, образ жизни, питание и экология. При этом питание, образ жизни и экология составляют 70 % от общего влияния [1]. Поэтому при решении задачи увеличения производства продуктов питания, необходимо уделить особое внимание обеспечению их качества и безопасности. Сегодня целый ряд проблем осложняют достижение этой цели. В первую очередь это деградация почв, темпы которой в России достигли 2 млн га в год, высокая доля химических средств защиты растений (более 98 % от всех используемых средств), а также низкий уровень применения точных и биологизированных машинных технологий.

Почва является главным ресурсом в агропроизводстве и на ее состояние существенное влияние оказывают агротехнологии, машины и агрегаты, средства защиты растений и вносимые удобрения. Поэтому, одной из важнейших задач агроинженерной науки является разработка машин и технологий, обеспечивающих воспроизводство качественных характеристик почвы, отвечающих за ее плодородие и продуктивную функцию. Для снижения отрицательного влияния механического воздействия на почвы в РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, ВИМ и ряде других учреждений ведутся разработки адаптивных движителей, позволяющих снижать удельное давление на почву [2, 3]. Актуальными разработками являются умные системы, включающие датчики оценки состояния почвы, покрова, погодных условий с возможностью использования данной информации для оперативного изменения пятна контакта движителя с почвой и контроля буксования. С целью минимизации площади почвы, подверженной воздействию движителей, ведутся разработки широкозахватных модульных платформ. Использование данных платформ может снизить до 50...70 % площадь поля, подверженную воздействию движителей по сравнению с применяемыми в настоящее время машинно-тракторными агрегатами. В почвообработке актуальным направлением является минимизация механического воздействия рабочих органов агрегатов и машин на естественную структуру почвы. Например, применение динамичных почвообрабатывающих рабочих органов снижает перетирание почвы, образование пылевидных частиц и одновременно снижает сопротивление и требуемое тяговое усилие. С целью минимизации рисков негативного

влияния при использовании средств защиты растений ведутся разработки комплексных решений для мониторинга и защиты растений на основе БПЛА, цифровых систем сбора и анализа информации, а также роботизированных устройств для дифференцированного внесения средств защиты растений [4, 5, 6].

Однако, основной потенциал глобального восстановления и поддержания биологического потенциала почв связан с научно обоснованной системой севооборота и внесение высокоэффективных органоминеральных удобрений. Имея колоссальный ресурс вторичного сырья в виде побочных продуктов животноводства и растениеводства ежегодным объемом в 500...600 млн тонн, содержанием более 2,5 млн тонн NPK, более 40 млн тонн органического вещества, перед наукой стоит задача их превращения в высокоэффективные бионаноудобрения – «лекарство для почвы» [7, 8]. Такие удобрения должны состоять из органического вещества, питательных элементов, наноразмерных частиц и полезных микроорганизмов, улучшающих всхожесть семян, повышающих качество почвы, увеличивающих эффективность использования питательных веществ и разложения остатков пестицидов, повышающих устойчивость растений к болезням и вредителям, что в совокупности приводит к повышению урожайности, качества и безопасности конечной продукции.



Рисунок 1 – Автоматизированная биоферментационная установка ИАЭП

В рамках решения данных задач в ИАЭП – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработан ряд автоматизированных машин по переработке и использованию побочных продуктов животноводства. Среди таких разработок автоматизированная биоферментационная установка барабанного типа, которая позволяет в 10 раз ускорить переработку твердой фракции навоза и получить высококачественные удобрения с высокой микробиологической активностью.

Более 250 млн тонн ежегодно образующихся побочных продуктов животноводства имеют полужидкое и жидкое состояние, что требует оснащенности соответствующими машинами для транспортировки и внесения их в качестве органических удобрений. Согласно проведенному анализу, потребность в машинах для внесения органических удобрений составляет не менее 11000 единиц (рисунок 2).

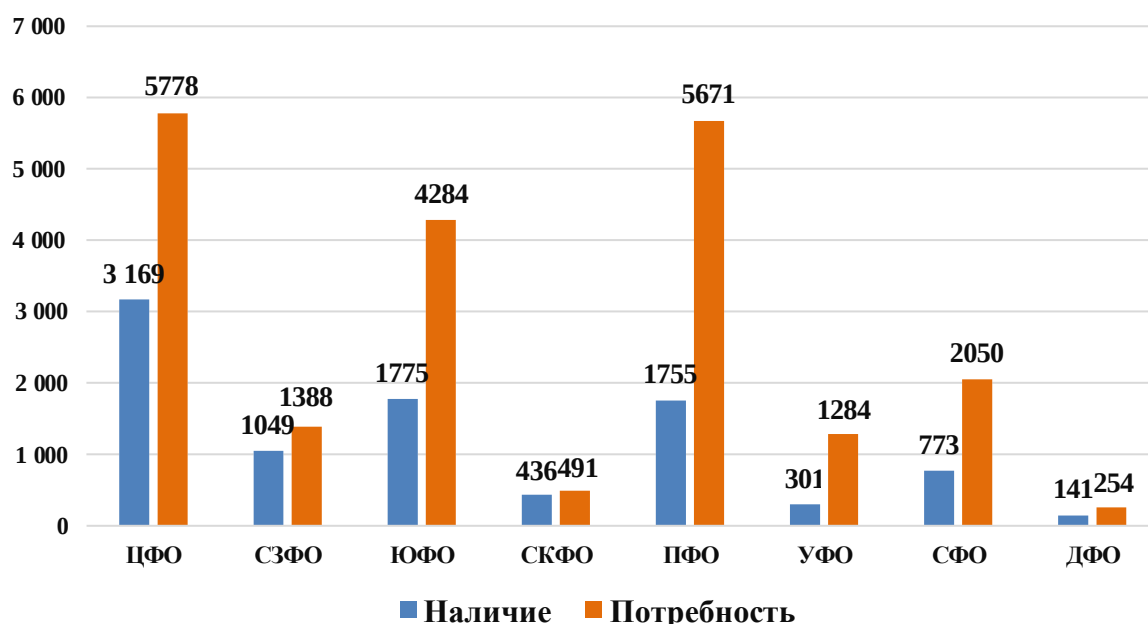


Рисунок 2 – Потребность в машинах для внесения органических удобрений, ед.

Для точного внесения органических удобрений и снижения выбросов и запахов при внесении по техническому заданию ВИМ изготовлены машины, позволяющие на 30...50 % сократить выбросы аммиака, что не только положительно влияет на экологию, но и позволяет сохранённые вещества закрепить в почве для питания растений (рисунок 3).



Рисунок 3 – Машины для внесения жидких органических удобрений с низкоэмиссионными рабочими органами (изготовлены по ТЗ ИАЭП) – филиала ВИМ)

Как неоднократно отмечалось руководством РАН, научные разработки должны оперативно внедряться в реальный сектор экономики. В 2022 году был создан первый в России демонстрационно-исследовательский и образовательный центр на базе АО ПЗ Первомайский, Ленинградской области, который служит для распространения опыта и обучения новым технологиям. В целом, с использованием разработок Центра ВИМ за последние 5 лет реализовано более 50 проектов в 11 регионах РФ с внедрением новых технологий переработки и использования органических удобрений.

Дальнейшее развитие направлений фундаментальных и поисковых научных исследований, позволяющих повысить технологичность и безопасность производства сельскохозяйственной продукции, должно быть связано с созданием отечественной системы роботизированных машин для производства качественной сельскохозяйственной продукции и сохранения плодородия почв, разработкой технологий искусственного интеллекта для мониторинга и управления агроэкосистемами, разработкой технологий прогнозирования и проактивного управления на основе цифровых двойников агроэкосистем, разработкой природоподобных технологий и цифровых систем для экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисицын, Ю. П. Образ жизни как основа здоровья. Анализ факторов риска заболеваемости / Ю. П. Лисицын // Медицинская газета. – 2010. – № 19. – С. 12.
2. Обоснование технического облика агротехники и стратегических подходов ее проектирования / Г. Я. Красников, О. Н. Дидманидзе, П. В. Сиротин, Е. П. Парлюк // В сборнике: Чтения академика В. Н. Болтинского. – М., 2023. – С. 10-32.
3. Приоритетные направления научно-технического развития отечественного тракторостроения / Ю. Ф. Лачуга, А. Ю. Измайлов, Я. П. Лобачевский, А. С. Дорохов, В. А. Самсонов // Сельский механизатор. – 2021. – № 3. – С. 2-4.
4. Инновационные достижения агроинженерных научных учреждений в условиях развития цифровых систем в сельском хозяйстве / Я. П. Лобачевский, Ю. Ф. Лачуга, А. Ю. Измайлов, Ю. Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 6 (324). – С. 2-5.
5. Инновационный многофункциональный агрегат для альтернативной обработки почвы / Я. П. Лобачевский, Б. Х. Ахалая, Ю. Х. Шогенов, С. И. Старовойтов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 10 (292). – С. 11-15.
6. Инновационные достижения агроинженерных научных учреждений в условиях развития цифровых систем в сельском хозяйстве / Я. П. Лобачевский, Ю. Ф. Лачуга, А. Ю. Измайлов, Ю. Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 6 (324). – С. 2-5.
7. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М.: Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
8. Индустрия побочных продуктов животноводства и ее научно-техническое обеспечение / А. Ю. Брюханов, В. Д. Попов, В. Ф. Федоренко, Э. В. Васильев, Е. В. Шалавина // Агроинженерия. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 4-12.
9. 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.
10. Концепция управления экологической безопасностью агроэкосистем / А. Ю. Брюханов, В. Д. Попов, Э. В. Васильев, Э. А. Папушин // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 4 (113). – С. 4-18.

Об авторах:

Попов Владимир Дмитриевич, академик РАН, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

Брюханов Александр Юрьевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор РАН, директор Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, nii@sznii.ru.

About the authors:

Vladimir D. Popov, Academician of Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Engineering), professor, Honored scientist of the Russian Federation, chief scientist, Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – branch of FSAC VIM.

Aleksandr Y. Bryukhanov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, D.Sc. (Engineering), professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – branch of FSAC VIM, nii@sznii.ru.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТРАНСПОРТЕ

А. А. Ленок, А. В. Гаевский, Р. Т. Хакимов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Экономическая выгода все чаще заставляет предприятия переходить на более дешевые виды топлива, чем бензин и дизель, такие как компримированный или сжатый природный газ. Однако эксплуатация газомоторной техники без должного учета газа, часто обходится дороже, чем при использовании традиционных видов топлива. Как следствие это формирует стереотип о сложности и неоднозначности применения газа в виде моторного топлива, а также потребности при использовании газа приобретать экспертный уровень во множестве вопросов. Дороговизна оборудования, сложность в эксплуатации, снижение ресурса двигателей, да и в принципе мнение, что «использование газа не безопасно» – это далеко не весь список камней преткновения, на пути к получению желаемой выгоды от использования самого дешевого и экологичного вида топлива. Синергия проблематики явно обозначает три основных вопроса: безопасность, учет и контроль, а также влияние газа на ресурс двигателя. Прибор «АГС478 ЭРА ГЛОНАСС» предназначен для установки на любые автомобили, использующие компримированный природный газ. Он автоматически производит расчеты и выдает результаты для отображения на индикаторе в цифровом формате в салоне автомобиля или трактора, а также конвертирует данные для передачи через GPS/ГЛОНАСС устройства для передачи в программу мониторинга транспорта. Аналогичная система давно используется на транспорте, использующем бензин и дизель, теперь дошло и до газомоторной техники. Одним из важных моментов является то, что использование средств инструментального контроля в паре с приборами GPS/ГЛОНАСС позволяет производить наблюдения за параметрами использования газа с привязкой к пространству и времени, что дает доступ к богатейшим пластам информации об эксплуатации этой техники, алгоритмах ее использования и еще массе косвенных и сопутствующих вопросов. Это так же дает серьезный повод задуматься о применении искусственного интеллекта. Из этого следует, что применение прибора «АГС478 ЭРА ГЛОНАСС» в процессе эксплуатации автотракторной техники на газе, будет большой мере решением проблематики безопасности, учета, контроля, а также влияния газа на ресурс двигателя, приводить к изменению качества работы всей системы. Чем больше данных мы получим в процессе эксплуатации, тем стабильнее будет работать и вся система эксплуатации газомоторного транспорта. А значит этот процесс подлежит контролю путём мониторинга транспорта и параметров работы

газобаллонного оборудования. Одна из целей – это автоматизация сбора данных о процессах, фиксация изменений о количественном и качественном состоянии физических параметров газобаллонного оборудования, не допуская их падения или превышения определённого уровня эксплуатации.

Ключевые слова: экология, природный газ, газоанализатор, датчик контроля газа, автотракторная техника, газобаллонное оборудование.

IMPROVING ENVIRONMENTAL AND TECHNICAL SAFETY IN GAS-POWERED TRANSPORT

A. A. Lenok, A. V. Gaevsky, R. T. Khakimov

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract. *Economic benefits are increasingly forcing businesses to switch to cheaper fuels than gasoline and diesel, such as compressed or compressed natural gas. However, the operation of gas-powered vehicles without proper gas accounting is often more expensive than using traditional fuels. As a result, this creates a stereotype about the complexity and ambiguity of using gas as a motor fuel, as well as the need to acquire an expert level in a variety of issues when using gas. The high cost of equipment, the complexity of operation, the reduction in engine life, and, in principle, the opinion that «using gas is not safe» is not the whole list of stumbling blocks on the way to obtaining the desired benefits from using the cheapest and most environmentally friendly type of fuel. The synergy of the issues clearly identifies three main issues: - safety, accounting and control, as well as the effect of gas on engine life. The AGS478 ERA GLONASS device is designed to be installed on any vehicles using compressed natural gas. It automatically performs calculations and outputs the results for display on an indicator in digital format in the interior of a car or tractor, and also converts data for transmission via GPS/GLONASS devices for transmission to a transport monitoring program. A similar system has long been used in vehicles using gasoline and diesel, and now it has reached gas-powered vehicles. One of the important points is that the use of instrumental monitoring tools paired with GPS / GLONASS devices allows you to monitor the parameters of gas use with reference to space and time, which gives access to a wealth of information about the operation of this technology, algorithms for its use, and a host of indirect and related issues. This also gives a serious reason to think about the use of artificial intelligence. It follows from this that the use of the AGS478 ERA GLONASS device during the operation of gas-powered automotive equipment will be a major solution to the problems of safety, accounting, control, as well as the effect of gas on engine life. lead to a change in the quality of the entire system. The more data we receive, the more stable the entire system of operation of gas-powered vehicles will be during operation. This means that this process is subject to control by monitoring the transport and operating parameters of the gas cylinder equipment. One of the goals is to automate the collection of data on processes, to record changes in the quantitative and qualitative state of the physical parameters of gas cylinder equipment, preventing them from falling or exceeding a certain level of*

operation.

Keywords: ecology, natural gas, gas analyzer, gas monitoring sensor, automotive machinery, gas cylinder equipment.

Цель исследования – повышение экологической и технической безопасности на газомоторной технике за счет цифровых методов контроля и мониторинга.

Материалы и методы.

Использование природного газа на транспорте возможно, как показано на рисунке 1 тремя способами: 1) в сжатом состоянии, 2) в смешанном сочетании баллонов со сжатым и в сжиженном состоянии природного газа, 3) в сжиженном состоянии природного газа в специальных криогенных баках.

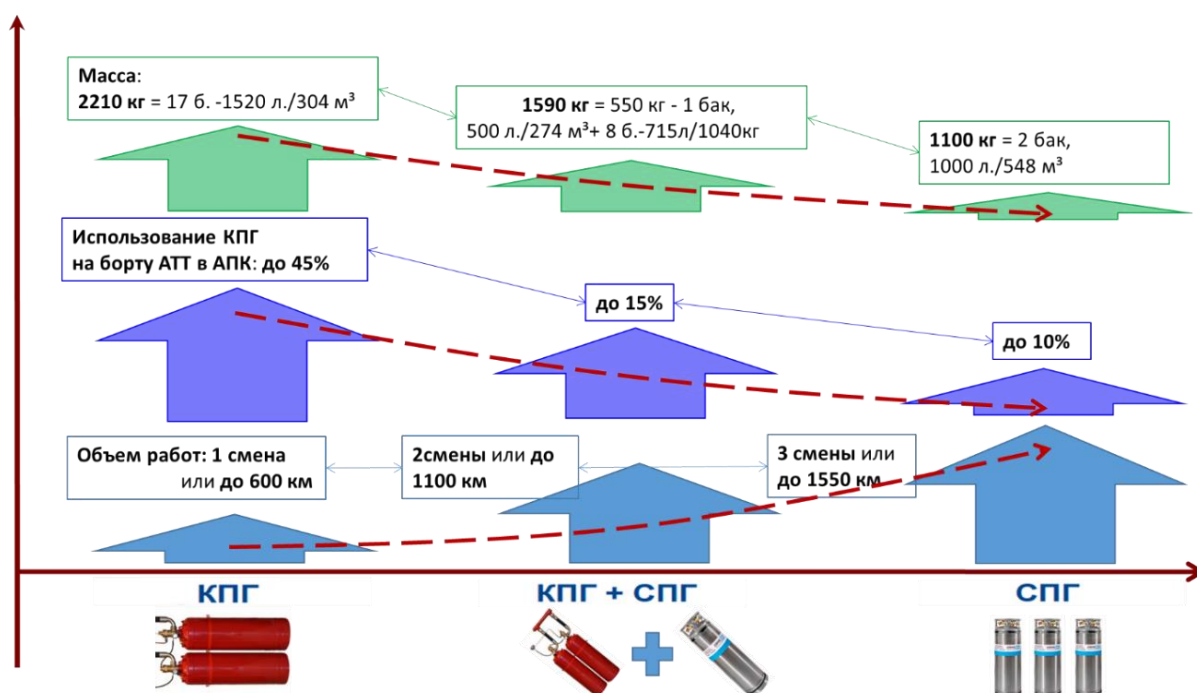


Рисунок 1 – Схема эффективности использования сжатого и сжиженного метана на автотракторной технике

Методы, используемые при мониторинге о текущем состоянии параметров природного газа, используемого в качестве основного моторного топлива на автотракторной технике.

Метод первый – натуральный сбор показаний.

Первый способ фиксации давления и температуры, а также расчета «остатка газа в баллонах автомобиля» заключается в ручном, то есть натуральном сборе показателей с приборов. Для этого требуется физическое присутствие, нештатные приборы и ручной расчет данных

по формуле. К слову сказать таблицы перевода давления и температуры в заданном объеме в метры кубические существуют уже давно. Метод сложен, неудобен. поэтому применяется крайне редко. Применяется при неисправности или отсутствии штатных приборов.

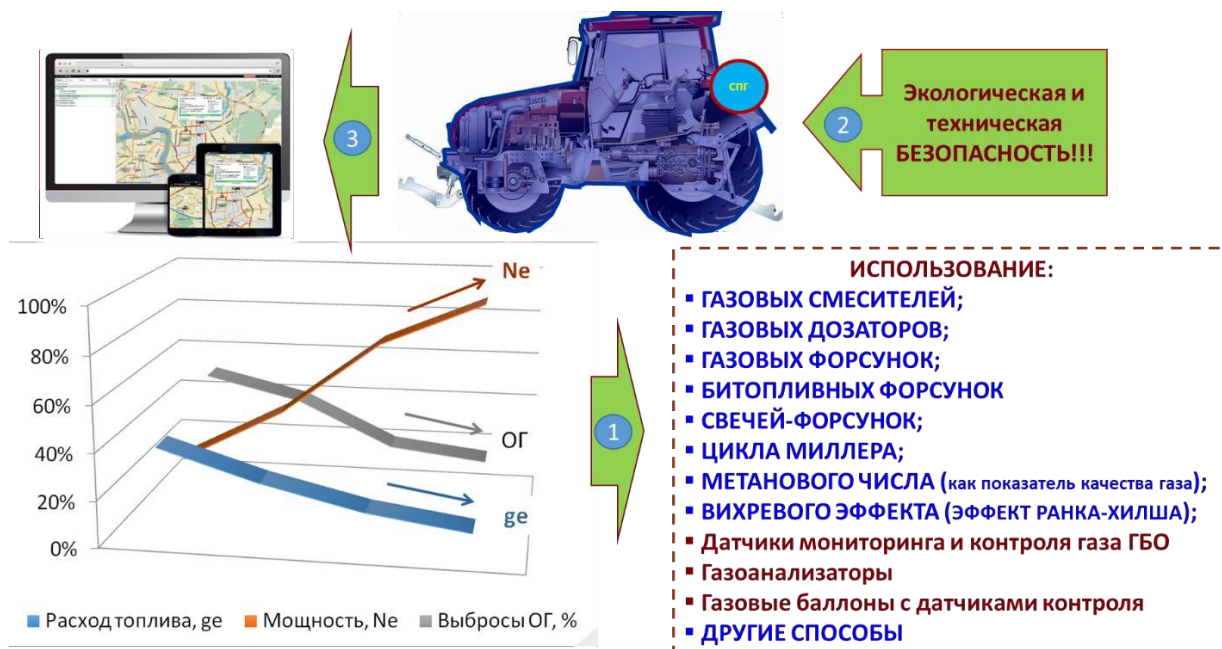


Рисунок 2 – Схема энергоэффективности работы автотракторной техники

Метод второй, вывод значений давления и температуры на механические и электронные индикаторы. Частично автоматизированный, облегчает расчеты водителям и контролирующим сотрудникам проводить расчеты, но из-за направленности только на индикацию, по-прежнему заставляет производить сбор информации вручную, локально по каждой машине, поэтому требует физического присутствия.

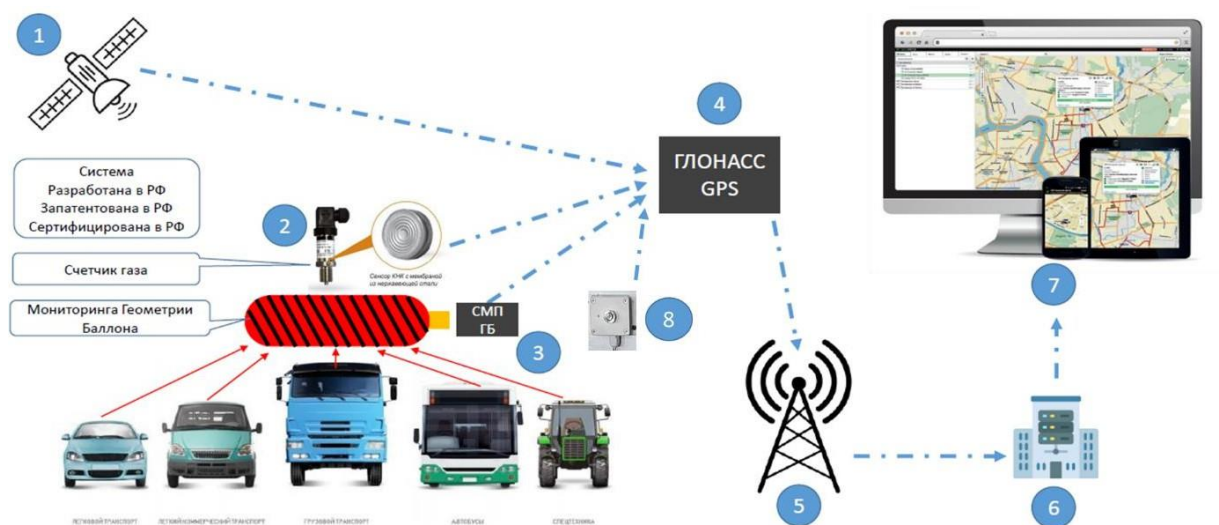


Рисунок 3 – Схема геосистемного мониторинга газомоторной автотракторной техники

Способ часто используемый. К нему прибегают скорее от безальтернативности, так как на рынке затруднительно найти прибор учета газа с разрешениями на установку на автомобиль (сертификаты и декларации).

Способ 3 частично автоматизированный с электронной обработкой в программе мониторинга транспорта.

Метод третий включает как применение цифрового салонного индикатора, так и может осуществляться без него. Способ полностью опирается на установленные приборы, но не исключает сбор данных натуральным способом. Натуральный сбор показаний так же доступен. В основе метода сбора данных с применением прибора учета газа АГС 478 ЭРА ГЛОНАСС лежит непрерывное измерение давления и температуры природного газа газовой магистрали газобаллонного оборудования в заранее заданном, рабочем объеме баллонов, установленных на автомобиле и переводе полученных данных в кубометры – автоматически, для вывода данных на цифровой индикатор в салоне автомобиля и прибор GPS/ГЛОНАСС.

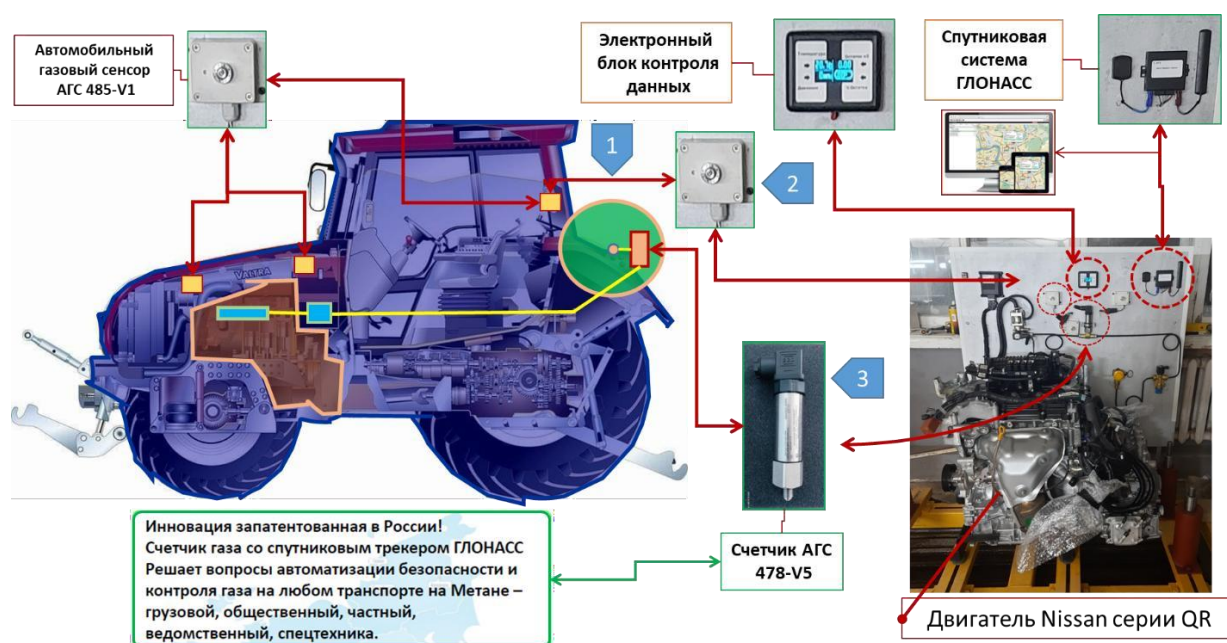


Рисунок 4 – Элементы многофункционального бортового интеллектуального комплекса газобаллонного оборудования автотракторной техники

Метод использует полезную модель связки приборов датчика давления и температуры и прибора спутникового мониторинга транспорта GPS/ГЛОНАСС (Патент № 7236454. Система мониторинга учета и расхода топлива транспортного средства). Также может быть реализованы сбор и передача данных с CAN шины автомобиля через

прибор спутникового мониторинга транспорта GPS/ГЛОНАСС (Патент № 2797731. Способ работы системы мониторинга параметров газобаллонного оборудования и учета расхода топлива двигателя транспортного средства, работающего на газовом или газовом и жидком топливе). Данная связка приборов обеспечивает автоматизированный контроль физических параметров использования газа, а также позволяет вести сбор данных вручную как при первом, так и при втором методе.

Метод четвертый. Этот метод использует всю совокупность автоматизированного сбора данных со средств инструментального контроля. Может применяться для последующей обработки с применением искусственного интеллекта. Но уже сейчас в базовом исполнении средства автоматизации позволяют выборочно выдавать обработанные данные только по тем параметрам, которые действительно требуют внимания. Поэтому данные обрабатываются сразу же при получении самим прибором учета газа.

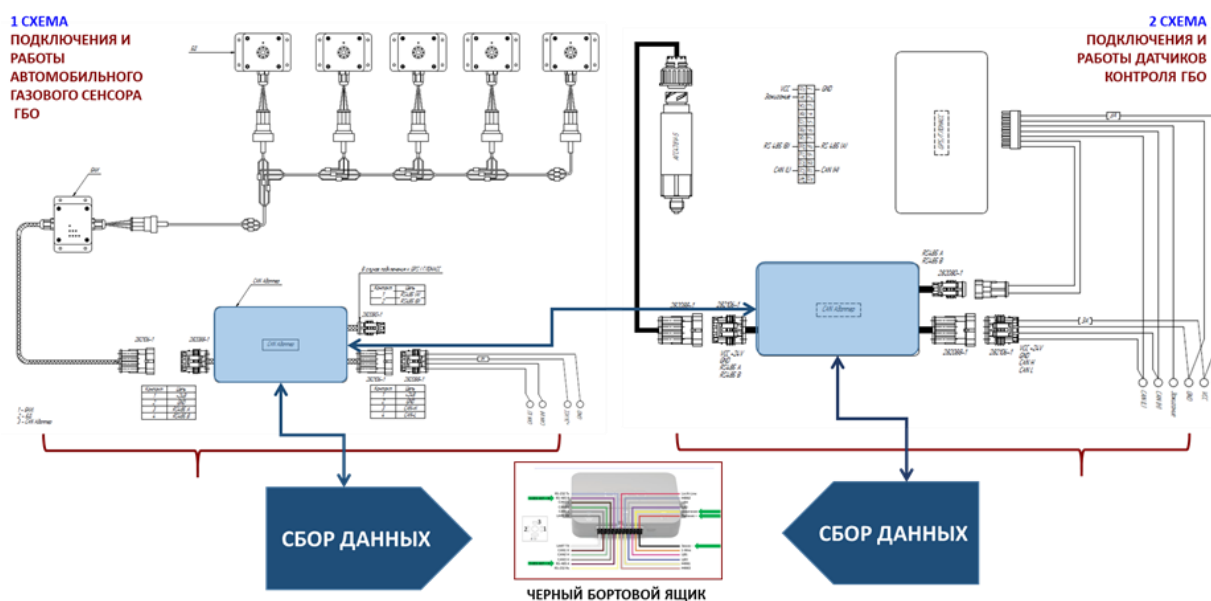


Рисунок 5 – Многофункциональный бортовой интеллектуальный комплекс (МБИК)

Целью четвертого способа выступает производство, обработка и передача готовой информации. Он учитывает то, что более полезной будет считаться не разрозненная информация, потеря которой приводит к неточностям, а уже готовые и обработанные данные. Иными словами, полезнее будут не слагаемые (Давление и Температура), а производное (Кубометры). Однако для проверки полученной суммы, дан-

ные слагаемых так же передаются и могут быть использованы для проверки суммы. Обработанная информация быстрее обрабатывается машинами, удобнее анализируется человеком, после чего последний принимает наиболее выгодное решение, связанное с выполнением того или иного действия.

Разница между старым и новым методами заключается в том, что на каждую точку времени и пространства согласно данным GPS/ГЛОНАСС, мы получаем не три вида исходных данных: Давление, Температура, Остаток Газа в баллонах в м³, которые нужно еще передать и еще обработать, а семь видов данных включая (исходные и обработанные) такие как: Время, Широта, Долгота, Давление, Температура, Остаток Газа в баллонах в м³, Расход газа.

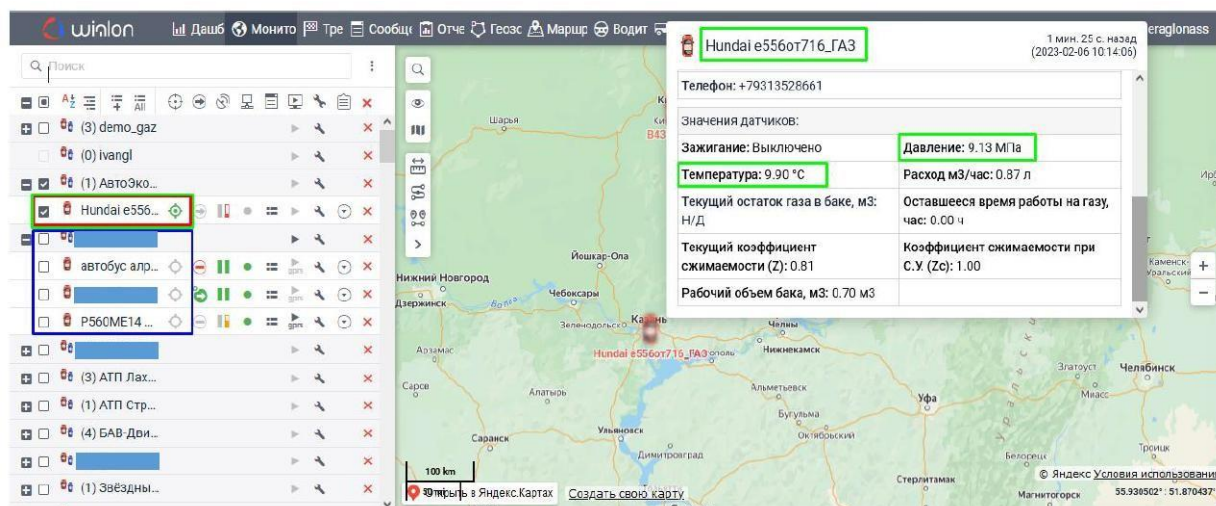


Рисунок 6 – Программа мониторинга данных по параметрам газобаллонного оборудования автотракторной техники на эксплуатируемой на территории России и СНГ

В рамках развития и совершенствования работы газобаллонного оборудования СПбГАУ при взаимодействии с ООО «ЭРА ГЛОНАСС» и НПО «ДИНАМИКА» в г. Санкт-Петербурге провели совместные испытания новых образцов газовых баллонов с встроенными датчиками контроля геометрических параметров корпуса ёмкости с целью повысить безопасность конструкции баллонов для обнаружения и снижения риска образования внештатных ситуаций (рисунок 7).

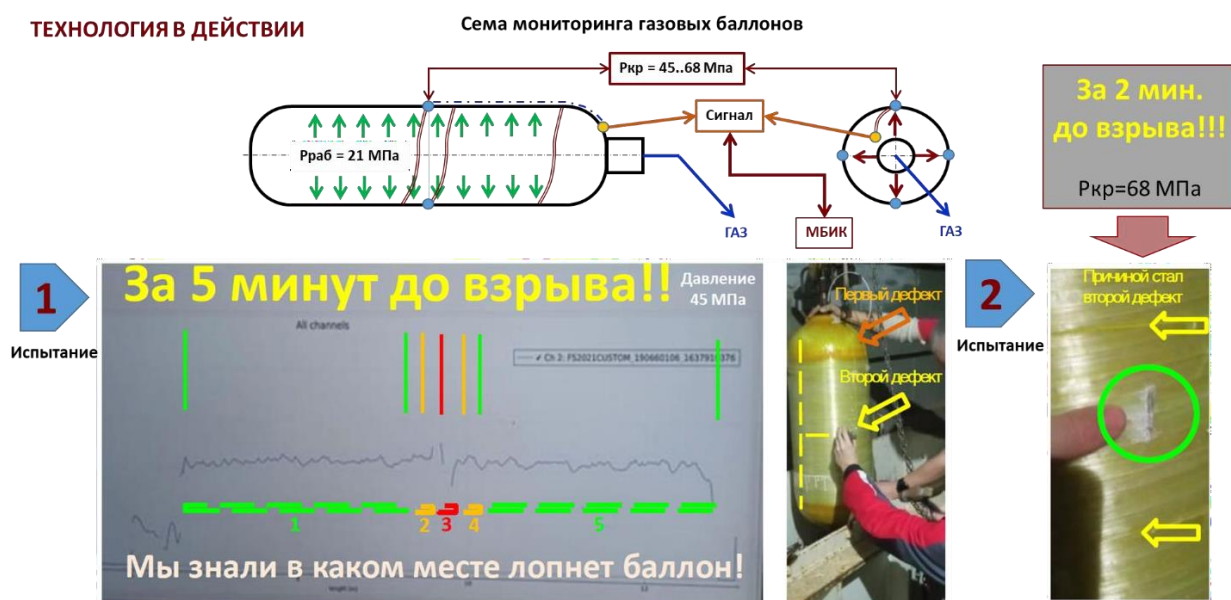


Рисунок 7 – Испытания газового баллона с встроенными датчиками мониторинга геометрии стенки баллона

Результаты и обсуждение

Развитие рынка мониторинга транспорта идет по пути расширения функционала приборов и инструментального контроля постоянно наращивая список используемых датчиков и интеграций под задачи клиента. А так как РФ – это страна, где много транспорта на природном газе и 10 % мировых запасов газа, такая задача в транспортной сфере одна из наиболее актуальных. Так как на сегодняшний день газ – это инструмент формирования цен.

На сегодняшний день в мире насчитывается более 2 001 920 разновидностей приборов GPS/ГЛОНАСС, зарегистрированных только в одной самой популярной программе мониторинга транспорта Wialon, а их много.

В России 360 000 единиц транспорта, работающего на компримированном природном газе.

Количество автомобилей в сегменте КППГ с 2018 года увеличивается более чем на 7 % в год. При этом государственная программа РФ «Развитие энергетики» ставит весьма амбициозные цели, в соответствии с которыми на горизонте до 2024 года потребление метана должно увеличиться с текущих 1,3 до 2,7 млрд м³. Количество заправок – более 1000. Перечень АГНКС в России постоянно увеличивается.

По прогнозам в России в ближайшие 10 лет резко увеличится количество автомобилей с ГБО. За тот же период половина общественного транспорта должна быть переведена на газ.

Выводы

- Подобраны методы и оборудование для определения решения инженерных задач по фиксации и учету физических процессов на транспорте.
- Для оценки и расчета выбрана формула Менделеева-Клайперона.
- Получена возможность автоматизации мониторинга физических процессов состояния газа и газобаллонного оборудования 24/7 на транспорте автоматическим путем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев, А. С. Исследование параметров торможения АТС категории М1, оснащенных адаптивными тормозными системами / А. С. Афанасьев, Н. В. Чудакова, Р. Т. Хакимов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № S55. – С. 9-12.
2. Хакимов, Р. Т. Использование природного газа в качестве моторного топлива для автотракторной техники / Р. Т. Хакимов, О. Г. Огнев // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта : сборник статей, Екатеринбург, 03 декабря 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2022. – С. 39-41.
3. Дидманидзе, О. Н. Метановое число природного газа и его влияние на эффективность рабочего процесса газового двигателя / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2021. – Т. 251. – С. 730-737.
4. Дидманидзе, О. Н. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем / О. Н. Дидманидзе, Н. А. Большаков, Р. Т. Хакимов // Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Москва, 29 октября 2018 года / Под редакцией О. Н. Дидманидзе, Н. Е. Зимина, Д. В. Виноградова. – М. : ООО «Мегаполис», 2018. – С. 29-45.
5. Научные основы математического моделирования процессов теплообмена в теплообменнике тягово-транспортного средства / О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов, Е. П. Парлюк, В. В. Рудомазин. – М. : УМЦ «Триада», 2020. – 106 с.
6. Афанасьев, А. С. Системное диагностирование автомобильного двигателя с использованием мультиплексажа / А. С. Афанасьев, Л. П. Астахов // 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. 12-18.
7. Неговора, А. В. Разработка методики для оценки технического состояния электромагнитных дозаторов газа / А. В. Неговора, И. Р. Исанбердин, А. А.

Чекрыжов // Инновационные технологии как фактор развития : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXIV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2024», Уфа, 26-28 марта 2024 года. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2024. – С. 106-111.

8. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.

9. Дидманидзе, О. Н. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах / О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 52-59. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-67-4-52-59.

10. Сафиуллин, Р. Н. Системы автоматизации контроля движения на автомобильном транспорте / Р. Н. Сафиуллин, В. В. Резниченко, А. Ф. Калюжный. – СПб : ООО «Издательство Лань», 2024. – 516 с.

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.

Сведения об авторах:

Ленок Александр Александрович – аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Гаевский Антон Викторович – аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Рамиль Тагирович Хакимов – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили, тракторы и технический сервис» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

About the authors:

Alexander A. Lenok – postgraduate student, Saint-Petersburg State Agrarian University.

Anton V. Gaevsky – postgraduate student, Saint-Petersburg State Agrarian University.

Ramil T. Khakimov – D.Sc. (Engineering), associate professor, Head of the Department «Cars, tractors and technical service», Saint-Petersburg State Agrarian University.

ОБЗОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Н. Н. Пуляев, А. С. Павлов

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

Аннотация. *Значительные экономические издержки для многих компаний, работающих с автопарками, связаны с их расходом топлива. Этот расход можно сократить, воздействуя на некоторые аспекты, такие как стиль вождения водителей транспортных средств. Улучшение поведения вождения (и других характеристик) может сэкономить топливо для автопарка без необходимости изменения других аспектов, таких как запланированные маршруты или остановки. Это важно не только для снижения экономических издержек внутри компании, но и для сокращения выбросов, связанных с расходом топлива, в основном, когда транспортные средства имеют бензиновые или дизельные двигатели.*

Ключевые слова: *транспорт, расход топлива, экономия топлива, факторы влияющие на расход топлива.*

OVERVIEW OF FACTORS AFFECTING FUEL CONSUMPTION IN VEHICLES

N. N. Pulyaev, A. S. Pavlov

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

Abstract. *A significant economic cost for many fleet companies is related to their fuel consumption. This consumption can be reduced by influencing certain aspects, such as the driving behavior of vehicle drivers. Improving driving behavior (and other characteristics) can save fuel for a fleet without having to change other aspects such as scheduled routes or stops. This is important not only to reduce economic costs within a company, but also to reduce fuel-related emissions, mainly when vehicles have gasoline or diesel engines.*

Keywords: *transportation, fuel consumption, fuel economy, factors affecting fuel consumption.*

Снижение как экономических затрат, так и выбросов возможно за счет оптимизации расхода топлива отдельных транспортных средств в составе автопарка. Согласно литературным источникам, это можно

сделать, работая с различными факторами, влияющими на расход топлива транспортным средством во время поездки. Например, [1] указывает на то, что агрессивное вождение влияет на расход топлива и увеличение может составлять до 26 % от общего количества топлива, потребляемого транспортным средством. Это означает, что простая оптимизация стиля вождения водителей автопарка оказывает значительное влияние как на экономические, так и на транспортные расходы, а также на сокращение вредных выбросов.

Анализ переменных, влияющих на расход топлива, сам по себе полезен. Однако его можно дополнить методами, которые в автоматическом режиме способны показать, какие из них в большей степени влияют на работу двигателя и расход топлива. В результате возможно количественно оценить потенциальную экономическую выгоду и сокращение выбросов для конкретного автопарка.

Расход топлива может значительно отличаться для разных транспортных средств, даже при сравнении двух однотипных, одной марки, модели, года выпуска и типа используемого топлива. Это вызвано различными факторами, которые влияют на расход топлива во время поездки.

Проанализируем аспекты, определяющие потребление топлива транспортным средством, а также их значимость [2].

Первая категория – факторы, связанные с поездками. Эта группа включает факторы, связанные с маршрутом, пройденным транспортным средством [2]. Фактически, авторы упоминают эко-маршрутизацию как важный аспект снижения расхода топлива. Топливо можно сэкономить, выбрав оптимальный маршрут не только с точки зрения классических показателей расстояния и времени в пути, но и с точки зрения маршрута, который экономит топливо по сравнению с другими возможными (например, выбирая маршруты с меньшим количеством «ухабов» или «уклонов»). Фактически, новый маршрут может быть даже длиннее по времени или расстоянию, но обеспечивает экономию топлива. Эко-маршрутизация может снизить расход топлива транспортного средства на 18...23 % [2].

Вторая категория включает факторы, связанные с климатическими условиями. Эти факторы влияют на расход топлива транспортного средства косвенным образом (например, будучи связанными с использованием кондиционера, влияя на водяной насос, увеличивая трение двигателя или трансмиссии в холодную погоду и т.д.). Таким об-

разом, эта категория включает такие факторы, как внешняя температура, относительная влажность или воздействие ветра. Эти факторы могут быть ответственны примерно за 1 % расхода топлива транспортного средства.

Третья группа факторов называется факторами, связанными с транспортным средством. Она включает факторы, в основном связанные с двигателем и самим транспортным средством, такие как загрузка транспортного средства, скорость транспортного средства, обороты двигателя, тип топлива, есть ли у транспортного средства система последующей обработки выхлопных газов или нет.

Четвертая группа связана с факторами, относящаяся с дорожным полотном. Она относится к факторам, связанным с состоянием дороги, таким как уклон дороги, неровность поверхности или кривизна дороги. Эти факторы, хотя и не очень эффективны (иногда их трудно предотвратить), оказывают большое влияние на расход топлива (около 5...20 %).

Пятая группа факторов относится к условиям дорожного движения. Они связаны с расположением дорожных знаков, светофоры и т.п. Они оказывают потенциально наибольшее влияние на расход топлива (около 22...50 % расхода топлива).

Шестая группа – это факторы, связанные с водителем, такие как манера вождения или агрессивность вождения. Профиль вождения конкретного водителя (который измеряет такие аспекты, как агрессивность вождения), рассчитывается с использованием информации о транспортном средстве, такой как частота вращения двигателя, скорость или ускорение. Агрессивное вождение может быть причиной до 40 % расхода топлива транспортного средства по сравнению с более спокойным стилем вождения.

Вышеупомянутый обзор литературы дополнен исследованием [4]. Здесь авторы представляют тщательный анализ влияния различных факторов на расход топлива в транспортном средстве, а также влияние на выбросы CO₂. В исследовании рассматриваются легковые транспортные средства в реальных условиях эксплуатации. Что касается конкретно расхода топлива, авторы предлагают обобщенный обзор литературы, показывающий различные категории переменных и их пропорциональное влияние на расход топлива транспортного средства.

Существует два подхода к анализу влияния определенного фактора на расход топлива транспортного средства. Во-первых, с использованием имитационного анализа, который изучает изолированное влияние фактора в лабораторных условиях. Во-вторых, путем анализа потоков данных, которые содержат мгновенный расход топлива, сообщаемый во время поездок в реальных условиях. Эти потоки данных могут быть собраны из таких источников, как порт OBD-II (бортовая диагностика), например, расход топлива двигателя с PID 015E [5].

Анализ литературы показывает, что оба подхода в целом дают схожие результаты. Таким образом, собранные данные могут быть достоверным источником для оценки влияния различных факторов на расход топлива транспортного средства.

Дальнейший обзор литературы рассматривает таксономию топливного фактора, которая в некоторых случаях напрямую соответствует предложенной в [1, 3], но в некоторых других случаях отличается. Существует 28 факторов, которые можно классифицировать по 9 группам (таблица 1). Эта таблица показывает относительную значимость каждого из факторов (медианное значение по литературе) вместе с интервалом, который охватывает различные сообщаемые значения, учитывая транспортные средства в реальных условиях эксплуатации. Она также показывает, сколько статей говорит об этом конкретном факторе, а также распределение сообщаемых относительных значений.

Таблица 1 – Сокращенный вид факторов, фокусирующийся на некоторых переменных, которые можно получить из OBD-II

Категория	Подкатегория	Фактор	Описание	Литературное медианное значение (%)	Нижний предел	Верхний предел
Вспомогательные системы	Кондиционер/климат контроль	Кондиционер	Требуется увеличенное электропитание	5	2,5	15
	Система помощи при управлении ТС	Системы помощи при рулевом управлении	Требуется увеличенное электропитание	3,2	1	10
	Другие вспомогательные устройства для ТС	Другие вспомогательные устройства автомобиля (например, дворники, фары и т.д.)	Требуется увеличенное электропитание	5,5	2,5	16

Погодные условия	Дождь, снег	Лужи, гололед	Колеса должны проталкиваться через воду; требуется дополнительная энергия	30	0	30
	Средняя температура окружающей среды в теплое время	Температура 0°C (против 20°C)	Увеличена энергия для разогрева Увеличено сопротивление воздуха	10	4	14
	Средняя температура окружающей среды в холодное время	Температура -20°C (против 0°C)	Увеличена энергия для разогрева Увеличено сопротивление воздуха	10	4	14
Стиль вождения	Агрессивное вождение	Неустановившиеся режимы работы двигателя	Превышение скорости, резкие повороты, резкие торможения	26	6	35
	Режим «Eco Driving»	Аккуратное вождение (плавное ускорение и торможение)	Оптимальное переключение передач, использование круиз-контроля	-6,5	-12	-1
Техническое состояние транспортного средства	Топливо-смазывающие материалы	Смазка (низкая вязкость)	Уменьшает трение в компонентах автомобиля	-2,4	-5	-1
	Шины	Низкое давление в шинах	Трение с дорогой увеличивается	1	1	2,5
	Другое	Несвоевременное ТО	Засоренность форсунок, бедная/богатая рабочая смесь и т.д.	3,5	1	30
Оперативная масса	Дополнительная масса транспортного средства	Масса транспортного средства выше допустимой полной	Увеличенная масса на 100 кг (например, дополнительное количество не крупногабаритного груза)	5,8	1	12,5
Дорожные условия	Высота	Высота над уровнем моря	Влияние плотности воздуха и сопротивления воздушного потока	-3,8	-4	-3,6
	Движение в гору	Движение в гору	Добавляет дополнительную нагрузку на транспортное средство	13,3	6	20
	Неровность дороги	Неровность дороги	Например, дорога с неровностями	2,7	0	5

	Дорожный трафик	Состояние дорожного движения (например, час-пик)	Например, пробки на дорогах могут увеличить время работы на первой и второй передачах	30	20	40
	Тип поездки	Тип поездки (например, короткие дистанции)	Средний расход топлива в коротких поездках выше, чем в средних/длинных поездках	10	5	20

Разница между анализами, показанными в обеих статьях, заключается не только в таксономии, предложенной для группировки факторов, но иногда и в отношении сообщенного воздействия (т.е. внешняя температура имеет медианное сообщенное значение воздействия 10 % в [5] по сравнению с 1 % воздействием для всех причин, связанных с погодой, сообщенным в [6]). В рамках этой последней таксономии характеристик, которые влияют на расход топлива транспортного средства, некоторые из них можно считать «действенными», поэтому их можно изменить в конкретном транспортном средстве, в некоторых случаях даже без необходимости менять маршрут транспортного средства. Примером этого является агрессивный стиль вождения. Другие характеристики присущи транспортному средству и не могут быть напрямую изменены, например, марка/модель транспортного средства или масса транспортного средства. Даже в рамках «действенных» характеристик некоторые из них не могут быть легко прочитаны через OBD-II (например, если есть дополнительный багажник на крыше, который влияет на аэродинамику транспортного средства).

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. Оптимизация маршрутов: инструменты, примеры и советы по использованию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blogs.epsilonmetrics.ru/route-optimization>.
3. 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. – DOI 10.34286/1995-4646-2020-75-6-63-72.

4. Девянин, С. Н. Системы управления двигателем / С. Н. Девянин, В. Н. Щукина // Международный технико-экономический журнал. – 2015. – № 6. – С. 65-70.
5. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.
6. Ресурсосбережение на автомобильном транспорте / А. Ю. Измайлов, О. Н. Дидманидзе, Г. Е. Митягин, А. М. Карев. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 84 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. Богданов, В. С. Обеспечение качества топливно-смазочных материалов при хранении – резерв повышения ресурса машин в АПК / В. С. Богданов, Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2014. – 234 с.
9. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

Об авторах:

Пуляев Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», pulyaev@rgau-msha.ru.

Павлов Александр Сергеевич, аспирант кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the authors:

Nikolay N. Pulyaev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, pulyaev@rgau-msha.ru.

Aleksandr S. Pavlov, graduate student of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

И. Ю. Якименко, Р. Т. Хахимов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. На данный момент обеспечение надёжной работы дизельных двигателей, установленных на сельскохозяйственную технику иностранного производства при использовании неоригинальных моторных масел, становится серьёзной проблемой. Это связано с трудностями и ограничениями в закупке и доставке смазочных материалов, рекомендованных производителем, а в свою очередь процесс износа триботехнических пар в значительной степени зависит от применяемых эксплуатационных жидкостей. Однако, процессы и зависимости, происходящие в двигателе при использовании неоригинальных моторных масел, пока не до конца изучены. Есть рекомендации, как от производителей двигателей или оборудования, так и от компаний-производителей масел, но эти рекомендации часто не согласуются друг с другом в плане межсервисного обслуживания и проведения регламентных работ. Поэтому исследование в области нормирования межсервисных интервалов обслуживания импортных двигателей при переходе на неоригинальные масла сторонних производителей является актуальной задачей.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, смазочные масла, техническое обслуживание, условия эксплуатации.

THE MAIN PROBLEMS IN TESTING SAMPLES OF USED ENGINE OILS

I. U. Yakimenko, R. T. Khakimov

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract. Now, ensuring reliable operation of diesel engines installed on foreign-made agricultural machinery using non-original engine oils is becoming a serious problem. This is due to difficulties and limitations in the purchase and delivery of lubricants recommended by the manufacturer, and in turn, the wear process of tribotechnical pairs largely depends on the operating fluids used. However, the processes and dependencies that occur in the engine when using non-original engine oils have not yet been fully studied. There are recommendations from both engine or equipment manufacturers and oil manufacturing companies, but these recommendations often do not agree with each other in terms of inter-service maintenance and routine maintenance. Therefore, research in the field of rationing the maintenance intervals of imported engines during the transition to non-original third-party oils is an urgent task.

Keywords: *resource potential, lubricating oils, maintenance, operating conditions, tribology, tribological engineering.*

Цель исследования – создание методики тестирования моторных масел для дизельных автотракторных двигателей, которая поможет выявить общие тенденции, связанные с ухудшением их свойств.

Материалы и методы

Вопрос об использовании неоригинальных моторных масел российского производства, которые подходят по спецификации и классификации и имеют соответствующие допуски, остаётся открытым, а исследование нормирования межсервисных интервалов обслуживания двигателей при использовании неоригинальных масел сторонних производителей является актуальной задачей. Существуют две точки зрения относительно периодичности замены моторного масла. Одни исследователи считают, что периодичность замены зависит от накопления продуктов износа, срабатывания присадок, образования шламов и сажи в результате неполного сгорания топлива, а также от карбонизации масел. Другие учёные связывают процесс деградации масла с изменением углеводородной структуры в результате окисления.

Проблема заключается в отсутствии чёткой методики проведения испытаний образцов отработанных моторных масел для автотракторных двигателей. Каждая лаборатория, занимающаяся отбором проб и проведением анализов, проводит работы согласно имеющемуся оборудованию и методологии, которую это оборудование может предоставить. В результате невозможно правильно сопоставить результаты, полученные из двух лабораторий для одного образца отобранного масла. Кроме того, лаборатории не регламентируют процесс отбора проб, что может привести к диаметрально противоположным результатам при работе с одним и тем же образцом. Проведённый анализ ГОСТ указывает на то, что они устарели или являются неинформативными и не закрывают потребностей к заявленным требованиям, таким как [1-4]:

- наличие индикаторов износа, работа присадок и элементов загрязнения в количественном и качественном выражении;
- общее состояние масла, наличие примесей воды, топлива и гликоля;
- вязкость при различных температурах;
- щелочное/кислотное число.

Результаты и обсуждение

Наличие индикаторов износа в пробах отработанных масел играет важную роль в оценке состояния двигателя внутреннего сгорания и предотвращении внезапных простоев техники из-за аварийных отказов.

Контроль содержания таких элементов, как медь, железо, хром, алюминий, свинец и других продуктов работы триботехнических пар в системе «двигатель-моторное масло» позволяет эффективно отслеживать их деградацию [5-7]. Для определения содержания нерастворимых элементов в отработанных маслах используется ГОСТ 33159-2021. Этот стандарт предусматривает метод, основанный на добавлении коагулянта и последующем центрифугировании, промывке и сушке пробы отработанного масла. Однако у этого метода есть недостаток: он не позволяет определить поэлементный состав нерастворимых веществ в пробе отработанного масла. Это не даёт возможности определить, являются ли эти вещества элементами износа или элементами загрязнения, попавшими извне. Также невозможно определить их количественный состав и преобладающее количество одного из элементов. Поэтому этот ГОСТ не может быть использован для ранней диагностики моторного масла и системы «двигатель-моторное масло», так как он не даёт достаточной информации. Также существует ГОСТ 34242-2027 «Определение никеля, ванадия и железа методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой», который позволяет контролировать содержание трёх элементов износа двигателя внутреннего сгорания. Основным элементом, который необходимо контролировать, является железо. Его высокая концентрация может указывать на высокий уровень износа триботехнических пар или на необратимые процессы в двигателе, вызванные неправильным подбором смазочного материала или некорректной эксплуатацией агрегата. Таким образом, ни один из отечественных ГОСТов не предоставляет полного отчёта о количественном поэлементном содержании нерастворимых веществ в пробе отработанного масла. ГОСТ 33159-2021 позволяет определить содержание нерастворимых веществ в маслах, содержащих моющие присадки, но не даёт возможности провести поэлементный количественный анализ. ГОСТ 34242-2017 предоставляет возможность провести поэлементный количественный анализ только трёх элементов износа, при этом определение элемента никеля для анализа не требуется. Кроме того, для контроля деградации моторного масла в процессе эксплуатации необходимо определить качество работы присадок [8-11].

В нормативной документации отсутствует ГОСТ, который позволил бы определить наличие детергентных, диспергирующих и трибо-технических присадок в пробах отработанного моторного масла.

Выводы:

- выявлены основные проблемы в современной системе определения процесса деградации моторного масла;
- сформулированы новые требования к ГОСТам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 33159-2021. Масла смазочные отработанные. Определение содержания нерастворимых веществ.
2. ГОСТ 34242-2017. Нефть и нефтепродукты. Определение никеля, ванадия и железа методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.
3. ASTM D5185. «Метод для многоэлементного определения использованных и неиспользованных смазочных масел и базовых масел с помощью индуктивно связанной плазменной атомной эмиссионной спектроскопии».
4. Wear in Cummins M-11 /S. Li, A. A. Csontos, B. M. Gable, C. A. Passut, T. Jao // EGR test engines. – SAE paper. – 2002-01-1672
5. Афанасьев, А. С. Влияние режимов использования дизеля на дымность отработавших газов / А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов, С. М. Загорский // Техно-технологические проблемы сервиса. – 2014. – Т. №2, (28). – С. 56-58.
6. Порохня, А. А. Совершенствование системы нормирования ресурса моторного масла сельскохозяйственных тракторов Challenger MT865C на основе проведения испытаний отработанного масла / А. А. Порохня, И. Ю. Якименко. – Ставрополь : Актуальные проблемы инженерных наук, 2018 – 480 с.
7. Perić, S. Monitoring oil for lubrication of tribomechanical engine assemblies / S. Perić, B. Nedić // Journal of the Balkan tribological association. – 2010. – Vol. 16. – Pp. 242-257.
8. Application of dielectric spectroscopy for engine lubricating oil degradation monitoring, Sensors and Actuators / A L. Guan, X. L. Feng, G. Xiong, J. A. Xie // Physical. – 2011. – Vol. 168. – No.1. – Pp. 22-29.
9. Нигматуллин, Р. Г. Диагностика ДВС по анализу моторного масла / Р. Г. Нигматуллин, В. Р. Нигматуллин, И. Р. Нигматуллин. – Уфа : ГУП РБ «Уфимский полиграфкомбинат», 2011. – 297 с.
10. Дидманидзе, О. Н. Математическая модель фазового перехода сниженного метана в криогенном баке транспортного средства / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2020. – Т. 243. – С. 337-347.
11. Научные основы математического моделирования процессов теплообмена в теплообменнике тягово-транспортного средства / О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов, Е. П. Парлюк, В. В. Рудомазин. – М. : УМЦ «Триада», 2020. – 106 с.

12. Дидманидзе, О. Н. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем / О. Н. Дидманидзе, Н. А. Большаков, Р. Т. Хакимов // Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Москва, 29 октября 2018 года / Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2018. – С. 29-45.

Об авторах:

Якименко Илья Юрьевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Хакимов Рамиль Тагирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили, тракторы и технический сервис», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», haki7@mail.ru.

About the authors:

Ilya U. Yakimenko, postgraduate student, Saint-Petersburg State Agrarian University.

Ramil T. Khakimov, D.Sc. (Engineering), associate professor, Head of the Department «Automobiles, Tractors and Technical Service», Saint-Petersburg State Agrarian University, haki7@mail.ru.

СОВРЕМЕННЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ АПК НА ПРИМЕРЕ НОВЫХ РЕГИОНОВ РФ

Т. И. Ашмарина

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

Аннотация. Рассмотрены основные векторы развития АПК на примере новых территорий РФ. Определены значимые векторы развития новых территорий с учетом глобальных вызовов, поступающих из внешней среды.

Ключевые слова: развитие АПК, производство, новые территории, потребитель, организации.

MODERN AGRICULTURAL DEVELOPMENT TRENDS USING THE EXAMPLE OF NEW REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

T. I. Ashmarina

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

Abstract. The main vectors of agro-industrial complex development are considered on the example of new territories of the Russian Federation. Significant vectors of development of new territories have been identified, taking into account global challenges coming from the external environment.

Keywords: agro-industrial complex development, production, new territories, consumers, organizations.

В современных условиях развития экономики и экономических отношений значимым является развитие новых регионов РФ, которые несомненно имеют богатый потенциал развития в сфере АПК. К новым территориям относятся Донецкая и Луганская народные республики, часть территории которых по настоящий момент относятся к спорным. На современном этапе развитие АПК регионов представлено на основе программ социально-экономической стратегии развития субъектов РФ. В прошлом году на поддержку этих территорий было выделено три миллиарда рублей. Основная часть программы направлена на восстановление приоритетных направлений, в частности молочного скотоводства. Восстановление производства молока и молочных продуктов в настоящий момент в регионах является приоритетной

задачей государственной политики и по итогам 2024 года следует отметить устойчивый рост показателей производства.

К основным проблемам развития следует отнести недостаточность кадров, в частности специалистов в сфере животноводства: зоотехников, скотников, ветеринаров, и в сфере растениеводства, в частности: агрономов, механизаторов и т.д. Данный аспект, несомненно, является сдерживающим фактором развития территорий.

Вторым не менее важным стратегическим направлением является проведение агротехнических работ и возвращение основной части угодий в оборот использования сельскохозяйственных земель. Донецкая и Луганская республики в перспективе могут стать ведущими регионами по развитию таких направлений как: овощеводство открытого грунта, садоводство, выращивание злаковых и масленичных культур. Помимо этого, уже сейчас обсуждается проект развития сельскохозяйственных организаций по выращиванию лекарственных трав и эфиромаслиничных культур. Данное направление не является новым для региона, в 60-80 гг. в Луганской народной республике выращивание лекарственных трав было одним из направлений развития АПК, в частности, в регионе выращивались в промышленных масштабах такие культуры как пустырник, ромашка, шиповник и т.д.

Не менее значимым является техническое вооружение сектора АПК, которое несомненно должно соответствовать уровню других регионов РФ. Значимым является обновление машинно-тракторного парка, который за последние десятилетия обновлялся недостаточно. Несомненно, важным является внедрение новых эффективных технологий на производстве, поддерживаемых государством, в частности развитие «технологии бережливого производства» в приоритетных направлениях. В настоящий момент данная технология развития производства применена в хлебопекарной продукции, при производстве овощей и картофеля, как значимой овощной культуры.

Участие регионов в проекте «Сделано в России» является импульсом развития новых организаций, имеющих высокий научный и технический потенциал. В частности, уже сейчас в Донецкой Народной Республике реализуется программа развития организаций мясопродуктового подкомплекса АПК основой которого является создание уникальных цепей поставок с упором на восприятие основных ценностей продукта потребителем и создание новых потребительских отно-

шений. Несомненно продукция, производимая по «новым принципам», сможет в дальнейшем стать высококонкурентоспособной не только на рынках РФ, но и на международных рынках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ашмарина, Т. И. Экономика аграрного природопользования, перспектива развития / Т. И. Ашмарина // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В. П. Горячкина, Москва, 06-07 июня 2018 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – С. 379-382.
2. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2024. – 175 с.
3. Каратаева, О. Г. Бизнес-план сельскохозяйственных предприятий : учебное пособие/ О. Г. Каратаева, Н. В. Сергеева. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2018. – 117 с.
4. Цифровые трансформации в аграрном секторе экономики : коллективная монография / Под общей ред. профессора Ю. В. Чутчевой. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 340 с.
5. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надёжность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.
6. Чепурина, Е. Л. Организация инженерно-технической службы в молочном животноводстве / Е. Л. Чепурина, А. В. Чепурин, Д. Л. Севостьянова // Лучшая научно-исследовательская работа 2017 : сборник статей X Международного научно-практического конкурса, Пенза, 30 сентября 2017 года. – Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 23-29.
7. Чутчева, Ю. В. Трансформация мирового продовольственного рынка / Ю. В. Чутчева, Н. А. Ягудаева // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 44 (6). – С. 31-34.
8. 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 авторе:

Ашмарина Татьяна Игоревна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the author:

Tatiana I. Ashmarina, Cand.Sc. (Economic), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ НА МИРОВОМ РЫНКЕ МЯСА

Т. В. Бирюкова

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

Аннотация. Рассмотрены основные мировые тренды в потреблении мяса в развитых странах. Определены значимые векторы развития потребительских предпочтений с учетом влияния векторов на экологичность и здоровый образ жизни.

Ключевые слова: потребление мяса, производство мяса, потребитель, животноводство.

CURRENT TRENDS IN THE GLOBAL MEAT MARKET

T. V. Biryukova

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

Abstract. The main global trends in meat consumption in developed countries are considered. Significant vectors of consumer preferences development have been identified, taking into account the influence of the vectors of environmental friendliness and a healthy lifestyle.

Keywords: meat consumption, meat production, consumer, animal husbandry.

В современных условиях глобализации одним из значимых векторов развития производства является определение основных тенденций в потреблении, в частности мяса и мясных изделий. В настоящий момент в развитых странах потребление мяса и мясных изделий снижается ввиду ряда факторов, таких как: соблюдение вектора здорового питания, забота о окружающей среде, гуманное отношение к животным. Все вышеперечисленные тренды несомненно отражаются и на предложении. Так в странах ЕС в последние годы возрождается производство традиционных пород животных, в частности, в Германии на ряде предприятий возрождается производство таких пород свиней, как швебиш-халейская, ландшвайнская, мясо которых имеет особый вкус и отличается своей мраморностью. Не менее значимым вектором в потреблении является развитие спроса на мясо диких животных, в частности оленину, мясо кабана и т.д. Несомненно, возрождение спроса к

традиционным породам, а также потреблению мяса диких животных соответствует требованиям, которые в настоящий момент предъявляет потребитель к факторам производства и воздействия на окружающую среду, в частности, их можно производить щадящим для животных способом, оказывая минимальный вред экологии. Также данные виды мяса ценятся за их традиционный вкус и меньшую калорийность.

Несмотря на тенденции сокращения потребления мяса, потребители ждут новых вкусовых ощущений от данного продукта, что, несомненно, сказывается и на ассортименте предлагаемых видов мяса. Так в настоящий момент внедрение концепции «от носа до хвоста», согласно которой животное используется полностью с целью сокращения пищевых отходов, особую популярность на рынке получают такие виды вырезки как: стейк «флэт-айрон» (из лопатки), стейк «скёрт» (диафрагма) или пиканья (верхняя часть говядины), которые обладают особой глубиной вкуса. Поиск новых гастрономических ощущений, как правило, для потребителя является ответом на общемировую тенденцию, призыв в которой звучит, как «ты то, что ты ешь». Именно тщательный выбор продуктов питания, трансформация оценки воспринимаемой ценности продукта для здоровья являются главным трендом для потребителя поиска новых видов продуктов питания, которые создаются с учетом потребительских предпочтений и на новом качественном уровне.

Не менее значимой тенденцией является оживление спроса на ферментированное мясо, которое позволяет потребителям расширить гастрономические предпочтения в отношении данного продукта. Ферментированное мясо не только имеет более насыщенный вкус, но и считается полезным для здоровья, поскольку в процессе ферментации высвобождаются пищеварительные ферменты, оно обладает пробиотическими свойствами, что отвечает главному тренду «здоровое питание». Именно сочетание использования современных технологий с пользой для здоровья является главным вектором развития производства основных продуктов питания на рынке, так как поиск новых гастрономических ощущений в большинстве своем связан с поиском новых решений в производстве.

Развитие рынка продукции глубокой переработки, в частности полуфабрикатов, несомненно повторяет общие тенденции рынка. В настоящий момент потребитель ценит такие значимые факторы при выборе полуфабрикатов как: время приготовления, высокое качество

продукта, экологичность, калорийность. Все вышеперечисленные факторы дали развитие производству полуфабрикатов высокого качества с минимальным воздействием на сам продукт, которые позволяют потребителю не тратить много времени на приготовление блюда, но при этом следовать общим тенденциям, существующим на рынке.

К совершенно новым тенденциям на мировом рынке мяса можно отнести популяризацию потребления новых гибридных видов мяса. Как правило это сочетание растительного вида мяса с животным. Такие продукты стали ответом на потребительские запросы, сконцентрированные на пользе продукта, сокращении углеродного следа при его производстве, но при этом полностью сохраняющие вкус мясных изделий.

Все вышеперечисленные тренды несомненно оказывают серьезное воздействие на сокращение производства основных видов мяса в развитых странах, развитие высокотехнологичных решений при производстве, которые несомненно позволяют повышать качество произведенной продукции, а также позволяют это качество гарантировать потребителю. Несомненно, особую роль здесь играет развитие производства традиционных пород животных, создание новых продуктов, отвечающих запросам потребителей и главное сохраняющих свою аутентичность. В настоящий момент, значимым для европейских потребителей является региональная принадлежность происхождения продукта, которая является дополнительным критерием воспринимаемой его ценности. Все вышеперечисленное переносит акцент производителя на развитие модели маркетинг-отношений с потребителем на основе новой модели, где ценность и воспринимаемые характеристики продукта связаны с главным вектором развития – сохранением окружающей среды. Региональный знак качества продукции является дополнительным фактором воспринимаемой ценности продукта и по сути является брендом качества региональной принадлежности продукта, который в настоящий момент высоко ценится потребителем.

Таким образом, на наш взгляд современные тренды развития рынка мяса и мясных изделий являются продолжением вектора развития социально-этической концепции, в которой первое значимое место уделяется сохранению окружающей среды, гармоничному развитию потребительских предпочтений на основе поиска новых гастрономических ощущений и пользы для здоровья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ашмарина, Т. И. Экономика аграрного природопользования, перспектива развития / Т. И. Ашмарина // Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина, Москва, 06-07 июня 2018 года. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – С. 379-382.
2. Бирюкова, Т. В. Проблемы и перспективы развития свиноводства в странах ЕС / Т. В. Бирюкова. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015. – 186 с.
3. Бирюкова, Т. В. Органическая продукция: основные перспективы развития потребительских предпочтений / Т. В. Бирюкова // Образование и право. – 2020. – № 4. – С. 409-412.
4. Парлюк, Е. П. Методология инновационно-информационного развития и модернизации сельскохозяйственного производства с учетом региональных особенностей / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 5. – С. 114-115.
5. Цифровые трансформации в аграрном секторе экономики: коллективная монография / Под общей ред. профессора Ю. В. Чутчевой. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 340 с.
6. Бирюкова, Т. Тенденции развития мирового рынка мяса и его структура / Т. Бирюкова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2011. – № 2. – С. 45-46.
7. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 1. – С. 33-38.
8. Чутчева, Ю. В. Трансформация мирового продовольственного рынка / Ю. В. Чутчева, Н. А. Ягудаева // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 44(6). – С. 31-34.

Об авторе:

Бирюкова Татьяна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the author:

Tatyana V. Biryukova, Cand.Sc. (Economic), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛУЧАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ ОБЪЕКТОВ ДВИЖЕНИЯ

Р. Н. Егоров, Д. А. Недорезов

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

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс формирования и использования информационных потоков в системах подвески транспортных средств, развитие информационных технологий и систем подвески со встроенными датчиками и методы сбора данных. Кроме того, в статье рассмотрена возможность осуществления сбора данных о состоянии дорожного полотна в режиме реального времени, как для последующей выработки безопасных траекторий движения машины, так и для скорейшего и качественного ремонта дорог.

Ключевые слова: безопасность, подвеска, неровности дороги, информационные потоки.

MONITORING THE CONDITION OF THE ROAD SURFACE USING INFORMATION RECEIVED FROM TRAFFIC OBJECTS

R. N. Egorov, D. A. Nedorezov

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

Abstract. This article examines the process of forming and using information flows in vehicle suspension systems. The development of information technology and suspension systems with integrated sophisticated sensors and data collection methods. In addition, the article considers the possibility of collecting data on the condition of the roadway in real time, both for the subsequent development of safe vehicle trajectories and for the fastest and high-quality road repairs.

Keywords: safety, suspension, road bumps, information flows.

Формирование и использование информационных потоков в системах подвески транспортных средств имеют решающее значение для повышения производительности, комфорта и безопасности. Элементы подвески транспортных средств предназначены для изоляции шасси и пассажиров от неровностей дороги, обеспечивая плавность хода с помощью таких компонентов, как пружины и амортизаторы [1, 2].

С развитием технологий в современные системы подвески были встроены сложные датчики и реализованы методы сбора данных, что позволяет осуществлять мониторинг в режиме реального времени и адаптивно корректировать настройки подвески в зависимости от меняющихся дорожных условий [3, 4, 8].

Примечательно, что интеграция этих информационных потоков привела к разработке адаптивных систем подвески, которые используют данные в реальном времени для оптимизации динамики автомобиля.

Геолокация транспортного средства в режиме реального времени позволяет получать точные координаты неровностей на дорожном полотне. Важнейшей особенностью получаемой информации должно быть текущее состояние дороги в пятне контакта каждого конкретного колеса. Системы используют различные датчики для сбора информации о дорожном покрытии и поведении автомобиля, и способны в дальнейшем динамически регулировать характеристики подвески и повышать качество езды и управляемость [5, 6, 7].

Однако использование сложных информационных потоков также создаёт проблемы и противоречия, связанные с надёжностью, стоимостью и обслуживанием таких передовых систем. Сложность этих технологий безусловно может привести к увеличению расходов на ремонт и потенциальным сбоям в критических ситуациях, если их не обслуживать, учитывая эксплуатацию [7, 10].

Тем не менее, преимущества, в том числе улучшенный комфорт, улучшенная управляемость и повышенная безопасность, подчёркивают важность информационных потоков в современных системах транспортных средств [6].

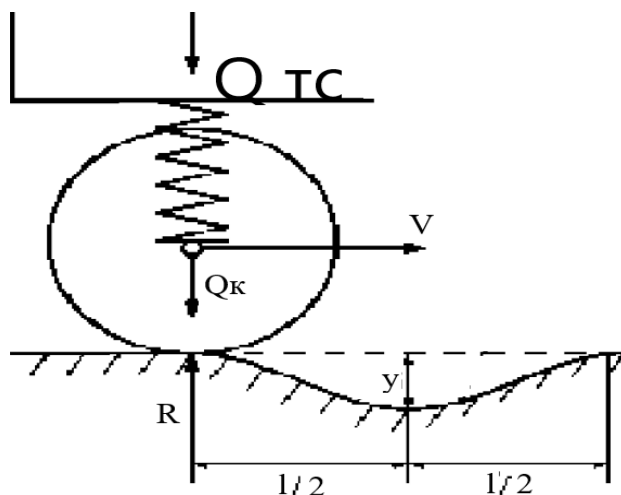


Рисунок 1 – Схема согласованности колеса с покрытием

Система подвески транспортного средства играет важную роль в изоляции шасси и пассажиров от внезапных вертикальных смещений, вызванных неровностями дорожного покрытия [1].

Отслеживать перемещения подвески возможно линейными датчиками, учитывая коэффициент динамичности K_d :

$$K_d = 1 + \frac{2\pi^2 v^2 y}{gl} + \frac{Q_k}{Q_{tc} + Q_k}, \quad (1)$$

где y – вертикальный размер неровности,

l – длина участка неровности,

g – ускорение свободного падения,

Q_{tc} , Q_k – подрессоренная и неподрессоренная массы транспортного средства.

Возможен учет бесконтактным способом: магнитострикционные датчики, ультразвуковые и пр.

Современные системы подвески всё чаще полагаются на сложные датчики и системы сбора данных для мониторинга условий в режиме реального времени. Эти датчики собирают данные о неровностях дорожного покрытия, скорости транспортного средства и действиях водителя, что позволяет адаптивно корректировать настройки подвески, а также возможно, траекторию движения. Например, интеграция технологии LIDAR позволяет транспортным средствам точно измерять контуры дороги, повышая способность подвески динамически реагировать на изменения рельефа, а также поможет совместно с геолокацией машины в режиме реального времени закрепить информацию о конкретной неровности дорожного полотна на электронной карте [4].

Эффективная связь между различными компонентами системы подвески имеет решающее значение, в том числе и для сбора информации о неровностях под каждым конкретным колесом. Данные, собранные датчиками, передаются в центральный блок управления, который обрабатывает информацию и отправляет команды для соответствующей настройки подвески и записывает с привязкой к геолокации характеристики неровностей в пятне контакта всех опорных колес с дорожным полотном. Такая координация системы позволяет автомобилю адаптироваться к различным дорожным условиям. Эта возможность регулировки в реальном времени обеспечивает лучшую управляемость при динамических манёврах, делая вождение более приятным и безопасным [5, 9].

Эти данные в режиме реального времени имеют решающее значение для поддержания устойчивости автомобиля и комфорта пассажиров, поскольку позволяют системе регулировать уровень амортизации в зависимости от текущих условий вождения. Вместе с тем поможет в оценке состояния дорожного полотна в пятне контакта колеса с дорогой, а при наличии большего числа датчиков и всей полосы движения.

Поток информации также является неотъемлемой частью взаимодействия между системой подвески и системами управления транспортным средством. Усовершенствованные алгоритмы, такие как диагональные рекуррентные нейронные сети (DRNN), могут обрабатывать поступающие данные для оптимизации работы полуактивных систем подвески [4].

Регулируя реакцию подвески и траекторию движения в режиме реального времени, эти системы управления могут значительно улучшить качество езды и управляемость, кроме того, увеличат ресурс элементов подвески. Благодаря этой интеграции создается непрерывная обратная связь, которая обеспечивает оперативное реагирование на любые изменения условий вождения, что делает езду более безопасной и комфортной, в том числе и за счет накопленной информации о неровностях и их характеристиках на автомобильных дорогах с привязкой к местоположению на электронной карте [4].

Отклонения качества дорожного полотна от стандарта при наличии постоянно актуализирующейся базы данных от движущихся объектов, позволит дорожным службам оперативнее и точнее решать задачи по поддержанию дорожного полотна в требуемом ГОСТ Р 50597-2017 состоянии.

Улучшение состояния дорожного полотна позволит снизить число неисправностей транспортных средств, аварийность и позволит экономить владельцам транспорта на ремонте подвески и шин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров, Р. Н. Обеспечение качества перевозки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 62-67.
2. Техническая эксплуатация автомобилей / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, Д. Г. О. Асадов, В. С. Богданов, Е. П. Парлюк, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев, Г. Е. Митягин, В. В. Сильянов. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 564 с.

3. Егоров, Р. Н. Обоснование выбора и оснащенности подержанного коммерческого транспорта / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин, Т. А. Паршикова // Международный технико-экономический журнал. – 2015. – № 6. – С. 87-91.
4. Егоров, Р. Н. Основы транспортных технологий и систем на транспорте / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких. – М. : ООО «Автограф», 2021. – 220 с.
5. Shot lot transportation by road transport / R.N. Egorov, Yu.S. Korotkikh, O.V. Vinogradov, V.G. Ryabchikova // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. – Krasnoyarsk, 2021.
6. Механизация растениеводства (термины и определения) : учебное пособие / Н. В. Алдошин, М. А. Мехедов, В. И. Пляка, И. Н. Гаспарян. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 260 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. Работоспособность технических систем : учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Апатенко [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 379 с.
9. Чепурин, А. В. Организация фирменного сервиса отечественной сельскохозяйственной техники / А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарева // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 40-43.
10. Парлюк, Е. П. Совершенствование организации технического сервиса машин и оборудования / Е. П. Парлюк, Д. Л. Кушнарева // Сельский механизатор. – 2023. – № 3. – С. 38-40.

Об авторах:

Егоров Роман Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», egorov@rgau-msha.ru.

Недорезов Данил Алексеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the authors:

Roman N. Egorov, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, egorov@rgau-msha.ru.

Danil A. Nedorezov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С. П. Казанцев, К. М. Логачёв

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

Аннотация. *Технология обеспечивает равномерное карбидохромовое покрытие с микротвёрдостью до 19 ГПа на труднодоступных поверхностях, включая отверстия 0,2 мм, и сокращение времени осаждения. Установлены оптимальные режимы по формированию покрытия. Покрытия имеют повышенную износо- и коррозионную стойкость, увеличивая ресурс распылителей до 10000 мото-ч. Экономический эффект от внедрения технологии превышает 85 млн рублей за 5 лет.*

Ключевые слова: *покрытие, карбид хрома, низкотемпературный процесс, распылитель форсунки, вакуум, микротвёрдость, толщина, поверхность.*

INNOVATIVE TECHNIQUE FOR THE REFURBISHMENT AND REINFORCEMENT OF DIESEL ENGINE FUEL INJECTORS

S. P. Kazantsev, K. M. Logachev

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

Abstract. *The technology ensures a uniform chromium carbide coating with a microhardness of up to 19 GPa on hard-to-reach surfaces, including 0.2 mm orifices, and reduces deposition time. Optimal coating formation regimes have been established. The coatings exhibit enhanced wear and corrosion resistance, increasing the service life of the injectors to 10,000 operating hours. The economic benefit from the implementation of this technology is estimated to exceed 85 million rubles over 5 years.*

Keywords: *coating, chromium carbide, low-temperature process, fuel injector, vacuum, microhardness, thickness, surface.*

Введение

К сельскохозяйственным машинам, работающим в тяжёлых условиях, предъявляются высокие требования по надёжности. Анализ статистики отказов работы дизелей свидетельствует о том, что более 40 % случаев отказов двигателей приходится на топливную аппаратуру. Из них двенадцатую часть занимает форсунка. Не менее 66 % неисправностей форсунок автотракторных дизелей приходится на распылитель.

Ресурс отечественных распылителей не превышает 4000 м·ч, что ниже, чем у зарубежных изготовителей в 3,7 раза [1].

Основные изнашиваемые части распылителя это: направляющая поверхность, запорный конус и распыляющие отверстия. Максимальная величина износа достигает 78 мкм [2]. Основные причины износа деталей распылителя – это неудовлетворительная фильтрация топлива и недостаточная микротвёрдость рабочих поверхностей. В работах профессоров Ачкасова К. А. и Бугаева В. Н., посвященных повышению надёжности топливной аппаратуры дизелей, доказано, что необходимый уровень упрочнения должен составлять не менее 14 ГПа.

Отечественные распылители форсунок изготавливают из различных марок сталей, твёрдость которых после термической и химико-термической обработки имеют 59...64 HRC. В то время как микротвёрдость абразивных частиц достигает 21 ГПа. Для сохранения физико-механических свойств сталей при восстановлении и упрочнении распылителей температурное воздействие не должно превышать 200 °С [3].

Разработанные методы восстановления распылителей форсунок дизелей, в том числе в МГАУ имени В. П. Горячкина, не позволяют восстанавливать ремфонд в полном объёме из-за недостаточной толщины получаемых покрытий [4]. Перегрев деталей приводит к их короблению и отпуску стали. Коробление прецизионных деталей после высокотемпературных процессов борирования, титанирования и хромирования возникает в результате релаксации внутренних напряжений и роста зерна в стали. Для сохранения несущей способности получаемых износостойких покрытий, требуется повторная закалка [3]. Это дополнительно увеличивает деформацию корпуса и иглы распылителя форсунки. При последующем формировании геометрии прецизионных деталей необходим дополнительный припуск на шлифование. Разнотолщинность покрытия приводит к неравномерной твёрдости рабочей поверхности.

Цель работы

Разработка низкотемпературной технологии восстановления распылителей форсунок автотракторных дизелей термическим разложением соединений гексакарбонила хрома при температуре технологического процесса ниже уровня отпуска сталей, применяемых при изготовлении деталей распылителя.

Методика исследования

В основу теоретических исследований положены законы термодинамики, основные положения теории упругости и надёжности, методы физического и математического моделирования. Экспериментальные исследования проведены с использованием современных приборов, аппаратуры и стендов, стандартных методик, международных стандартов.

Результаты исследования

Установлены основополагающие требования, базирующихся на устранении недостатков существующих способов, к новой технологии восстановления и упрочнения распылителей [1]:

- получение на поверхностях деталей износостойкого слоя с микротвёрдостью не менее – 16,8 ГПа;
- технологический процесс получения покрытия должен быть осуществим при температуре ниже 200°C;
- покрытие должно быть нанесено и на труднодоступные поверхности деталей, включая диаметр отверстий 0,2 мм;
- шероховатость поверхности покрытия Ra0,05;
- продолжительность формирования покрытия до 1 часа;
- сцепляемость покрытия с подложкой не менее – 15 МПа.

Одним из фундаментальных свойств термодинамических систем является их способность приходить в состояние равновесия при неизменных внешних условиях. Это означает, что система будет находиться в таком состоянии сколь угодно долго, не испытывая макроскопических изменений, пока не подвергнется внешним воздействиям. В виду этого нанесение равномерных износостойких покрытий, имеющих заранее заданные характеристики, из карбида хрома на поверхности деталей возможно, и такое свойство системы будет способствовать их формированию.

Впервые предложено использовать гипотезу двух приближений для определения минимальной температуры термического распада гексакарбонила хрома с последующей химической парофазной металлизацией в условиях вакуума. На первом этапе необходимо установить возможность протекания химических реакций в реакционной камере CVD-установки, а на втором — определить зависимость снижения температуры разложения карбонила и начала металлизации в вакууме. Это позволяет оптимизировать условия нанесения покрытий на детали распылителя форсунки, что может улучшить их эксплуатационные характеристики.

Анализ термодинамики разложения гексакарбонила хрома в работах В. Г. Сыркина и Н. Н. Чупятова позволил обосновать нижний порог температуры процесса в 300°C [5].

Нами получено новое уравнение регрессии энергии Гиббса (1), которое определяет изотермический потенциал, и теоретически обоснованно снижение температуры разложения гексакарбонила хрома с 300 до 123°C (рисунок 1).

$$G(T, P) = 141,6 - 0,98T + 0,004P - 7,9 \cdot 10^{-9} \cdot T^2 + \\ + 9,4 \cdot 10^{-7} \cdot TP - 4,1 \cdot 10^{-8} \cdot P^2 \quad (1)$$

где $G(T, P)$ – изменение энергии Гиббса в зависимости от температуры подложки и глубины вакуума, кДж; T – температура начала (завершения) протекания термодинамической реакции, К; P – глубина вакуума в реакторе CVD-установки, Па.

Температура подложки, °C	Глубина вакуума в реакторе CVD-установки, Па								
	101 325	10 000	1 000	100	10	1	0,1	0,01	0,001
	Изобарно-изотермический потенциал ΔG , кДж								
50	125,85	119,63	113,44	107,26	101,08	94,89	88,71	82,53	76,34
100	81,10	73,92	66,78	59,64	52,50	45,36	38,22	31,08	23,94
150	36,36	28,22	20,12	12,02	3,93	-4,17	-12,27	-20,37	-28,47
200	-8,38	-17,49	-26,54	-35,60	-44,65	-53,71	-62,76	-71,82	-80,87
250	-53,12	-63,19	-73,20	-83,22	-93,23	-103,24	-113,25	-123,26	-133,28
300	-97,86	-108,90	-119,86	-130,83	-141,80	-152,77	-163,74	-174,71	-185,68
350	-142,61	-154,60	-166,53	-178,45	-190,38	-202,31	-214,23	-226,16	-238,09
400	-187,35	-200,30	-213,19	-226,07	-238,96	-251,84	-264,72	-277,61	-290,49
Температура начала металлизации	191,00	181,00	172,00	163,00	154,00	146,00	138,00	130,00	123,00
Исследователи	В.Г. Сыркин			М.Н. Ерохин, Н.Н. Чупятов			С.П. Казанцев, К.М. Логачёв		

Рисунок 1 – Изменения энергии Гиббса в зависимости от глубины вакуума и температуры подложки

Для определения необходимого уровня микротвёрдости и несущей способности карбидохромового покрытия были рассмотрены три схемы нагружения направляющей поверхности распылителя. Выведена формула для определения критической толщины износостойкого слоя в зависимости от размера абразивной частицы, её твёрдости и твёрдости покрытия [6].

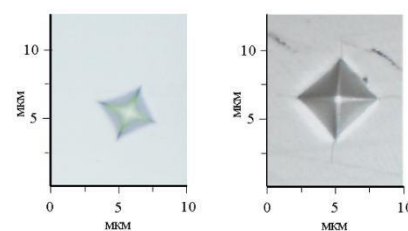
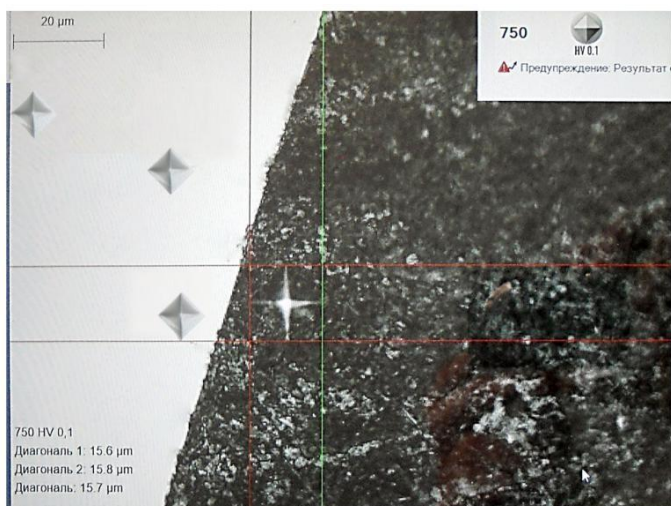
Для восстановления ремфонда в полном объёме нами выведены формулы определения толщины покрытия для направляющей и распы-

ляющих отверстий [1]. Особенностью формул является отсутствие величины коробления деталей. Несущая способность покрытия составила 0,082 мкм, что является критическим значением для поддержания структурной целостности покрытия. Кроме того, установлены оптимальные толщины покрытия, необходимые для восстановления ремфонда на различных поверхностях деталей распылителя. В направляющей части эта толщина составила 45,6 мкм, а в распыляющих отверстиях – 139,5 мкм. Для серийного производства распылителей было рекомендовано, чтобы толщина покрытия составляла не менее 3 мкм [6].

Для нанесения карбидохромового покрытия на иглы распылителя применялась вакуумная CVD-установка. Равномерное осаждение покрытия обеспечивалось за счёт вращения рабочего стола [5]. Скорость вращения 50 об/мин. Данный способ не позволяет наносить покрытие на внутренние труднодоступные поверхности корпуса распылителя. Для решения этой проблемы нами разработан новый способ с применением нового типа реактора с индивидуальным нагревом корпусов распылителя [7]. Равномерное осаждение обеспечивается за счёт протяжки реакционной среды [8].

В работе экспериментально исследовали влияние глубины вакуума и скорости подачи карбонила в реакционную камеру, что позволило определить скорость осаждения покрытия и его микротвёрдость. Проведенный многофакторный эксперимент позволил получить функции отклика, отражающие зависимость характеристик покрытия от скорости его роста, подачи реакционной среды и глубины вакуума. Экспериментальные исследования позволили установить влияние различных факторов на микротвёрдость и скорость роста карбидохромового покрытия.

Анализ микроструктуры карбидохромового покрытия, полученного при температуре 195°C и глубине вакуума в диапазоне от 0,1 до 0,001 Па, показал микротвёрдость до 19,4 ГПа. Используемый температурный режим не влияет на изменение структуры сталей 12Х2Н4А и Р6М5 [1]. Оптимальный режим для нанесения качественного карбидохромового покрытия включает глубину вакуума 0,025 Па, температуру подложки 161°C, подачу реакционной среды 1,0 л/час и температуру реакционной среды 60°C. При таких условиях достигается максимальная микротвёрдость до 19 ГПа при скорости роста 2,5 мкм/мин. При этом микротвёрдость покрытия остаётся равномерной по всей его длине и толщине, что является важным показателем качества покрытия (рисунок 2).



Отпечаток от индентора на карбидохромовом покрытии после приложенной нагрузки 0,2Н:

а – толщина покрытия 5 мкм;
б – толщина покрытия 2 мкм.

Отношение диагоналей отпечатков от индентора на карбидохромовом покрытии и подложке после приложенной нагрузки 1,0Н

Рисунок 2 – Определение микротвёрдости карбидохромового покрытия и подложки при нагрузке 1Н после парофазной металлизации на оптимальном режиме

Рентгеноструктурный анализ показал, что покрытия, полученные методом термического разложения гексакарбонила хрома при различных глубинах вакуума 10^{-1} , 10^{-2} и 10^{-3} Па и температуре осаждения 161°C , состоят из карбида хрома Cr_3C_2 с примесями оксида хрома Cr_2O_3 . Кроме того, масс-спектральный анализ показал, что наибольшая концентрация карбида хрома и наименьшая концентрация примесей наблюдаются в образце с покрытием, полученным при глубине вакуума 10^{-3} Па.

Карбидохромовые покрытия показывают существенное повышение адгезии к подложке по сравнению с электролитическим хромированием – в 2,3 раза, достигая значения 34 МПа. Это указывает на то, что метод CVD обеспечивает более прочную связь между покрытием и подложкой, что важно для повышения долговечности и эксплуатационных характеристик изделий. Применение никелевого подслоя толщиной до 5 мкм позволяет увеличить сцепляемость карбида хрома еще в 2 раза [9].

Испытания на машине трения показали, что износостойкость упрочнённых образцов к неупрочнённым составляет 4,1...5 раза. Коррозионные испытания образцов в среде азотной и серной 10 % кислоты показали, что коррозионная стойкость упрочнённых образцов в 3,5...4 раза выше.

На основе проведённых исследований разработана структурная схема технологического процесса восстановления распылителей и предложены рекомендации производству [10].

В соответствии с износными испытаниями ресурс упрочнённых распылителей не менее 10 000 мото-ч, что выше в 2,5 раза в сравнение с серийными. Срок эксплуатации не менее 2,6 года при годовой наработке автотракторного дизеля 3800 мото-ч.

Экономический эффект новой технологии более 85 млн рублей при изготовлении и реализации 855,5 тыс. единиц за 5 лет. При этом рентабельность технологии – 45,57 %. Срок окупаемости составит 2,1 года при объёме капиталовложений 23 млн рублей.

Выводы:

1. Анализ литературных источников по технологиям восстановления распылителей форсунок автотракторных дизелей показал, что наиболее перспективной является разработка низкотемпературной технологии нанесения карбидохромовых покрытий CVD-методом в вакууме, исключающем коробление прецизионных деталей.

2. Обоснована возможность протекания химических реакций разложения соединений гексакарбонила хрома в реакторе CVD-установки при минимальной температуре нагрева деталей 123°C и глубине вакуума 0,001 Па с последующим образованием карбидов хрома Cr_3C_2 .

3. Теоретически установлена минимальная толщина покрытия 0,082 мкм при микротвёрдости 16,8 ГПа, которая обеспечивает его несущую способность в условиях гидроабразивного изнашивания.

4. Разработана новая CVD-установка для осаждения карбидохромовых покрытий на внутренних труднодоступных поверхностях корпуса распылителя.

5. Покрытия имеют равномерную по толщине микротвёрдость до 19,4 ГПа, шероховатость поверхности не выше $Ra_{0,05}$. Прочность сцепления карбидохромового покрытия с подложкой – 34 МПа.

6. На машине трения установлено, что упрочнение опытных образцов приводит к увеличению износостойкости сопряжения в 4,1...5,0 раза в сравнении с серийными. Покрытие повышает коррозионную стойкость сталей 12Х2Н4А и Р6М5 в кислой среде в 3,5...4 раза, в щелочной – в 6...7 раз.

7. Экономический эффект от внедрения разработанной технологии за 5 лет составит более 85 млн рублей. Рентабельность технологии 45,57 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логачев, К. М. Разработка технологии восстановления распылителей форсунок автотракторных дизелей термическим разложением соединений гексакарбонила хрома : дис. ... канд. техн. наук / Логачев Константин Михайлович, 2023. – 216 с.
2. Скороходов, Д. М. Влияние износа деталей распылителей форсунок на показатели автотракторных дизелей / Д. М. Скороходов, К. М. Логачёв // Доклады ТСХА, Москва, 02-04 декабря 2020 года. Выпуск 293, Часть III. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2021. – С. 377-380.
3. Деформация прецизионных деталей топливной аппаратуры дизелей при восстановлении методом диффузионной металлизации / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, А. Г. Пастухов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2022. – Т. 16, № 3. – С. 4-11. – DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-3-4-11.
4. Скороходов, Д. М. Анализ способов восстановления деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей / Д. М. Скороходов, О. В. Чеха, К. М. Логачёв // Научно-исследовательские публикации. – 2022. – № 3. – С. 61-65.
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. Критическая толщина упрочняющего покрытия на рабочих поверхностях деталей распылителя форсунки / М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев, И. Ю. Игнаткин [и др.] // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 6. – С. 56-62. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-6-56-62.
7. Патент на полезную модель № 216021 U1 Российская Федерация, МПК C23C 16/32, C23C 16/54. Устройство для формирования износостойкого покрытия из карбида хрома на восстанавливаемой внутренней поверхности корпуса распылителя форсунки: № 2022120149: заявл. 22.07.2022: опубл. 13.01.2023 / М.Н. Ерохин, С. П. Казанцев, Н. Н. Чупятов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».
8. Логачев, К. М. Модернизация CVD-установки для осаждения карбида хрома на внутренних поверхностях корпуса распылителя форсунки дизельных двигателей / К. М. Логачев // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 3. – С. 84-90. – DOI 10.26897/2687-1149-2023-3-84-90.
9. Повышение производственной безопасности CVD-метода металлоорганических соединений при восстановлении деталей машин / Л. В. Козырева, В. В. Козырев, Н. Н. Чупятов, Н. А. Филиппова // V международный Балтийский морской форум : материалы форума, Калининград, 21-27 мая 2017 года. – 2017. – С. 924-929.
10. Логачев, К. М. Технология восстановления и упрочнения распылителей форсунок автотракторных дизелей химической парофазной металлизацией / К. М. Логачев // 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 имени К. А. Тимирязева, 2023. – С. 473-478.

Об авторах:

Казанцев Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», kazansev@rgau-msha.ru.

Логачёв Константин Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», klogachyov@mail.ru.

About the authors:

Sergei P. Kazantsev, D.Sc. (Engineering), professor, Head of the Department of Strength of Materials and Machine Parts, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kazansev@rgau-msha.ru.

Konstantin M. Logachev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, klogachyov@mail.ru.

ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО АПК

Е. А. Овсянникова, А. Г. Степанова

ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрена сущность и роль цифровых технологий в развитии современной цифровой экономики применительно к агропромышленному комплексу, проанализированы преимущества и недостатки при внедрении цифровых инструментов для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровое сельское хозяйство, умное поле, умная теплица, цифровые технологии.

ADVANTAGES OF DIGITAL AIC DEVELOPMENT

E. A. Ovsyannikova, A. G. Stepanova

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow, Russian Federation

Abstract. This article examines the essence and role of digital technologies in the development of a modern digital economy in relation to the agro-industrial complex, and analyzes the advantages and disadvantages of introducing digital tools to ensure the country's food security.

Keywords: digital economy, digital agriculture, smart field, smart greenhouse, digital technologies.

Введение

Агропромышленный комплекс является одной из важных отраслей экономики, так как обеспечение населения качественными и безопасными продуктами питания лежит в основе стабильности и процветания государства. Но особенность ведения сельского хозяйства заключается в том, что без финансовой поддержки государства невозможно конкурировать с мировыми производителями сельскохозяйственной продукции. Осуществление финансирования сельского хозяйства позволяет решить следующие проблемы: качественное и в полном объёме обеспечение внутреннего рынка продуктами питания, решение вопросов демографии на сельской территории, формирование рынка труда, развитие социальной инфраструктуры и увеличение доходов населения, проживающих в сельской местности.

Для эффективного развития данной отрасли необходимо применение инновационных разработок, которые позволяют повысить уровень конкурентоспособности, обеспечить продовольственную безопасность и эффективность производства каждой сельскохозяйственной организации.

Мировые продовольственные системы стремятся выйти на новый технологический уровень – «Сельское хозяйство 4.0», который заключается в использовании при производстве сельскохозяйственной продукции современных цифровых технологий и внедрении «умных» решений.

Цель – анализ состояния уровня применения цифровых технологий при реализации производства продукции сельскохозяйственного назначения.

Для обеспечения продовольственной безопасности России, необходимо производить, перерабатывать и реализовывать все виды сельскохозяйственной продукции. Это станет возможным при использовании современных цифровых инструментов, позволяющих более эффективно развивать агропромышленный комплекс. В настоящее время выполняется реализация Доктрины продовольственной безопасности, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20. Целью данного документа является обеспечение материально-техническим оснащением научно-исследовательских организаций сельскохозяйственного профиля, в том числе через льготную закупку сельскохозяйственной техники по программе «Федеральный лизинг», реализуемой Акционерным обществом «Росагролизинг».

Научные исследования в интересах развития сельского хозяйства и агропромышленного комплекса выполняют 107 федеральных государственных бюджетных научных учреждений (ФГБНУ) Минобрнауки России. Было создано 45 федеральных научных центров и 30 междисциплинарных научных центров. Процесс поддержки государства представлен на рисунке 1 [1].

Минсельхоз РФ определило основные направления цифровой трансформации агропромышленного комплекса:

«Цифровое землепользование» – предусматривает создание и внедрение автоматизированной системы управления, планирования и использования земель сельскохозяйственного назначения. Система будет функционировать на основе цифровых, дистанционных, геоинформационных технологий и методов компьютерного моделирования.



Рисунок 1 – Структура взаимодействия органов власти и производителей сельскохозяйственной продукции

«Умное поле» – внедрение цифровых технологий сбора, обработки и использования больших объемов данных о состоянии почв, растений и окружающей среды, что обеспечит стабильный и предсказуемый рост производства продукции растениеводства.

«Умный сад» – система автоматического сбора и анализа данных о состоянии агробиоценоза сада для принятия бизнес-решений и их осуществления роботизированными техническими средствами.

«Умная теплица» – комплекс программно-аппаратных решений и роботизированных «умных» технологий на базе применения интернета вещей. Система предназначена для выращивания растений в закрытых системах в защищенном грунте. Ее внедрение позволит снизить издержки производства, повысить производительность работ и объем урожая, наладить выпуск новых субстратов и удобрений.

«Умная ферма» – решения по разработке ферм нового уровня с автоматизированными системами управления, изменяющими условия содержания животных в зависимости от микроклимата и их состояния.

Применение данных решений предполагает запуск в субъектах РФ проектов цифровых систем, основанных на современных технологиях, методах, алгоритмах [2, 3].

Национальный проект «Цифровая экономика Российской Федерации» включает ускоренную и системную цифровую трансформацию

сельскохозяйственного производства. Минсельхоз России разработал дорожную карту по цифровизации полевых работ. А в рамках государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса РФ в 2023-м году впервые за 30 лет была начата работа по инвентаризации земель и созданию федеральной карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения.

Дроны используются для наблюдения за посевами, выявления болезней и вредителей, а также для картирования ферм и сбора информации о здоровье растений и почвы. Они могут быстро покрывать большие территории, что делает их эффективными инструментами в сельском хозяйстве [4-6].

Мобильные приложения и платформы предоставляют аграриям информацию о сельскохозяйственных операциях, погоде, рынках и прочих полезных ресурсах.

Цифровые технологии в управлении агропромышленного комплекса включают в себя различные аналитические инструменты и базы данных, в результате которых пользователи получают:

1. среднесрочные прогнозы состояния и развития основных агропродовольственных рынков;
2. схему размещения предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности;
3. оценку влияния различных вариантов аграрной политики на состояние сельского хозяйства, доходы потребителей, динамику внешней торговли продовольствием и сельскохозяйственным сырьем, расходы консолидированного бюджета;
4. мониторинг состояния и тенденций развития исследований в области сельскохозяйственных наук;
5. мониторинг состояния плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения для обеспечения достоверной информацией о состоянии почв для последующего принятия управленческих решений.

На основании проведенного анализа современных цифровых решений, можно выявить следующие преимущества цифровизации сельского хозяйства:

1. повышение производительности и эффективности работ;
2. точная аналитика и управление рисками;
3. улучшение качества и количества производимой продукции, урожая;

4. устойчивое развитие и сокращение вреда для экологии;
5. облегчение ручного труда и сокращения рисков от человеческого фактора.

Но также, в настоящее время существует и ряд проблем, которые возникают при внедрении цифровых технологий – это высокие затраты на их внедрение в сельское хозяйство; отсутствие квалифицированных специалистов; сокращение рабочих мест.

Автоматизация меняет методы ведения сельского хозяйства, повышает эффективность, оптимизирует производство продовольствия, сокращает количество отходов и способствует устойчивому развитию аграрной индустрии. Использование на практике современных инженерных разработок, позволяет увеличить производительность сельскохозяйственных предприятий [8].

Однако существуют проблемы и вызовы, преодолеть которые можно только при условии значительного финансового инвестирования, а также с помощью поэтапного обучения сельхозтоваропроизводителей новым методам и способам ведения агробизнеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аптекман, А. Цифровая Россия: новая реальность [Электронный ресурс] / А. Аптекман, В. Калабин, В. Клинцов. – 2017. – 133 с. – Режим доступа: <http://www.mckinsey.com/global-locations/europe-andmiddleeast/russia/ru/our-work/mckinsey-digital>.
2. Перспективы развития интеллектуального сельского хозяйства в современных экономических условиях (на материалах Чувашской Республики) / О. Г. Каратаева, Т. М. Ворожейкина, Ю. В. Чутчева [и др.]. – Саратов : Вузовское образование, 2020. – 56 с. – ISBN 978-5-4487-0736-0.
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. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
5. Менеджмент научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для сельскохозяйственного производства / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, А. В. Шарапова, А. В. Шарапова. – М. : МГУП, 2016. – 180 с.
6. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2024. – 175 с. – ISBN 978-5-00227-190-0.
7. 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.

8. Селезнева, Д. М. Разработка и исследование комбинированной электроустановки для обеспыливания и обеззараживания воздуха в помещениях для содержания птицы : дис. ... канд. техн. наук / Селезнева Дарья Михайловна, 2023. – 168 с.

Об авторах:

Овсянникова Елена Александровна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», energo-ovs@mail.ru.

Степанова Анастасия Георгиевна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики».

About the authors:

Elena A. Ovsyannikova, Senior Lecturer, Moscow Technical University of Communications and Informatics, energo-ovs@mail.ru.

Anastasia G. Stepanova, Senior Lecturer, Moscow Technical University of Communications and Informatics.

МИНИМИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ

А. В. Сарычев, Н. В. Перевозчикова

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

Аннотация. В статье рассматривается проблема уплотнения почвы тяжёлой сельхозтехникой и ее экономические последствия. Предлагаются меры по минимизации уплотнения, такие как использование шин с низким давлением, спаренных колёс и гусеничных движителей. Особое внимание уделяется преимуществам гусеничных тракторов перед колесными, включая большую площадь контакта с почвой и меньшее буксование. Также рассматриваются современные материалы для гусениц, экономия топлива и повышение качества работы при использовании гусеничной техники.

Ключевые слова: уплотнение почвы, гусеничный движитель, шины низкого давления, буксование.

MINIMIZING THE IMPACT OF AGRICULTURAL MOTOR TRANSPORT ON SOIL COMPACTION

A. V. Sarichev, N. V. Perevozchikova

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

Abstract. The article deals with the problem of soil compaction by heavy agricultural machinery and its economic consequences. Measures to minimize compaction are suggested, such as the use of low-pressure tires, dual wheels, and crawlers. Special attention is given to the advantages of tracked tractors over wheeled tractors, including greater ground contact area and less slippage. Modern track materials, fuel economy and improved quality of work with tracked equipment are also discussed.

Keywords: soil compaction, crawler, low-pressure tires, towing.

Уплотнение почвы является одним из ключевых факторов её деградации, особенно при использовании тяжёлой сельхозтехники в неблагоприятных погодных условиях. Этот процесс обусловлен природными свойствами почвы, уровнем её влажности, видами возделываемых растений и нагрузками, которые оказывают машины на почву. Регулярная эксплуатация тяжёлой техники приводит к уплотнению

грунта и смещению его слоёв, что ухудшает доступ кислорода и влаги к корням растений, затрудняя их рост.

Экономические последствия уплотнения почвы весьма значительны: снижается урожайность, увеличивается вероятность возникновения болезней у растений, а также возрастает необходимость проведения восстановительных мероприятий, таких как вспашка или рыхление. Это, в свою очередь, требует дополнительных расходов на топливо и трудозатраты.

Уплотнение почвы – это физический процесс ее деградации, приводящей к снижению пористости и, как следствие, усилению эрозии и уменьшению урожайности. Растения, выращенные на уплотненной земле, менее жизнеспособны и недоразвиты.

Уплотнение почвы представляет серьёзную угрозу для растений по нескольким причинам: ограниченное развитие корней, недостаток кислорода; снижение водопроницаемости. Все эти факторы вместе приводят к тому, что растения растут медленнее, становятся менее устойчивыми к болезням и дают меньший урожай.

Уплотнение почвы под воздействием автомобильного транспорта может привести к снижению её плодородия и ухудшению структуры. Чтобы минимизировать этот эффект, можно использовать метод снижения нагрузки путем распределения веса по большей площади.

Для минимизации уплотнения почвы возможно:

- использовать шины, предназначенные для эксплуатации при пониженном давлении. Применение технологий IF и VF, разработанных компанией ВКТ (индийская кампания, крупный производитель шин для сельскохозяйственной техники, в т.ч. Agrimax force) для нужд агропромышленного комплекса, позволит значительно снизить степень уплотнения грунта. Технология VF (Very High Flexion), основанная на принципах повышенной гибкости (Improved Flexion), обеспечивает возможность транспортировки больших грузов при сниженном давлении в шинах. Таким образом, данная технология обладает значительными преимуществами в контексте борьбы с уплотнением почвенных горизонтов.

- применять спаренные колеса в тех случаях, когда это допустимо с технической точки зрения.

- применять гусеничные движители. Различие в площади пятна контакта между колесными и гусеничными системами варьируется от 50 до 150 % (рисунок 1). По данным исследований компании «Мишлен», стандартная одинарная шина имеет контактную поверхность

примерно 1,2 м², сдвоенная шина – около 2,5 м², в то время как средняя гусеница контактирует с поверхностью площадью порядка 3,2 м².

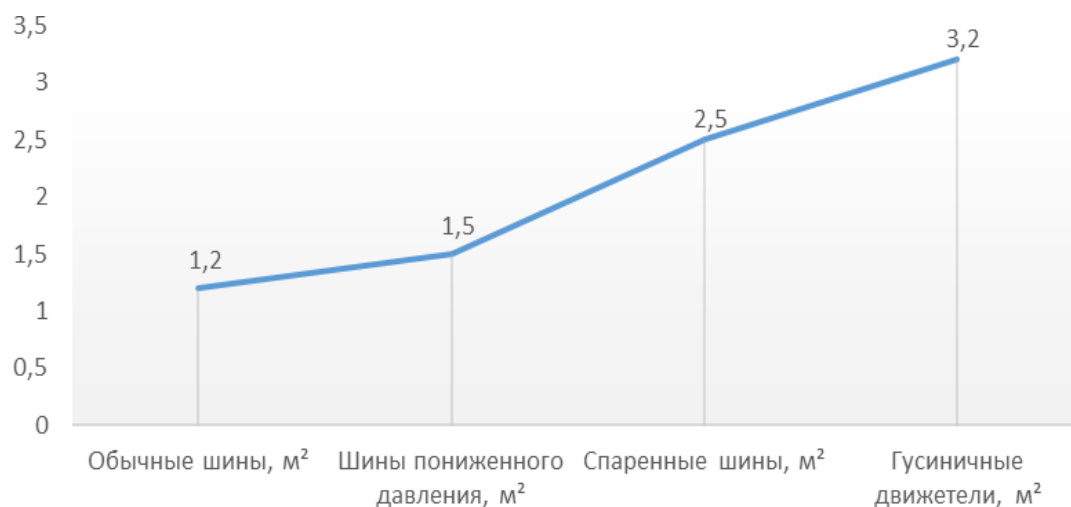


Рисунок 1 – Площади контакта различных движителей

Следовательно, при одинаковой мощности гусеничная техника оказывает давление на грунт практически в три раза меньше, чем ее колесные аналоги. Так, например, колесный шарнирно-сочленённый трактор RSM 2375 мощностью 380 л.с. создает давление на почву в размере 650 г/см² (при использовании спарки), в то время как более тяжёлый и мощный Delta Track 620DT (575 л.с.), оснащённый гусеницами, воздействует на грунт с силой всего 450 г/см². Гусеничный трактор John Deere 9-й серии на широких гусеницах демонстрирует увеличение площади пятна контакта на 47 % по сравнению с той же моделью, но оборудованной самыми широкими спаренными колесами IF800/70R38.

Кроме того, гусеницы обеспечивают значительное уменьшение буксования, характерное для колесных машин, которые углубляют колеи, способствуя усиленному уплотнению почвы. Благодаря большой площади контакта, буксование гусеничных тракторов обычно не превышает 2 %, тогда как у колесных аналогов она может достигать до 18 % даже при наличии спаренных колес. Исследования компании Fendt показывают, что переход на гусеничную технику при соблюдении всех остальных условий (технологии обработки, уборочных операций и пр.) приводит к увеличению урожайности на 4 %.

Вместо металлических гусениц всё чаще используются современные материалы, обладающие высокой эластичностью и прочностью. В

Республике Беларусь производятся тракторы и комбайны на гусеничном ходу с резиновой гусеницей (трактор BELARUS-3625 и КЗС-812С).

Сельскохозяйственная техника, включая автомобильный транспорт, на резиновых гусеницах – это экономия топлива: от 4 % на сухой почве и 30 % при дожде. Давление на почву снижается от 2,5 до 8 раз в зависимости от операции. При этом повышается качество работы за счёт увеличенной площади поверхности контакта для оптимальной тяги без повреждения грунта и гладкого хода по неровной поверхности поля.

Один из недавних революционных трендов среди гусеничных тракторов – это переход на «дельта траки» – треугольные гусеницы, которые располагаются аналогично колесам по паре с каждой стороны самоходной машины.

Применение дельта траков среди российских производителей сельскохозяйственной техники ввел комбайновый завод Ростсельмаш, представив в 2022 году гусеничный трактор RSM 3575 DT с шарнирно-сочлененной рамой с уникальным дельтавидным движителем, вместо колес у которого установлены дельта траки. Такая схема позволяет не только существенно снизить нагрузку на грунт, но и увеличить тягово-сцепные свойства, не говоря уже о новых возможностях проходимости на топкой почве.

Однако, на данный момент не представлено применение дельта траков на автомобильном транспорте сельскохозяйственного назначения, в связи с чем существует необходимость проведения исследования по указанному вопросу, а также обоснование финансово-экономической модели.

Выводы: таким образом, уплотнение почвы является одной из главных причин её деградации, что приводит к снижению урожайности, ухудшению здоровья растений и дополнительным затратам на восстановление почвенного покрова. Для минимизации негативных последствий рекомендуется применять специальные шины с пониженным давлением, спаренные колеса и гусеничные системы, которые позволяют уменьшить давление на почву и сохранить её структуру. Современные разработки, такие как резиновые гусеницы и дельта траки, показывают значительные перспективы в снижении уплотнения почвы и повышении производительности сельскохозяйственной техники. Однако требуются дополнительные исследования возможности

применения подобных решений в автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения, а также оценка их экономической целесообразности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроэкологическая оценка уплотнения почв / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. В. Гукалов, К. С. Бородина // Плодородие. – 2021. – №1. – С. 54-56.
2. Перегудов, Н. Е. Исследование уплотняющего воздействия гусеничного движителя сельскохозяйственного трактора на почву и разработка метода его оценки : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : дис. ... канд. техн. наук / Перегудов Николай Евгеньевич. – Мичуринск, 2016. – 172 с.
3. ГОСТ Р 58656-2019 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву. – М. : Изд-во Стандартиформ, 2019. – 20 с.
4. Как предотвратить машинную деградацию почв [Электронный ресурс] // ГлавПахарь. – Режим доступа: <https://glavpahar.ru/> (дата обращения: 11.01.2025).
5. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.
6. Уплотнение почвы: причины, влияние на урожайность и методы предотвращения [Электронный ресурс] // МТрактор. – Режим доступа: <https://mtraktor.ru/> (дата обращения: 14.01.2025).
7. Эйдис, А. Л. Управление техническими системами / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк. – М. : Издательство ООО «ВНИПР», 2010. – 72 с.

Об авторах:

Сарычев Алексей Владимирович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», sari4el@gmail.com.

Перевозчикова Наталия Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», perevoz68@mail.ru.

About the authors:

Aleksey V. Sarichev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sari4el@gmail.com.

Natalya V. Perevozchikova, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, perevoz68@mail.ru.

БЕЗРАЗБОРНЫЙ РЕМОНТ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ПОСЛЕ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ ТУРБОКОМПРЕССОРА

Н. С. Кривых, К. В. Полетаев

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

Аннотация. *Закоксование поршневых колец одна из немаловажных проблем длительной эксплуатации ДВС, влияющих на работоспособность техники. В данной статье представлены средства и их сравнительные характеристики для безразборного ремонта цилиндропоршневой группы.*

Ключевые слова: ЦПГ, ДВС, закоксовывание, безразборный ремонт.

DISASSEMBLY REPAIR OF THE CYLINDER-PISTON GROUP AFTER THE FAILURE OF THE TURBOCHARGER

N. S. Krivikh, K. V. Poletaev

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

Abstract. *Coking of piston rings is one of the important problems of long-term operation of internal combustion engines, affecting the performance of equipment. This article presents the tools and their comparative characteristics for the disassembly repair of the cylinder-piston group.*

Keywords: *cylinder-piston group, internal combustion engine, coking, disassembly repair.*

Закоксовывание поршневых колец – это потеря ими подвижности из-за отложения нагара в канавках. В исправном состоянии кольца должны быть упругими, снимать масло со стенок цилиндров и обеспечивать компрессию.

Закоксовывание поршневых колец происходит по нескольким причинам:

- Некачественное топливо или неподходящее масло. В результате работы в таких условиях в течение продолжительного времени камера сгорания покрывается углеродистыми накоплениями от несгоревшей топливной смеси и нагаром из выхлопных газов.

- Перегрев двигателя. При работе двигателя автомобиля с повышенной температурой охлаждающей жидкости в системе охлаждения

происходит ускоренное окисление моторного масла. При продолжительном перегреве или периодически происходящих перегревах кокс откладывается в канавках поршневых колец в виде нагара.

- Износ поршневой группы. Когда маслосъёмные кольца уже не обеспечивают снятие масла со стенок цилиндров, оно попадает в камеры сгорания, где горит, выделяя копоть, которая оседает на поршнях в виде нагара.

- Редкая замена масла. Когда масло отработывает свой ресурс и не заменяется, оно начинает густеть и откладывается в углах и щелях. Так как двигатель сильно нагревается, эти отложения быстро затвердевают и превращаются в нагар.

Последствия закоксовывания: двигатель плохо запускается, троит на холостых, увеличивается расход масла и топлива, ухудшаются его мощность и приёмистость [1].

Для устранения проблемы проводится раскоксовка – процедура глубокой очистки деталей мотора от нагара, шлама и прочих отложений [2].

На кафедре тракторов и автомобилей РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева была произведена операция раскоксовки поршневых колец на двигателе Д145Т, который установлен на трактор Агромаш 85ТК, после выхода из строя и последующей замены турбокомпрессора. Для этого были использованы два средства: Антикокс производителя Spectrol и пенная раскоксовка Complex Lavr.

Раскоксовыватель поршневых колец SPECTROL Антикокс 0,45 л предназначен для раскоксовывания поршневых колец цилиндропоршневой опоры двигателя внутреннего сгорания с целью удаления отложений, образовавшихся в процессе эксплуатации. Безопасен для каталитических нейтрализаторов, кислородных датчиков, резинотехнических изделий и уплотнителей.

Пенный состав Complex Lavr предназначен для очистки поверхностей поршней, верхней части камеры сгорания и клапанов и компрессионных колец, а также, опционально, впускного и выпускного коллекторов от углеродистых отложений, смол и нагаров. Сверхмощная пенная формула позволяет достичь максимального результата.

- Полностью очищает камеру сгорания: днище поршня, свод камеры и клапаны;

- Подходит для очистки впускного и выпускного коллектора;

- Идеально подходит для рядных, V-образных и оппозитных двигателей;

- Обеспечивает профилактику закоксовки поршневых колец;
- Восстанавливает компрессию при отклонении от нормы на 10...15 %;
- Предотвращает возникновение детонации, прогара клапанов и калильного зажигания;
- Полное очищение за 30 минут;
- Требуется всего 2 цикла запенивания;
- Средство нейтрально к алюминию и антифрикционным покрытиям.

Перед применением средств измерили компрессию в цилиндрах с помощью компрессометра, предварительно сняв клапанные крышки и форсунки. Результаты замеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Компрессия до применения раскоксовывающих средств

Показатель	Цилиндры			
	1	2	3	4
Значение компрессии, кг/см ²	20	20	22,5	22

При норме 20...32 кг/см² мы видим, что компрессия находится около нижнего уровня нормы, следовательно, пуск двигателя будет затруднен при низких температурах и в сложных условиях.

Первым было использовано средство Антикокс согласно инструкции по применению.

1. Перед применением препарата Антикокс необходимо прогреть двигатель до рабочей температуры. После этого необходимо вывернуть свечи зажигания (для бензиновых двигателей) или свечи накаливания (для дизельных).

2. Все поршни необходимо выставить в среднее положение. Делается это путем вращения гайки крепления шестерни распредвала или ведомого колеса со включенной скоростью. Для контроля можно использовать щуп.

3. В каждый цилиндр через свечное отверстие необходимо влить равное количество Антикокса. Для этого можно использовать простой медицинский шприц. После этого необходимо завернуть свечи на место и выждать не менее 12 часов.

4. После истечения этого времени необходимо снова вывернуть свечи и прокрутить стартером несколько оборотов. Это нужно для удаления остатков жидкости из цилиндров. Далее следует вернуть

свечи на место и завести мотор. Остатки растворителя и размякший нагар полностью выгорят через 5...10 минут.

5. После процедуры по желанию можно заменить моторное масло и свечи.

После был произведен замер компрессии. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Компрессия после применения средства Антикокс

Показатель	Цилиндры			
	1	2	3	4
Значение компрессии, кг/см ²	20	21	23	22,5

Из таблицы видно, что значения изменились незначительно.

Следующим был использован пенный раскоксовыватель Complex Lavr согласно инструкции по применению: перед применением тщательно встряхнуть; использовать при температуре баллона выше +15°C; очистку проводить при температуре охлаждающей жидкости не выше +50°C.

1. Отключить систему зажигания. Демонтировать свечи зажигания на бензиновом двигателе и свечи накаливания или форсунки на дизельном двигателе.

2. Выставить поршни в положение близкое к среднему, поворачивая коленчатый вал за гайку крепления шкива, или с помощью ведущего колеса при включенной передаче (на автомобилях с механической коробкой передач). Определить положение поршней можно через технологические отверстия длинным щупом.

3. При помощи удлинительной трубки ввести состав в цилиндры до заполнения пеной всего объема камеры сгорания.

4. Оставить средство на 25 минут для воздействия на загрязнение.

5. Повторить пункт 3 для всех цилиндров и оставить на 5 минут.

6. Удалить остатки средства из цилиндров и продуть сжатым воздухом. Накрыть технологические отверстия плотной тканью и прокрутить двигатель стартером в течение 10 секунд. Удалить остатки состава с поверхностей сухой тканью.

7. Максимально полно удалить отработанное масло, заменить масляный фильтр и залить новое масло.

8. После проведения очистки первые 5...10 км не нагружать двигатель высокими оборотами.

После применения произведен замер компрессии, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Компрессия после применения средства Complex Lavr

Показатель	Цилиндры			
	1	2	3	4
Значение компрессии, кг/см ²	26	30	30	26

Из таблицы видно прирост компрессии более чем на 25 %.

В результате средство Антикокс имеет очень маловыраженное действие, вследствие его применения компрессия повысилась незначительно. А Complex Lavr показал себя как качественное средство, даже превосходя заявленное производителем увеличение компрессии на 10...15 %. Еще одно существенное преимущество время действия средства 25 минут против 12 часов у Антикокса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Файзуллин, Р. Н. Исследование эффективности средств для очистки нагарообразования и твёрдых отложений на поршневых кольцах двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-effektivnosti-sredstv-dlya-ochistki-nagaroobrazovaniya-i-tverdyh-otlozheniy-na-porshnevyyh-koltsah-dvigatelya-vnutrennego/viewer>.
2. Королев, Е. П. Современные средства для раскоксовки двигателей / Е. П. Королев // Автомеханик. – 2020. – № 12.
3. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара, Москва, 22–24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : ООО «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.
4. Менеджмент научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для сельскохозяйственного производства / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, А. В. Шарапова, А. В. Шарапова. – М. : МГУП, 2016. – 180 с.
5. Работоспособность технических систем : учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Апатенко [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 379 с.
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. Методика оценки технического состояния ЦПГ автотракторных двигателей / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, А. И. Сучков [и др.]. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2023. – 83 с.

8. 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.

9. Кушнарев, Л. И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-2-32-36.

Об авторах:

Кривых Николай Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», krivyh05@gmail.com.

Полетаев Кирилл Вячеславович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», u-21214@mail.ru.

About the authors:

Nikolay S. Krivikh, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, krivyh05@gmail.com.

Kirill V. Poletaev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, u-21214@mail.ru.

О РАЗВИТИИ УМЕНИЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ГРАММАТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С СОХРАНЕНИЕМ ИХ СМЫСЛА И ИЗМЕНЕНИЕМ ФОРМЫ ПРИ УСВОЕНИИ БУДУЩИМИ ИНЖЕНЕРАМИ

О. Б. Уланова

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

Аннотация. В статье рассматривается актуальность применения термина «перестройка» в контексте обучения инженеров и его связь с развитием точности и чёткости мышления. Гипотеза исследования заключается в том, что методика овладения гуманитарными дисциплинами, в частности грамматикой иностранного языка, вносит вклад в развитие инженерных способностей. Цель исследования — оценить эффективность разработанной методики развития компетенций будущих инженеров через перестройку грамматических конструкций. Задачи включают выделение инженерных компетенций, описание свойств грамматики для развития технических способностей, отбор грамматических конструкций и описание этапов их перестройки.

Ключевые слова: перестройка грамматических конструкций, развитие компетенций, будущий инженер, точность и чёткость мышления, грамматические конструкции.

ON THE DEVELOPMENT OF THE SKILLS OF REARRANGING GRAMMATICAL CONSTRUCTIONS WHILE PRESERVING THEIR MEANING AND CHANGING THEIR FORM WHEN ASSIMILATED BY FUTURE ENGINEERS

O. B. Ulanova

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

Abstract. The article deals with the relevance of the application of the term «restructuring» in the context of engineers' education and its connection with the development of accuracy and clarity of thinking. The hypothesis of the research is that the methodology of mastering humanities disciplines, in particular, foreign language grammar, contributes to the development of engineering abilities. The aim of the study is to evaluate the effectiveness of the developed methodology of developing competences of future engineers through the restructuring of grammatical constructions. The objectives include identification of engineering competences, description of grammar properties

for the development of engineering abilities, selection of grammatical constructions and description of the stages of their restructuring.

Keywords: *restructuring of grammatical constructions, development of competencies, future engineer, precision and clarity of thinking, grammatical constructions.*

Актуальность и первый аспект гипотезы исследования

Актуальность темы объясняется, во-первых, широкими возможностями применения термина «перестройка» в прямом и переносном смысле. В прямом смысле термин «перестройка» используется при характеристике выполнения разнообразных строительных работ и означает «изменение формы, размера и пространственного расположения реальных объектов». Будучи рассматриваемой в речевой деятельности, перестройка означает процесс замены одного речевого компонента на другой речевой компонент, а также перестановки компонентов. Следовательно, понятие «перестройка» может рассматриваться комплексно – и как цель или задача той или иной деятельности, и как метод решения каких-либо других задач. Данная деятельность по перестройке является важнейшим потенциалом развития личности инженера, представляющего собой специалиста, умеющего и способного к «преобразованию природных ресурсов в технические средства» [1, с. 108]. Неслучайно термин «перестройка» сочетается в формулировке темы с другими терминами, смысл которых отличается выражением активности и динамичности. Первый такой термин, развитие, понимается как «процесс необходимого и необратимого качественного преобразования действительности» [7, с.142]. Под изменением понимаются «различия вещи в отношении себя...» [5, с.71]. Во-вторых, грамматика представляет собой свод правил, по которым происходит «устройство» [2, с. 2] основных единиц языка – от самых простых (словосочетаний) к более сложным (предложениям) и самым сложным (тексту). Мы предположили, что поскольку инженерия является точной дисциплиной (требующей соблюдения чётких правил, нарушение которых может привести к поломке приборов и устройств, проектируемых специалистами), грамматика является наиболее удачным аспектом иностранного языка для построения нашей экспериментальной теории. В частности, выбор грамматики английского языка в качестве содержания лингвистической подготовки приобретает огромный смысл, так как именно английская грамматика отличается чёткими критериями и строгим фиксированным порядком слов, то есть теми свойствами, которые необходимы для будущих инженеров [9].

В-третьих, под смыслом (в данном случае высказывания с использованием той или иной грамматической конструкции) следует понимать «ассоциируемые с ним в сознании говорящего представления как фактического, так и оценочного характера» [6, с. 26]. Смысл представляет собой «субъективную ... производимую человеком» единицу [6, с. 25-26]. По этой причине гипотеза нашей работы заключается в том, что так как инженерия является точной наукой, обучение студентов инженерных направлений подготовки требует особого методического подхода, предполагающего развитие точности и чёткости мышления.

В-четвёртых, в результате сопоставления смысла терминов «изучение» и «усвоение» нами был выбран последний упомянутый вариант для формулировки нашей темы. В отличие от изучения, усвоение предполагает более глубокий уровень, так как оно предполагает не только получение знаний и формирование умений, но и «развитие психических способностей» человека [8, с. 27]. В ходе усвоения учебного материала происходит не только приобретение знаний, но и развитие умений. Под умением подразумевается «способность сознательно выполнять простое действие на основе ранее приобретённого знания» [4, с. 3]. По этой причине наша методика строится в порядке от овладения алгоритмом перестройки одной конструкции в другую конструкцию (знанием) до выполнения упражнений (развития умения). При этом этапы алгоритма, представляемые в логичной последовательности, включают и простые, и сложные действия. Из актуальности вытекает *первый аспект гипотезы* исследования, который заключается в том, что не только содержание образования, но и методика овладения им (даже непрофильными гуманитарными дисциплинами), вероятно, вносит вклад в развитие инженерных способностей (логического, пространственно-образного мышления).

В-пятых, неслучайно в формулировке нашей темы заявлено понятие «будущий инженер». Концепция будущего изучается в статье исследователя Жёлтиковой И. В. По её мнению, будущее рассматривается как «принципиально новое состояние по отношению к прошлому» [3, с. 25]. То есть, огромное значение придаётся методике обучения будущих профессионалов – их подготовке к жизни.

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в оценке эффективности разработанной нами методики развития компетенций будущих инженеров

по средствам перестройки грамматических конструкций с сохранением их смысла и изменением формы. Задачи исследования: 1) выделить компетенции инженера; 2) описать значение свойств грамматики английского языка для развития способностей к техническим дисциплинам; 3) отобрать грамматические конструкции иностранного языка с идентичным смыслом, но различной формой; 4) выделить ситуации применения грамматических конструкций; 5) сравнить грамматические конструкции по форме; 6) описать этапы перестройки конструкций.

Методический инструментарий и второй аспект гипотезы исследования

В ходе разработки нашей оригинальной методики нами были выделены группы грамматических конструкций, сходных по смыслу и различных по форме с целью обучения студентов их перестройке друг на друга. Мы выделили основные принципы такой перестройки и сгруппировали грамматические конструкции по степени их соответствия выделенным нами принципам. В начале студенты обучались перестройке более простых, а далее более сложных конструкций, по этой причине материал для перестройки представлен нами в порядке усложнения.

Из осознания необходимости такой перестройки вытекает второй аспект гипотезы исследования, согласно которому перестройка конструкций друг на друга приводит к более эффективному усвоению обеих грамматических конструкций, что, вероятно, будет проявляться и при переводе их в профессионально-ориентированных текстах, и при употреблении в самостоятельной речевой деятельности.

Первый выделенный нами принцип – порядок слов в конструкции. В первую группу вошли конструкции, перестраиваемые друг на друга без изменения порядка следования компонентов. К ним относятся: 1) модальные глаголы и их эквиваленты или синонимы: *must* и *(to be) to + инфинитив*, *should* и *ought to + смысловой глагол*, *can*, *(to be) able to + инфинитив* и *(to be) capable of + герундий (ing)*, *may*, *(to be) allowed (permitted) to + инфинитив*; 2) причастие 1 или 2 в роли определения в причастных оборотах и определительное придаточное предложение с союзным словом «который». Вторая группа включала в себя конструкции, различные по порядку слов: 1) активный и пассивный залог; 2) инфинитив в функции обстоятельства цели и конструкцию *for + существительное + to + инфинитив*; 3) парные союзы в значении сходства – *both... and... и... as well as...*, глаголы *to provide (to*

supply) с разными предлогами и порядком дополнений; 4) сложноподчинённые предложения причинно-следственного характера с разными союзами; 5) сложное подлежащее и дополнение.

Второй принцип – различное количество перестраиваемых конструкций в одной грамматической группе. Так, определительная группа включает в себя два вида конструкций – причастные обороты и придаточное предложение с союзным словом. В свою очередь, конструкции из большего количества перестраиваемых компонентов мы также разделили на две подгруппы. Первая подгруппа включает в себя конструкции с идентичным построением. Среди них можно выделить: 1) глаголы (to be allowed) to + инфинитив и (to be) permitted to + инфинитив; 2) служебные слова, употребляемые в значении союзного слова «который» that, which; причинно-следственные союзы, используемые в значении «следовательно» – thus, therefore, so that, for this reason, that's why. Вторая подгруппа объединяет конструкции с идентичным переводом и различной структурой: (to be) able to + инфинитив и (to be) capable of + герундий.

Третий принцип охватывает конструкции, имеющие различную структуру, и, при этом, перевод не идентичный, а сходный (таблица 1).

Таблица 1 – Конструкции с различной структуры и сходным переводом

Конструкция 1			Конструкция 2		
Тип конструкции	Язык		Тип конструкции	Язык	
	Английский	Русский		Английский	Русский
Причастие 1 в причастном обороте	Electrical engineering is known as the engineering <u>branch</u> dealing with the study, design, and application of electrical systems, devices,	Электротехника известна как инженерная <u>отрасль</u> , занимающаяся изучением, проектированием и применением электрических систем, устройств	Придаточное предложение с определительным союзным словом «который»	Electrical engineering is known as the engineering <u>branch</u> (that, which) deals with the study, design, and application of electrical systems, devices, and technologies	Электротехника известна как инженерная <u>отрасль</u> , <u>которая</u> занимается изучением, проектированием и применением электрических систем, устройств

	and technologies.	и технологий.			и технологий.
Инфинитив в роли обстоятельства цели	Machines are tested <u>in order to evaluate</u> their performance properties.	Машины испытываются, <u>чтобы оценивать</u> их эксплуатационные свойства.	Конструкция for + существительное + to + инфинитив	Machines are tested <u>for</u> their performance <u>properties to be tested.</u>	Машины испытываются для того, <u>чтобы оценивать</u> их эксплуатационные свойства.

Анализируя таблицу 1, мы выделили сходные свойства в структуре, казалось бы, различных конструкций. Например, при сравнении причастного оборота и придаточного предложения с союзным словом, употребляемым в значении «который», таким свойством служит местоположение определяющего компонента (причастной формы или союзного слова после определяемого существительного.

Третий принцип – выделение конструкций, предоставляющих возможность удаления компонентов. Первая из таких грамматических конструкций – местоимение It как формальное подлежащее. В предложении, содержащем его, можно удалить действующее лицо, употребляемое после предлога for: *It is important for a machinery engineer to raise the car optimal performance* или *It is important to raise the car optimal performance*.

Четвёртый принцип заключается в обусловленности перестройки конструкций какой-либо ещё дидактической целью. Так, например, студенты перестраивают причастие в причастном обороте на изолированное причастие в постпозиции: *The information (1) **transmitted** (2) across distances is telecommunication engineering research object* и *The information **transmitted** is telecommunication engineering research object* с целью познания различий в переводе: *Информация, передаваемая на расстояния, это объект исследования телекоммуникационной инженерии* или *Передаваемая (2) информация (1) – это объект исследования телекоммуникационной инженерии*. Отсюда вытекает третья гипотеза нашей работы, согласно которой несколько взаимосвязанных учебных заданий выполняются с большей степени эффективности при условии их совместного осуществления.

Пятый принцип мы называли принципом переноса лексико-грамматического материала из одной ситуации в другую (таблица 2).

**Таблица 2 – Принцип переноса лексико-грамматического материала
из одной ситуации в другую**

Тема	Контекст				
	Специалист (язык)		Зна- че- ние	Техника (язык)	
	Английский	Русский		Англий- ский	Русский
(to be) to + инфинитив	The <i>engi- neer's</i> job <u>purpose</u> <u>(aim, target, goal)</u> is to make human life more technologi- cally con- venient.	<u>Цель</u> работы <i>инженера</i> со- стоит в том, чтобы сделать жизнь чело- века более удобной в технологиче- ском смысле.	Цель	<u>The</u> <u>purpose</u> <u>(aim,</u> <u>target,</u> <u>goal)</u> of <u>a tractor</u> is to plough under the soil.	<u>Назначе- ние трак- тора</u> за- ключается в том, чтобы вспахи- вать почву.

Также из таблицы 2 ясно, что эффективным средством обучения студентов переносу конструкций из одной ситуации в другую служит точное озвучивание значений грамматических конструкций, что приводит к развитию важных качеств мыслительной деятельности – чёткости, точности, необходимых квалифицированному инженеру. Кроме того, важным методическим приёмом может служить поиск сходных особенностей в, казалось бы, различных значениях. Например, слова типа the purpose (aim, target, goal) по отношению к специалисту, обладающему интеллектом, переводятся на русский язык как «цель».

Однако те же слова, употребляемые в отношении техники, прибора или устройства при переводе на русский язык обозначают «назначение», поскольку техника неспособна к постановке целей. В ходе обсуждения с преподавателем студенты выяснили причину использования одного и того же английского слова в двух, казалось бы, разных контекстах. «Цель» служит главной составляющей любой деятельности человека. «Назначение» можно охарактеризовать как воплощение цели инженера-создателя машины.

Нами были разработаны алгоритмы для перестройки одной грамматической конструкции на другую. В качестве примера приведём алгоритм перестройки конструкции активного залога на конструкцию пассивного залога: 1) найти в предложении: сказуемое, подлежащее (слева) и дополнение (справа); 2) поменять местами: подлежащее и дополнение; 3) подставить показатели пассивного залога в: сказуемое – (to be) + смысловый глагол третьей формы и дополнение – предлог

by...; 4) согласовать: подлежащее и вспомогательный глагол во времени, лице и числе: *настоящее время* (единственное число – 3 лицо: is, 1 лицо: am, множественное число: are; прошедшее время: единственное число – was; множественное число: were; будущее время: ... be; совершённые времена – ... been. 5) При необходимости: поменять форму местоимений – подлежащие: I, we, you, he, she, they; дополнения – me, us, you, him, her, them; 6) Найти в предложении: сказуемое, подлежащее (слева) и дополнение (справа).

Нами проанализирована структура построения таких алгоритмов. Он строится от обобщённых этапов (подставить показатели пассивного залога в: сказуемое – (to be) + смысловой глагол третьей формы и дополнение – (предлог by) к конкретизированным этапам (согласовать подлежащее и вспомогательный глагол во времени, лице и числе).

Кроме того, нами были выделены формы работы, в которых требовалось употреблять разные по форме, но идентичные по смыслу грамматические конструкции. В качестве вида работы, применяемого в целях обучения перестройке любых грамматических конструкций, мы выделили дидактические игры, в ходе которых требовалось собрать предложения из квадратиков, на которых написаны слова. Далее некоторые квадратики заменялись на квадратики с другими словами, чтобы в итоге получить предложение, сходное по смыслу, но различающееся по грамматической форме. Такие игры проводились в несколько этапов с постепенным усложнением. На первом этапе квадратики, из которых собиралось предложение, были двух разных цветов. На квадратах одного цвета (синего) были написаны постоянные слова предложения. На квадратах другого цвета (красного) были указаны те слова, с которыми происходят изменения (они заменяются на другие слова, меняют своё местоположение или удаляются). При этом восприятие цвета вносило вклад в развитие опосредованного мышления с помощью иностранного языка. Оно помогало довести все виды трансформаций, производимые с предложением, до стадии развития навыка. На втором этапе все квадратики с написанными на них словами были одного цвета независимо от роли слов в предложении.

Некоторые формы работы применялись только для использования и перестройки конкретных грамматических конструкций (таблица 3).

Таблица 3 – Формы работы, применяемые в ходе перестройки конкретных грамматических конструкций

Форма работы	Название	Виды используемых конструкций
Ролевая игра	«Заключение контракта»	Модальный глагол <i>must</i> и его эквивалент <i>(to be) to + инфинитив</i>
Мини-диалоги	«Диалог между работодателем и кандидатом на должность»	1) Модальные глаголы <i>should</i> и <i>ought to + инфинитив</i> ; <i>must</i> и <i>(to be) to + инфинитив</i> ; 2) модальный глагол <i>can</i> и его эквиваленты – <i>(to be) able to + инфинитив</i> и <i>(to be) capable of + герундий</i> .
Монолог-сообщение	«Обязанности инженера, профессиональные умения, трудности в работе; цель и задачи трудовой деятельности»	1) Модальные глаголы <i>should</i> и <i>ought to + инфинитив</i> ; <i>must</i> и <i>(to be) to + инфинитив</i> ; 2) модальный глагол <i>can</i> и его эквиваленты – <i>(to be) able to + инфинитив</i> и <i>(to be) capable of + герундий</i> ; 3) конструкция <i>(to be) to + инфинитив</i> с подлежащими, употребляемыми в значении «цель» (<i>the purpose, target, goal, aim</i>) и задача (<i>the task, objective</i>).

Ход и результаты исследования

Наше исследование проводилось в течение 2023-2024 учебного года. В нём приняли участие четыре группы студентов второго курса Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина: ДМ-205 и ДМ-206 в качестве экспериментальных групп и ДМ-210 и ДМ-211 в качестве контрольных групп. Для удобства интерпретации результатов нами выделено четыре уровня развития умений в области перестройки грамматических конструкций иностранного языка. Студенты, находящиеся на *высоком* уровне, могут перестраивать все возможные конструкции с одинаковым или идентичным смыслом и различной структурой. Они владеют всеми возможными способами перестройки конструкций. Студенты, находящиеся на *высоком* уровне, хорошо понимают причины, по которым необходимо научиться перестраивать грамматические конструкции. Они способны понимать и использовать конструкции, сходные по смыслу и различные по форме, в процессе выполнения как традиционных, так и интерактивных заданий. Сту-

денты, находящиеся на *хорошем* уровне, способны перестраивать почти все изученные грамматические конструкции, сходные по смыслу, но различные по построению. При этом они также освоили почти все способы перестройки грамматических конструкций. Студенты на этом уровне способны понимать и применять сходные по смыслу и различные по форме грамматические конструкции в ходе выполнения традиционных видов заданий. Осуществление же вышеуказанных видов работ при выполнении интерактивных заданий не всегда оказывалось успешным. Студенты, находящиеся на *среднем* уровне, пытались перестраивать некоторые грамматические конструкции, сходные по смыслу, но различные по построению. При этом они освоили некоторые способы перестройки грамматических конструкций, сходных по смыслу, но различных по форме. Студенты на этом уровне пытались понимать и использовать сходные по смыслу и различные по форме грамматические конструкции при выполнении только традиционных заданий. Студенты, находящиеся на *низком* уровне, не понимают причин, по которым требуется осваивать умения перестройки грамматических конструкций, сходных или идентичных по смыслу, но различных по форме. По этой причине у таких студентов не развиты конструктивные умения в языке.

Результаты проведённого исследования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Уровни развития умений перестройки конструкций иностранного языка

Группа	Общее число студентов	Уровни, выраженные в количестве студентов			
ДМ-205	26	Высокий	Хороший	Средний	Низкий
		19	5	2	-
		Уровни (процентные соотношения)			
		73,08	19,23	7,69	-
ДМ-206	17	14	3	-	-
		Уровни (процентные соотношения)			
		82,35	17,65	-	-
ДМ-210	19	-	-	4	15
		Уровни (процентные соотношения)			
		-	-	21,05	78,95
ДМ-211	22	-	-	1	21
		Уровни (процентные соотношения)			
		-	-	4,55	95,45

Анализ таблицы 4 продемонстрировал, что большинство студентов экспериментальных групп находилось на высоком уровне развития умений в области перестройки грамматических конструкций иностранного языка. Подгруппа хорошего уровня находилась на втором месте по численности студентов-участников. В группе ДМ-205 данная подгруппа по количеству студентов превысила подгруппу среднего уровня. В группе ДМ-206 подгруппа среднего уровня не была выявлена. Также в обеих экспериментальных группах не были обнаружены подгруппы низкого уровня. Противоположные результаты были получены в отношении контрольных групп. Подгруппы студентов, находящихся на низком уровне развития умений в области перестройки грамматических конструкций иностранного языка, были самыми многочисленными. Подгруппы же среднего уровня по численности студентов оказались на втором месте. Подгруппы как высокого, так и хорошего уровня в этих группах выявлены не были. В результате проведённого исследования гипотеза подтвердилась.

Заключение

Наша работа обладает теоретической важностью, поскольку в ней обоснован подход к развитию некоторых инженерных способностей и компетенций средствами иностранного языка. Наше исследование представляет практическую значимость, поскольку для него отобраны грамматические конструкции иностранного языка для перестройки, разработаны алгоритмы, упражнения и игровые задания на перестройку предложений средствами иностранного языка для будущих инженеров. Новизна исследования заключается в возможности использовать средства гуманитарной дисциплины (иностранного языка) для развития компетенций в области точных дисциплин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голиков, В. Д. Инженерная деятельность в современном обществе: теоретико-методологические основания / В. Д. Голиков, С. В. Голиков // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. – 2024. – № 1. – с. 108-118.
2. Гусева, А. А. Что такое грамматика? (Грамматика как философская проблема) / А. А. Гусева // Электронный философский журнал Vox. – 2014. – Вып. 16. – С. 1-10.
3. Желтикова, И. В. Исследования будущего и место в них концепта «образ будущего» / И. В. Желтикова // Философская мысль. – 2020. – № 2. – С. 15 - 32. DOI: 10.25136/2409-8728.2020.2.32302.

4. Коваленко, Е. Г. К вопросу о сущности и содержательных компонентах понятия «умение» / Е. Г. Коваленко, Л. А. Начарова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 38. – С. 1-8.

5. Мазуренко, И. А. «Изменение» как научная дефиниция в теории управления персоналом / И. А. Мазуренко // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2007. – № 2. – С. 71-74.

6. Нестерова, Н. М. Смысл и содержание как объект и результат понимания текста / Н. М. Нестерова, А. Н. Котельникова // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. – 2023. – № 4. – С. 22-33.

7. Попова, Г. В. Развитие: понятие и сущность (теоретический аспект) / Г. В. Попова // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2009. – № 4 (44). – С. 139-148.

8. Решетова, З. А. К вопросу о механизмах усвоения и развития / З. А. Решетова // Национальный психологический журнал. – 2013. – № 1. – С. 25-32.

9. Кушнарёв, Л. И. Состояние и проблемы трудового потенциала сельского хозяйства России / Л. И. Кушнарёв, О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2010. – 70 с. – ISBN 978-5-9546-0065-0.

Об авторе:

Уланова Ольга Борисовна, кандидат психологических наук, доцент, старший преподаватель кафедры иностранных и русского языков, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», доцент, undina52@gmail.com.

About the author:

Olga B. Ulanova, Cand.Sc. (Psychology), associate professor, senior lecturer at the Department of Foreign and Russian Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, undina52@gmail.com.

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

О. Б. Уланова

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

Аннотация. В тексте представлена методика обучения профессиональному иностранному языку студентов инженерных направлений подготовки. Основное внимание уделяется междисциплинарному подходу, который позволяет лучше понять технические приспособления и устройства. Цель исследования – оценить актуальность и эффективность этой методики. Задачи включают разработку концепции понимания термина «актуальность», описание критериев оценивания методики и применение этих критериев.

Ключевые слова: агроинженер, обучение профессиональному иностранному языку, междисциплинарная методика, профессиональный иностранный язык.

CURRENT ASPECTS OF TEACHING A PROFESSIONAL FOREIGN LANGUAGE TO STUDENTS OF AGROENGINEERING FIELDS OF STUDY

O. B. Ulanova

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

Abstract. The text presents a methodology for teaching professional foreign languages to engineering students. The main focus is on an interdisciplinary approach, which helps students better understand technical devices and mechanisms. The goal of the research is to assess the relevance and effectiveness of this methodology. The objectives include developing the concept of understanding the term «relevance», describing the evaluation criteria for the methodology, and applying these criteria.

Keywords: agro-engineering, professional foreign language teaching, interdisciplinary methodology, professional foreign language.

Введение

Тема нашего исследования достойна всестороннего рассмотрения, потому что, во-первых, термин «актуальность» может рассматриваться с разных точек зрения. Эту мысль подчёркивает термин «аспект», также заявленный в формулировке темы, представляющий собой «способ рассмотрения под разным ракурсом» и в зависимости от

«типа ситуации», в которой находится рассматриваемое явление [3, с. 369]. Под актуальностью следует понимать «мотивировку» и «обоснованность» выбора той или иной темы для исследования или объекта для использования [4, с. 8]. В целом, актуальность той или иной темы идентична её социальной значимости, которая через прибыльность получаемых результатов приводит к росту благосостояния общества. Во-вторых, названия некоторых инженерных направлений подготовки носят комплексный характер (например, агроинженерия). Приставка «агро» означает принадлежность к сельскохозяйственному сектору. В свою очередь, термин «инженер» сравнивается с основным «двигателем» научно-технического прогресса [7, с. 256]. Следовательно, агроинженер может рассматриваться как «главная фигура научно-технической революции» [7, с. 256] в области сельского хозяйства [9].

В-третьих, благодаря наличию разнообразных направлений и направленностей подготовки инженеров, тема нашего исследования имеет многоаспектный характер. Актуальность темы может рассматриваться с позиций пригодности предмета исследования для удовлетворения потребностей общества, в целом, и личности, в частности. Следовательно, *первая гипотеза* нашего исследования заключается в том, что потребности той или иной области жизни, изучаемой в рамках определённой дисциплины инженерной направленности, вероятно, влияют на частные аспекты понятия «актуальность». С позиций инженерии актуальность того или иного аспекта темы понимается как технологическое удобство. Говоря о роли потребностей в понимании термина «актуальность», нами были выделены в рамках инженерно-технических исследований: 1) прямые потребности (потребность в скорости передвижения на транспорте); 2) не прямые потребности (транспортировка продуктов сельского хозяйства и их переработки (пищевых продуктов, медикаментов, одежды).

Продолжая обсуждение *гипотезы* нашего исследования, мы рассматриваем базовые термины с позиций их понимания студентами разных направлений подготовки. В качестве примера приведём концепцию подхода к термину «обучение». Так, с позиций инженерии обучение представляет собой осознанный, творческий, организованный процесс, направленный на «развитие опыта личности – знаний, компетенций, навыков, привычек» [5, с. 4]. Слово «процесс», определяющее термин «обучение», служит прерогативой не только человека, но и неживой вещи – прибора, машины, устройства. Нами был выбран термин «обучение», в ходе которого первоначальная инициатива исходит от

преподавателя, «организующего» работу студента, а не «изучение», поскольку наша оригинальная методика обучения профессиональному иностранному языку предполагает усвоение будущими инженерами не только технической, но и сельскохозяйственной лексики. Причины необходимости владения этой лексикой следует разъяснять студентам, что делает обучение «осознанным».

Также разнообразными являются подходы к термину «иностран- ный язык», заявленному в формулировке данной темы. Так, иностран- ный язык может рассматриваться как учебная или научная дисциплина «гуманитарного и социального цикла» [2, с. 78], а также феномен наци- ональной культуры, демонстрирующий «культурное многообразие» и «путь к межкультурному пониманию» как «источник взаимного обо- гащения» [1, с. 223]. В статье Головчанской Р. Г. иностранный язык относится к дисциплине в том числе «экономического цикла» [2, с. 78]. В свою очередь, экономика может быть определена наука о прибыль- ности и убыточности производства и сбыта товаров и услуг. В свою очередь, прибыльность являются конечной целью осуществления со- временной профессиональной деятельностью. То есть данный аспект понимания термина «иностран- ный язык» позволяет перейти к рас- смотрению термина «профессиональный иностранный язык». В свою очередь, профессиональный иностранный язык представляет собой средство межкультурной коммуникации, содержание которого «обу- словлено направлением подготовки обучающихся» [7, с. 1].

Цель исследования заключается в том, чтобы оценить актуа- льность и эффективность нашей междисциплинарной методики обуче- ния профессиональному иностранному языку студентов инженерных направлений подготовки. *Задачи*: разработать концепцию понимания термина «актуальность»; описать критерии оценивания методики пре- подавания профессионального иностранного языка; выделить аспекты профессионального иностранного языка для оценивания; перечислить и применить критерии оценивания методики.

Методический инструментарий исследования

Нами разработана авторская методика обучения профессиональ- ному иностранному языку студентов инженерных направлений подго- товки. Основной принцип, на котором построена наша авторская ме- тодика, принцип междисциплинарности. Он позволяет лучше понять цель создания разнообразных технических приспособлений и устройств. В результате говоря о работе с языковой точки зрения, сту-

денты научаются комбинировать сельскохозяйственную лексику с инженерной лексикой при выполнении одного задания или даже при составлении одного предложения.

В качестве первого приёма развития понимания междисциплинарных связей средствами иностранного языка нами было выделено обсуждение. В своей работе мы применили несколько форм организации обсуждений. Первая форма предполагает обсуждение по вопросам. Приведём пример такой беседы: I. *тема*: Why are agro-engineering and agriculture interconnected? I. Вопросы для обсуждения: 1. *What branches of agriculture do you know? Do you know both crop and animal-farming?* 2. 1) *What does crop-farming produce? Does crop-farming produce different crops?* 2) *What crops does it provide people with? Does it provide people with vegetables, fruits and grain crops?* 3. *Which machinery do agro-engineers create? Do they create machinery for: planting, watering, harvesting?*

Для студентов инженерных направлений подготовки важно иметь высокий уровень развития структурно-логического мышления. По этой причине вопросы располагаются в логичном порядке: от общего (*Why are agro-engineering and agriculture interconnected?*) к частному (*What does crop-farming produce?*); от сельскохозяйственной проблематики (*What does crop-farming produce?*) к инженерной проблематике (*Which machinery do agro-engineers create?*). Заключительный вопрос предполагает комбинацию инженерной и сельскохозяйственной лексики: *Which machinery do agro-engineers create? Do they create machinery for: planting, watering, harvesting?*

Дополнительной визуальной опорой, организующей последовательность представления вопросов, служат цифры (см. пример выше). Римская цифра (I) обозначает общую проблему для обсуждения. Арабские цифры без скобок (1, 2, 3) вводят вопросы обобщающего смысла (*What does crop-farming produce?*) Каждая цифра под скобкой 1), 2) содержит в себе сначала специальный, а далее общий вопрос. Данный порядок обусловлен тем, что в начале работы студенты формулируют проблему для обсуждения, а затем им предлагается некоторый объем материала, который можно использовать для ответа. Причина состоит в том, что с формулировкой общего вопроса можно согласиться или не согласиться.

Вторая форма, используемая в целях достижения понимания студентами особенностей междисциплинарного подхода, это прочтение информации с нелинейных текстов (то есть схем разной конфигурации

и таблиц). Данный приём имеет огромную важность в целях развития компетенции, необходимой для проектирования машин и устройств.

Первый тип схемы, используемый в работе со студентами, это схема, отражающая взаимовлияние факторов. Основной компонент данной схемы представляет собой стрелку, содержащую два острия по бокам (рисунок 1).

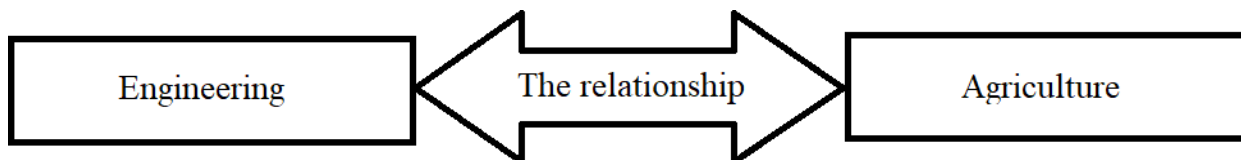


Рисунок 1 – Образец схемы 1, отражающей взаимовлияние факторов

По данному образцу схемы студенты формулируют: 1) тему для обсуждения (*The relationship between engineering and agriculture*); 2) своё высказывание (*Engineering and agriculture are interconnected*). Слова типа *the relationship* или *the interconnection*, имеющие сходный смысл, прописываются посередине стрелки (рисунок 1). Они стимулируют припоминание студентами недостающей информации с опорой на прописанное слово. В данном примере рассматривается взаимосвязь инженерии с сельским хозяйством.

Второй тип конфигурации схемы мы назвали схемой с односторонней стрелкой (рисунок 2).

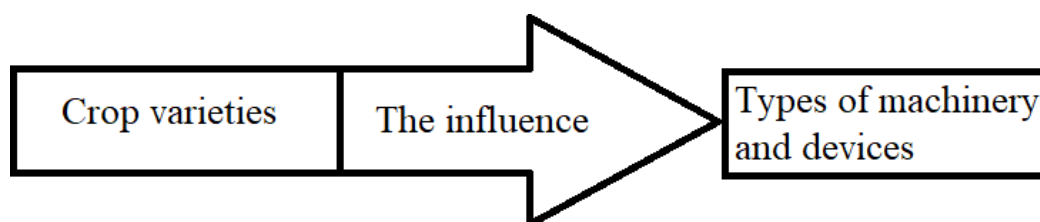


Рисунок 2 – Образец схемы с односторонней стрелкой

Согласно общей конфигурации данной схемы, её левая часть влияет на правую часть. В результате, руководствуясь конфигурацией схемы, студенты строят высказывание типа: *Crop varieties influence types of machinery and devices*.

Далее выясняются причины такой зависимости. В целях достижения высокого уровня наглядности нами была использована таблица. Любая таблица состоит из заголовков граф, в которых представлены некоторые общие идеи (*crops, machinery*) и содержания колонок, в которых представлены частные примеры (*a number of parts*) (таблица 1).

Таблица 1 – Образец таблицы для наглядной опоры в ходе обсуждения

Crops	Machinery
The plant parts consumed	A number of parts

Данный порядок предоставления материала вносит вклад в развитие таких операций логического мышления как обобщение и конкретизация. Используя материал таблицы 1, студенты самостоятельно формулируют высказывание типа: *A number of machinery parts depends on the plant parts produced.*

Третья форма организации обсуждения, применённая нами, предполагает использование неполных предложений, в которых троеточия указывают на местоположение пропущенных слов. От студентов требовалось заполнить троеточие требуемой по смыслу информацией. Данное задание приносит огромную пользу в обучении студентов инженерных направлений подготовки, поскольку оно сходно с математической задачей. Способность к решению задач, в свою очередь, служит важной компетенцией инженеров. Приведём пример условий выполнения такого задания, в результате которого студенты объясняют причину существования зависимости между количеством деталей машин и частями растений: ... *not to spoil edible parts*. Используя данное неполное предложение, студенты дополняют его, и получается высказывание типа: *A number of machinery parts depends on the plant parts produced not to spoil edible parts.*

Также с целью стимулирования полноструктурных высказываний студенты могут использовать так называемые аллегорические картинки – изображения. Вот пример таких картинок (рисунок 3):

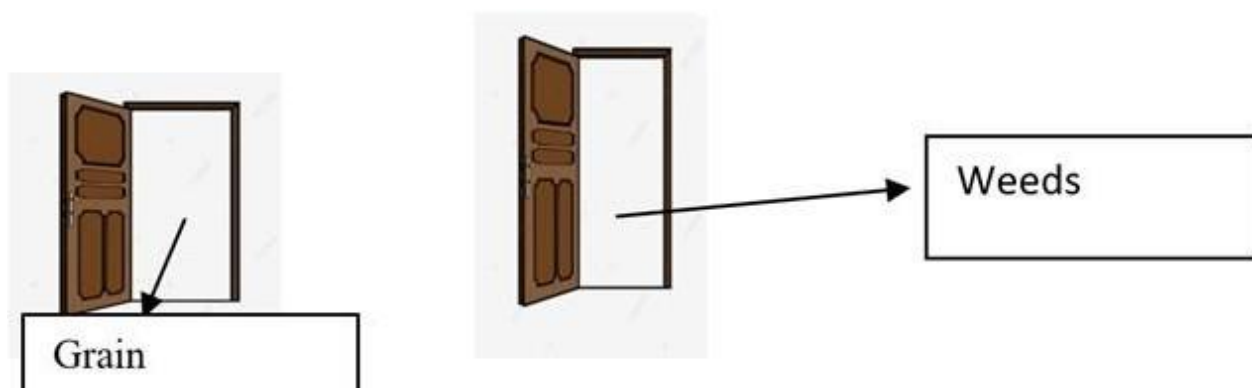


Рисунок 3 – Separation

В результате проведённой работы студенты строят высказывание с опорой на картинку – изображение: *A number of machinery parts depends on the plant parts produced because grain ought to be separated from weeds.*

В целях достижения высокого уровня наглядности нами применяется схема классификационного образца, которая представляет собой совокупности вертикально расположенных стрелок с остриями, направленными вниз. Стрелки исходят из словосочетания, имеющего обобщённый смысл. Под каждой стрелкой прописываются конкретные примеры данного понятия (рисунки 4 и 5).

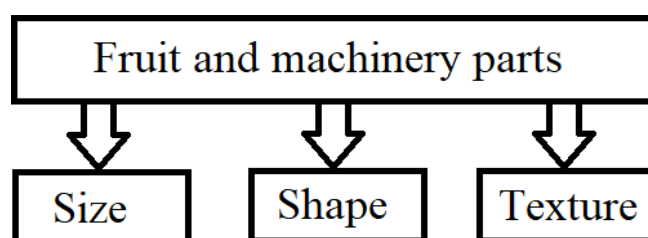


Рисунок 4 – Fruit parts

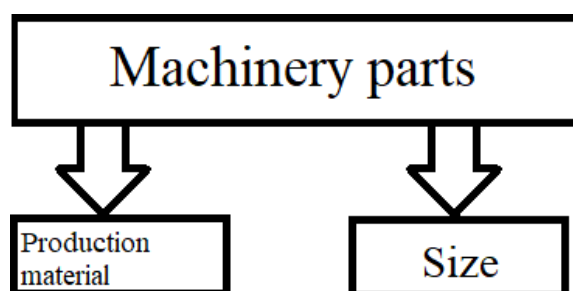


Рисунок 5 – Machinery parts

По данным схемам студенты инженерных направлений подготовки строят предложения типа: *Fruit and machinery parts vary in size, shape and texture. Machinery parts vary in both production material and size.* По схемам (рисунки 3 и 4) видно, какие характеристики относятся только к деталям машин, а какие – как к деталям машин, так и к характеристикам плода. Другая научная дисциплина, с которой связана инженерия, имеет сугубо современный характер (рисунок 5).

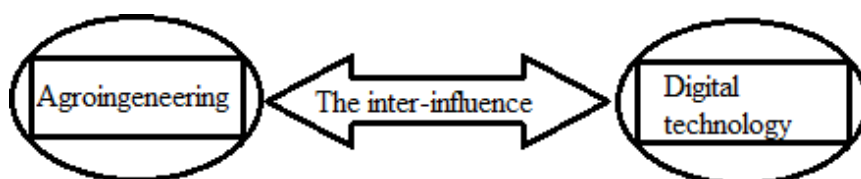


Рисунок 6 – Образец схемы 2, отражающей взаимовлияние факторов

Студенты также формулируют тему для обсуждения типа: *The inter-influence between agro-engineering and digital technology*. Кроме того, они также строят высказывания типа: «*Agroengineering and digital technology are interrelated*».

Четвёртая форма организации обсуждений была нами условно названа технологией соединения частей. Схемы, используемые в работе со студентами, включали в себя троеточия. По рисунку 7 видно, что на верхней части схемы троеточие стоит перед словом. На нижней части схемы троеточие располагается после слова (рисунок 7). В соответствии с местоположением троеточий студенты могли соединять слова в словосочетания.

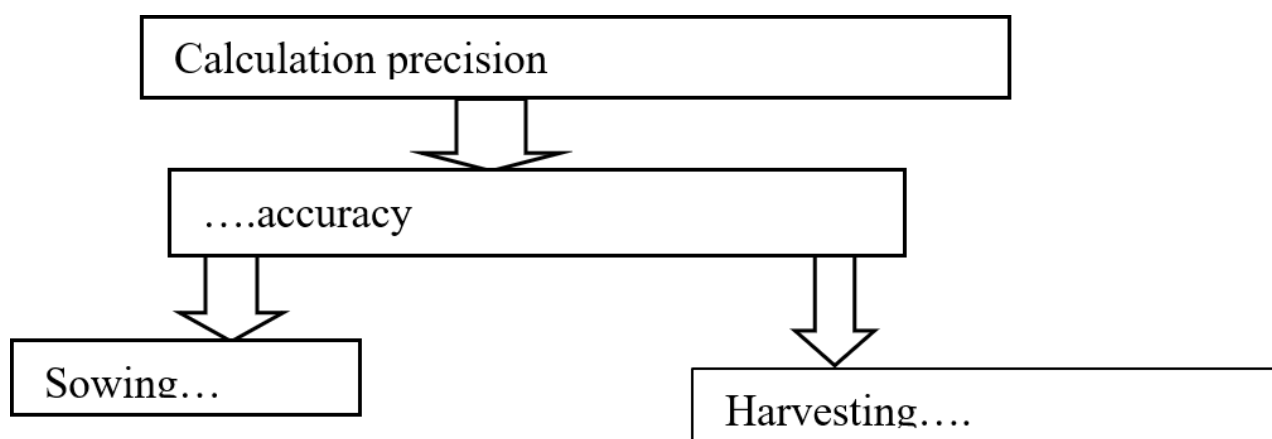


Рисунок 7 – Образец способа объединения слов в словосочетание

В данном случае местоположение троеточий на схеме, указывающее на позиции объединения слов в словосочетание, идентичны чертежу инженера, на котором указываются места объединения деталей. В результате по рисунку 7 получается высказывание типа: *Calculation precision enables to determine both sowing and harvesting accuracy*.

Второй приём осознания студентами междисциплинарности мы назвали комбинированием инженерной и сельскохозяйственной лексики. Первая форма работы в данном отношении включает в себя разные виды заданий по текстам (чтение и перевод, подбор, реферирование и аннотирование). Нами были использованы тексты с поясняющими названиями (например, «*Tractors for soil cultivation*»). При этом первая основная часть названия (*Tractors*) представляет собой технический термин. Вторая же поясняющая часть, располагаемая после предлога (*for soil cultivation*), служит термином из области почвоведения или растениеводства.

Вторая форма работы, направленной на комбинирование инженерной и сельскохозяйственной лексики, включает в себя образование по схемам (рисунки 8 и 9) составных существительных (*potato* или *cotton-harvester*) и словосочетаний (*wheat* или *rye grain*).

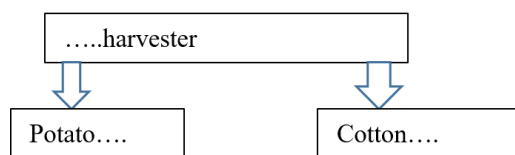


Рисунок 8 – Принцип образования составных существительных

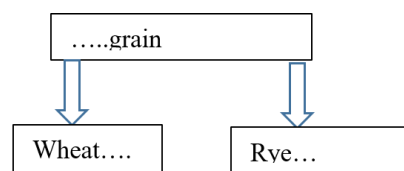


Рисунок 9 – Принцип образования словосочетаний с комбинированной лексикой

Некоторые названия, состоящие частично из технического, частично из сельскохозяйственного термина, явились примером самостоятельного словотворчества студентов, то есть продуктом креативного мышления, требуемого инженерам в качестве профессиональной компетенции. Отсюда вытекает *вторая гипотеза* нашего исследования, согласно которой словотворчество в области технических терминов при определённых условиях может стать стимулом к будущим научным открытиям инженера.

Ход и результаты исследования

Наше исследование проводилось в первом полугодии 2024-2025 учебного года. В нём приняло участие четыре группы второго курса Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева: ДМ-212 и ДМ-213 в качестве экспериментальных групп и ДМ-219 и ДМ-220 в качестве контрольных групп. При этом экспериментальные группы обучались профессиональному иностранному языку по разработанной нами экспериментальной методике. Контрольные же группы проходили обучение по традиционной методике.

Нами выделены и описаны уровни понимания студентами междисциплинарного характера инженерии средствами иностранного языка. Студенты, находящиеся на *высоком* уровне, способны устанавливать взаимосвязи между инженерией и всеми возможными науками и отраслями агропромышленного сектора во всех видах языковой деятельности средствами иностранного языка. Они не только в равной степени владели технической и сельскохозяйственной терминологией, но и умели сочетать её в одном виде высказываний, обсуждении, работе. Данные студенты не только употребляли в речи и понимали

названия предметов техники с наименованиями сельскохозяйственных объектов в своём составе, но и составляли свои названия на иностранном языке. Студенты на высоком уровне были способны не только к интерпретации схем разной конфигурации, но и к созданию своих собственных схем по готовому тексту. Студенты, находящиеся на *хорошем* уровне понимания междисциплинарного характера инженерии средствами иностранного языка, также были способны устанавливать взаимосвязи между инженерией и почти всеми возможными науками и отраслями агропромышленного сектора почти во всех видах языковой деятельности средствами иностранного языка. Они в равной степени владели и технической, и сельскохозяйственной терминологией, однако оказались недостаточно способными к сочетанию этих двух типов лексики при выполнении одного вида работы. Студенты на этом уровне хорошо понимали и использовали в своих собственных высказываниях термины, сочетающие в себе инженерную и сельскохозяйственную лексику. Однако они не могли придумывать свои собственные творческие названия техники с таким сочетанием. Студенты на хорошем уровне могли правильно понимать и осуществлять речевой замысел на основании конфигурации схемы, построенной другим человеком. Однако им не всегда удавалось успешно создавать схемы разной конфигурации соответственно своему собственному речевому замыслу. Студенты, находящиеся на *среднем* уровне понимания междисциплинарности инженерии с применением средств иностранного языка, оказались способными устанавливать взаимосвязи между инженерией и некоторыми другими научными дисциплинами при выполнении одного вида языковой деятельности. Студенты на этом уровне оказались более компетентными в умении понимать и использовать техническую лексику, чем сельскохозяйственную лексику. Последним упомянутый вид лексики лучше понимался, чем использовался в речевой деятельности студентами. Студенты на среднем уровне понимали замысел, опосредованно выражаемый через схему какого-то одного вида конфигурации. При этом студенты на среднем уровне оказались неспособны к выражению замысла через создание своих собственных схем разной конфигурации. Они пытались сочетать инженерную и сельскохозяйственную лексику в одном виде работы. Студенты, находящиеся на *низком* уровне, демонстрировали отсутствие умений в области как понимания, так и употребления в речи инженерной и сельскохозяйственной терминологии.

Результаты исследования представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Уровни понимания междисциплинарности инженерии
средствами иностранного языка**

Группы	Общее число студентов	Уровни, выраженные в количестве студентов			
		Высокий	Хороший	Средний	Низкий
ДМ-213	23	18	4	1	-
		Уровни (процентные соотношения)			
		78,26	17,39	4,35	--
ДМ-207	18	15	3	-	-
		Уровни (процентные соотношения)			
		83,33	16,66	-	-
ДМ-219	21	Уровни, выраженные в количестве студентов			
		-	-	3	18
		Уровни (процентные соотношения)			
		-	-	14,29	85,71
ДМ-220	25	Уровни, выраженные в количестве студентов			
		-	-	4	21
		Уровни (процентные соотношения)			
		-	-	16	84

В соответствии с данными, представленными в таблице 1, большинство студентов экспериментальных групп продемонстрировали высокий уровень понимания междисциплинарного характера инженерии с использованием средств иностранного языка. Подгруппы хорошего уровня в обеих экспериментальных группах по численности превысили подгруппы среднего уровня. Подгруппы низкого уровня в экспериментальных группах отсутствовали. В свою очередь, в контрольных группах были выявлены противоположные результаты. Обнаружено, что большинство студентов находилось на низком уровне понимания междисциплинарности инженерии с применением средств иностранного языка. Количество студентов в подгруппах низкого уровня превысило численность участников в подгруппах среднего уровня. Подгруппы высокого уровня в контрольных группах отсутствовали. Таким образом, в результате проведённого исследования гипотеза подтвердилась. Полученные результаты наглядно продемонстрировали актуальность и эффективность разработанной нами методики обучения профессиональному иностранному языку студентов инженерных направлений подготовки.

Заключение

Наше исследование обладает теоретической важностью, поскольку в нём описываются основы подхода к междисциплинарному

обучению профессиональному иностранному языку студентов инженерных направлений подготовки, а также обосновывается необходимость овладения не только технической, но и сельскохозяйственной, промышленной лексикой будущими инженерами. Наша работа также обладает практической значимостью, так как в ней представлены разработанные фрагменты и элементы занятий по профессиональному иностранному языку с позиций междисциплинарного подхода к содержанию инженерного образования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вишневская, Л. П. Иностранный язык как феномен национальной культуры и путь к межкультурному пониманию / Л. П. Вишневская, М. В. Тимченко // Мир науки, культуры, образования. – 2019. – № 1 (74). – С. 223-225.
2. Головчанская, Р. Г. Иностранный язык как учебная дисциплина на современном этапе // Р. Г. Головчанская // Евразийский союз учёных (ЕСУ). – 2014. – Том VIII. – С. 78-80.
3. Исмаилова, Г. К. Аспект как способ видения ситуации / Г. К. Исмаилова, И. М. Дюсекенева // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8. – С. 369-372.
4. Коршунова, Л. М. Актуальность темы исследования и процедура её обоснования / Л. М. Коршунова // Гуманитарный вектор. – 2013. – № 1 (33). – С. 7-12.
5. Новиков, А. М. Что такое обучение? / А. М. Новиков // Инновационные проекты и программы в образовании. – 2010. – № 2. – С. 255-257.
6. Новикова, Е. В. Профессиональный иностранный язык: от теории к практике // Электронный научнометодический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 2 (17).
7. Шарафутдинова, Р. И. Профессиональная деятельность современного инженера / Р. И. Шарафутдинова, И. И. Галимзянова // Вестник Казанского университета. – 2012. – № 6. – С. 255-257.
8. Кушнарёв, Л. И. Состояние и проблемы трудового потенциала сельского хозяйства России / Л. И. Кушнарёв, О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2010. – 70 с. – ISBN 978-5-9546-0065-0.

Об авторе:

Уланова Ольга Борисовна, кандидат психологических наук, доцент, старший преподаватель кафедры иностранных и русского языков, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», доцент, undina52@gmail.com.

About the author:

Olga B. Ulanova, Cand.Sc. (Psychology), associate professor, senior lecturer at the Department of Foreign and Russian Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, undina52@gmail.com.

АЛГОРИТМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРИВОДА КОЛЕС ТРАКТОРА ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

Н. С. Кривых

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

Аннотация. В сельском хозяйстве основной технической единицей, выполняющей тяговые и приводные операции, является трактор, источником механической энергии для которого служит дизельный двигатель, коэффициент полезного действия которого находится около 40 %. Использование электродвигателей, коэффициент полезного действия которых достигает порядка 95 %, открывает возможности их использования в качестве независимого привода колёс трактора. Разработана концепция управления индивидуальным приводом колёс. Построен алгоритм управления колесом с электроприводом. Предложена методика определения буксования для перехода электропривода колеса на соответствующий режим работы.

Ключевые слова: электротрактор, буксование, циркуляция мощности, индивидуальный привод, управление приводом колеса.

THE ALGORITHM OF USING AN INDIVIDUAL TRACTOR WHEEL DRIVE BY MEANS OF ELECTRIC TRACTION

N. S. Krivykh

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

Abstract. In agriculture, the main technical unit performing traction and drive operations is a tractor, the source of mechanical energy for which is a diesel engine, the efficiency factor of which is about 40 %. The use of electric motors, the efficiency factor of which reaches about 95 %, opens up the possibility of their use as an independent drive of the tractor wheels. The concept of individual wheel drive control is developed. The algorithm of controlling the electrically driven wheel is constructed. The methodology of determination of slip for transition of the electric wheel drive to the appropriate mode of operation is proposed.

Keywords: electric tractor, slipping, power circulation, individual drive, wheel drive control.

Вопросы энергосбережения и токсичности двигателей внутреннего сгорания приобретают всё большую значимость. Дизельные двигатели, используемые в тракторах, комбайнах и другой мобильной технике, демонстрируют сравнительно низкую эффективность – около 40...45 % в оптимальных условиях эксплуатации [1]. В иных ситуациях этот показатель снижается ещё больше, а сам процесс выработки механической энергии сопровождается выделением вредных веществ в выхлопных газах [2].

Бензиновые и дизельные двигатели остаются ключевыми источниками вредных выбросов, оказывающими негативное воздействие на экологию и здоровье людей. Оксиды азота способствуют формированию смога и кислотных осадков, что пагубно сказывается на живых организмах. Углеводороды, образующиеся при сгорании топлива, загрязняют воздух и приводят к накоплению озона в нижних слоях атмосферы, часто обладая канцерогенными свойствами. Всё это подталкивает к поиску решений для уменьшения уровня токсичности, включая использование методов моделирования различных процессов [3]. Для преодоления проблем, связанных с энергопотреблением и токсичностью двигателей внутреннего сгорания, важно разрабатывать инновационные технологии, такие как электрические и гибридные силовые установки для мобильных машин, способные существенно сократить вредные выбросы и повысить энергетическую эффективность. Некоторые уже существующие способы снижения токсичности вполне совместимы с использованием электроприводов на транспорте. Среди таких подходов стоит отметить применение альтернативных видов топлива, таких как биотопливо, водородные топливные элементы и другие возобновляемые источники энергии [4, 5, 12]. Таким образом, вопросы энергосбережения и токсичности двигателей внутреннего сгорания требуют системного подхода и сотрудничества между всеми заинтересованными сторонами для обеспечения устойчивого развития и защиты окружающей среды. Основным фактором, определяющим эффективность работы и производительность тракторов, являются сцепные характеристики колёс с опорной поверхностью [6]. Чтобы обеспечить оптимальный режим взаимодействия движителя с грунтом, можно применять электрический привод благодаря его высокому быстродействию, гибкости управления и широкому рабочему диапазону. Основу электрического привода составляет электродвигатель. В настоящее время наиболее перспективными считаются вентильные бесщёточные двигатели постоянного тока [7], которые превосходят по

эффективности и надёжности щёточные двигатели постоянного тока и асинхронные электродвигатели [8].

Электродвигатель превосходит двигатель внутреннего сгорания по КПД, обеспечивая более высокую степень преобразования потреблённой энергии в механическую. Кроме того, работа электродвигателя отличается большей плавностью и тишиной по сравнению с ДВС, что делает передвижение более комфортным. Таким образом, у электрических двигателей есть ряд преимуществ перед двигателями внутреннего сгорания. Однако это не исключает возможности применения обоих типов двигателей на одном мобильном средстве. В гибридных технологиях ДВС зачастую служит источником механической энергии, которая затем преобразуется в электрическую для приведения в действие электродвигателя. Подобные технологии широко используются в автомобилестроении, тогда как в тракторостроении они пока находятся на этапе опытно-конструкторских работ [9, 11]. Эти системы предполагают работу ДВС, что ограничивает эксплуатацию такой техники в закрытых помещениях с недостаточной вентиляцией. Тем не менее, временные периоды работы на сохранённой электрической энергии при использовании электропривода ничем не ограничены, что открывает перспективы для внедрения этих технологий на тракторах [10].

Основная особенность использования электрического двигателя в приводе трактора заключается в возможности индивидуального управления каждым колесом, которое можно осуществлять через систему автоматизации [13]. Большинство современных тракторов оснащены механическими ступенчатыми трансмиссиями с ручным, гидравлическим или электрическим управлением. Эти трансмиссии обычно содержат межколесные и промежуточные симметричные шестеренчатые дифференциалы, обеспечивающие маневренность трактора за счет равномерного распределения крутящего момента и позволяющие ведущим колесам вращаться с различными угловыми скоростями. Дифференциальная система хорошо справляется с задачей маневрирования, но при прямолинейном движении одинаковую касательную силу можно достичь лишь при равных условиях сцепления на всех ведущих колесах. На практике условия сцепления колеса с поверхностью и его кинематический радиус непрерывно меняются, что ведет к изменениям касательных сил. Увеличенное буксование ведущих колес снижает тяговый КПД трактора, поскольку часть энергии тратится на трение и деформации колеса относительно опорной по-

верхности. Современные технологии позволяют внедрить гибкую систему управления ведущими колесами посредством электропривода, что устраняет необходимость в дифференциале и минимизирует буксование и проскальзывание за счёт оптимальной регулировки нагрузки на каждое колесо.

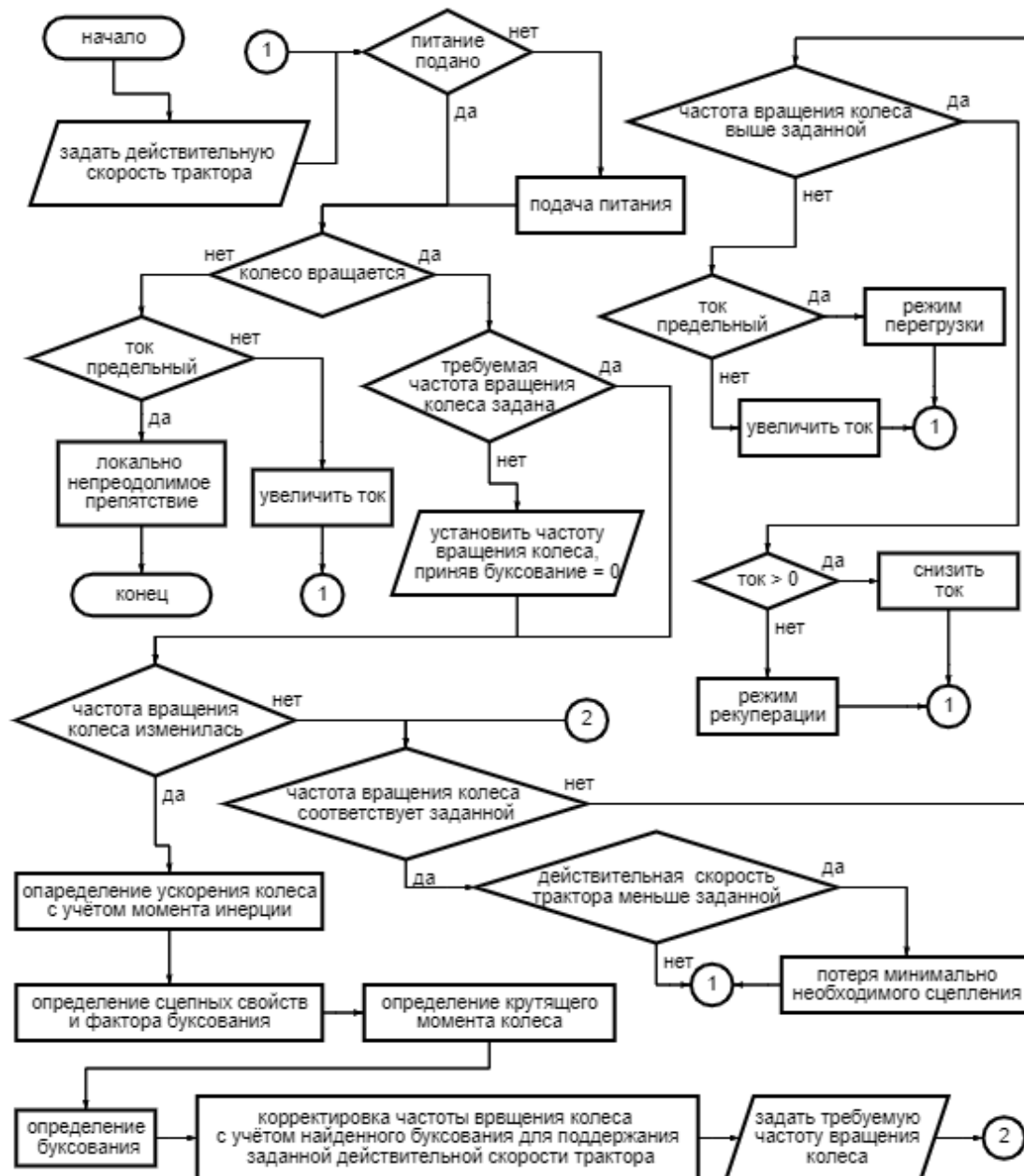


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма управления электроприводом колеса трактора

Для создания ведущего колеса с индивидуальным приводом требуется разработать соответствующий алгоритм управления и смоделировать ключевые параметры. Потери, обусловленные увеличенным

буксованием и жесткостью трансмиссии, связаны с кратковременными изменениями нагрузки от навесного оборудования и кинематической несогласованностью ведущих колес. Это выражается в прохождении разных расстояний колесами при одной и той же угловой скорости в случае жесткой работы трансмиссии. Современные электронные системы управления частично справляются с этой проблемой, контролируя буксование и другие параметры для поддержания стабильности движения машины.

Был предложен примерный алгоритм управления электроприводом колеса (рисунок 1), который поддерживает постоянное число оборотов колеса при неизменной реальной скорости трактора. Реальная и расчетная скорости трактора, равно как и колеса, различаются поправкой на буксование, поэтому при наличии буксования расчетная скорость всегда будет выше.

Существует несколько методов для оценки степени буксования. В предлагаемом алгоритме используется разработанная методика, основанная на мониторинге кратковременного ускорения колеса и определении сцепных свойств поверхности с учетом момента инерции системы. Таким образом, поведение колеса при различных условиях сцепления будет отличаться, что помогает идентифицировать эти условия. Для описания характеристик буксования в зависимости от сцепных свойств вводится новый параметр, условно названный коэффициентом буксования. Этот показатель удобен для анализа характеристик буксования при различных условиях сцепления на разных почвенных покрытиях. Крутящий момент на колесах можно измерить, анализируя ток, подаваемый на электроприводы. Определив крутящий момент и, соответственно, силу тяги, можно приблизительно оценить уровень буксования. Для функционирования колеса с индивидуальным электроприводом создан алгоритм автоматического управления, учитывающий условия сцепления колеса с опорной поверхностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кривых, Н. С. Преимущества и недостатки электродвигателя в сравнении с ДВС / Н. С. Кривых, А. Е. Беденко // Промышленность и сельское хозяйство. – 2023. – № 10 (63). – С. 15-17.
2. Касимов, Е. А. Технология снижения выбросов ДВС / Е. А. Касимов // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 92-9. – С. 62-64.
3. Снижение токсичности отработавших газов в камере сгорания двигателя внутреннего сгорания / В. М. Ситдилов, Н. Ю. Дударева, А. А. Ишемгузин, И. А. Даутов // Труды НАМИ. – 2022. – № 4(291). – С. 85-95.

4. Бижаев, А. В. Снижение токсичности отработавших газов дизеля путем подачи топлива с водой в камеру сгорания / А. В. Бижаев, С. Н. Девянин // Авто-ГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2019. – Т. 18, № 12. – С. 586-588.
5. Исследование биодизельного топлива с добавками пальмового масла и перекиси водорода / П. П. Ощепков, И. А. Заев, С. В. Смирнов, А. В. Бижаев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – Т. 13, № 3. – С. 48-53.
6. 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.
7. Chau, K. Overview of permanent-magnet brushless drives for electric and hy-brid vehicles / K. Chau, C. Chan, C. Liu // IEEE Transactions On Industrial Electronics. – 2008. – № 55(6). – С. 2246-2257.
8. Определение основных параметров асинхронного тягового электродвигателя / А. Я. Якушев, Т. М. Назирхонов, И. П. Викулов, К. В. Марков // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2019. – Т. 16, Вып. 4. – С. 592-601.
9. Бижаев, А. В. Исследование параметров трактора с электроприводным силовым агрегатом / А. В. Бижаев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14, № 4. – С. 33-42. – DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-33-42.
10. Бижаев, А. В. Энергетические и экономические параметры работы трактора с электроприводом колёс / А. В. Бижаев, С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 53-58. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-1-53-58.
11. Менеджмент научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для сельскохозяйственного производства / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, А. В. Шарапова, А. В. Шарапова. – М. : МГУП, 2016. – 180 с.
12. Дидманидзе, О. Н. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах / О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 52-59.
13. Общая модель гидродинамической подвески заднего навесного устройства трактора / П. В. Сиротин, Н. Н. Пуляев, М. А. Лесик, Д. А. Федорова // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 54-69.

Об авторе:

Кривых Николай Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», krivyh05@gmail.com.

About the author:

Nikolay S. Krivykh, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, krivyh05@gmail.com.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИРАБОТКИ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Д. И. Петровский

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

Аннотация. Изложены технологические рекомендации по организации обкатки двигателей на ремонтных предприятиях. Приведена методика оценки качества приработки рабочих поверхностей деталей по результатам обкатки двигателей.

Ключевые слова: обкатка, приработка, ускорение приработки, качество приработки.

A METHODOICAL APPROACH TO ASSESSING ENGINE RUN-IN AFTER REPAIR

D. I. Petrovsky

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

Annotation. Technological recommendations on the organization of engine running-in at repair facilities are outlined. A methodology for assessing the quality of running-in of the working surfaces of parts based on the results of engine running-in is presented.

Keywords: run-in, running in, run-in acceleration, run-in quality.

Обкатка является важной частью технологического процесса капитального ремонта двигателей. Во время обкатки происходит приработка трущихся рабочих поверхностей деталей.

Продолжительность и качество приработки зависят в значительной степени от качества сборки (соблюдение установленных в технической документации зазоров, параллельности осей и контактирующих поверхностей).

Нарушение технологической дисциплины при сборке приводит к необходимости увеличения продолжительности процесса приработки.

С учётом изложенного в задачи обкатки двигателей входит: получение высокого качества рабочих поверхностей деталей при минимальном их износе в процессе обкатки; завершение приработки при

минимальной продолжительности обкатки; формирование показателей надёжности отремонтированных двигателей [1].

Под качеством приработки рабочих поверхностей деталей подразумевается совокупность их физико-механических и геометрических свойств: шероховатость, микронеровности размера, остаточные напряжения и др.

Во время приработки трущихся поверхностей деталей двигателя происходит ряд важных изменений. Материал на поверхности деталей деформируется, изменяя свою пластичность и внутренние напряжения. Формируется особый микрорельеф, изменяется структура поверхностного слоя, и, что особенно важно, образуется упрочненный слой. Этот упрочненный слой играет ключевую роль в подготовке двигателя к работе под нагрузкой.

На качество приработки оказывают влияние следующие факторы: нагрузка на трущиеся поверхности; относительная скорость перемещения трущихся поверхностей; температура контактирующих поверхностей; эффективность смазки; ускоренные методы приработки [2, 3].

Одним из наиболее многообещающих направлений увеличения эффективности приработки деталей двигателя в процессе обкатки является применение ускоренных методов, основанных на использовании специализированных присадок. В зависимости от их физико-химического воздействия, приработочные присадки делятся на несколько категорий: поверхностно-активные вещества, химически-активные вещества и композиции, обеспечивающие избирательный перенос.

Принцип действия этих присадок базируется на усилении адгезионного взаимодействия прирабатываемых поверхностей трения. Наиболее результативными оказываются присадки, которые реализуют эффект избирательного переноса в процессе приработки деталей. Их применение улучшает антифрикционные, противоизносные и противозадирные свойства масел, ускоряет процесс обкатки двигателя, уменьшает износ поверхностей трения, увеличивает площадь приработки и снижает шероховатость трущихся поверхностей [4].

В условиях ремонтного производства отсутствуют рекомендации по прямому измерению качества приработки в процессе обкатки. На практике для оценки качества приработки обычно используют технико-экономические параметры (эффективная мощность, удельный расход топлива, расход масла на угар). Поэтому предложена методика

оценки качества притирка деталей двигателя по нижеприведенным показателям и параметрам:

1. Показатель, учитывающий шероховатость притертых сопряжений:

$$П_{ш} = \frac{L_{пр}^{max}}{L_{эт}^{max}}, \quad (1)$$

где $L_{пр}^{max}$ – наибольшая высота микронеровностей притертых плоскостей, мкм;

$L_{эт}^{max}$ – наименьшая высота микронеровностей притертых плоскостей, взятых как эталон, мкм.

2. Показатель, учитывающий примыкания притертых сопряжений:

$$П_{пр.пл.} = \frac{W_{факт}}{W_{геом}}, \quad (2)$$

где $W_{факт}$ – фактическая площадь контактирующих притертых плоскостей, мм²;

$W_{геом}$ – геометрическая (полная) площадь контактирующих притертых плоскостей, мм².

3. Показатель, учитывающий пластичность притертых сопряжений:

$$П_{п} = \frac{H_{дет.}^{прат.}}{H_{дет.}^{ном.}}, \quad (3)$$

где $H_{дет.}^{прат.}$ – пластическая твёрдость поверхности притертых сопряжений, МПа;

$H_{дет.}^{ном.}$ – пластическая твёрдость поверхности непритертых сопряжений деталей новых или после восстановления, МПа.

4. Показатель, учитывающий износостойкость притертых сопряжений:

$$П_{износ.} = \frac{\Delta И_{прат.}}{\Delta И_{эталон}}. \quad (4)$$

где $\Delta И_{прат.}$ – величина фактического износа поверхности за продолжительность притирания, мкм;

$\Delta И_{эталон}$ – величина фактического износа эталонной поверхности за продолжительность притирания, мкм.

5. Показатель, учитывающий притёртость поверхностей деталей двигателя:

$$P_{\text{прит.}} = \frac{M_{\text{тр.}}^{\text{практ.}}}{M_{\text{тр.эталон}}^{\text{практ.}}}, \quad (5)$$

где $M_{\text{тр.}}^{\text{практ.}}$ – утрата мощности на трение в процессе притирания поверхностей трения, кВт;

$M_{\text{тр.эталон}}^{\text{практ.}}$ – утрата мощности на трение в процессе притирания эталонных поверхностей трения, кВт.

6. Показатель, учитывающий механические потери:

$$P_{\text{мех.пот.}} = \frac{W_{\text{испыт.}}}{W_{\text{эталон}}}, \quad (6)$$

где $W_{\text{испыт.}}$ – угловая скорость коленвала (на номинальном режиме) отремонтированного двигателя, рад/с;

$W_{\text{эталон}}$ – угловая скорость коленвала (на номинальном режиме) нового двигателя, рад/с.

7. Показатель, учитывающий фактическую мощность:

$$P_{\text{м}} = \frac{H_{\text{е}}^{\text{практ.}}}{H_{\text{еэталон}}}, \quad (7)$$

где $H_{\text{е}}^{\text{практ.}}$ – номинальная мощность отремонтированного двигателя, кВт;

$H_{\text{еэталон}}$ – номинальная мощность нового двигателя, кВт.

8. Показатель, учитывающий расход топлива на единицу мощности на номинальном режиме:

$$P_{g_{\text{е}}} = \frac{p_{\text{е}}^{\text{практ.}}}{p_{\text{еэталон}}}, \quad (8)$$

где $p_{\text{е}}^{\text{практ.}}$ – расход топлива отремонтированного двигателя на единицу мощности на номинальном режиме, г/кВт·ч;

$p_{\text{еэталон}}$ – расход топлива нового двигателя на единицу мощности на номинальном режиме, г/кВт·ч.

9. Показатель, учитывающий давление масла:

$$P_{\text{дм}} = \frac{D_{\text{масла}}^{\text{практ.}}}{D_{\text{маслаэталон}}}, \quad (9)$$

где $D_{\text{масла}}^{\text{практ.}}$ – давление масла отремонтированного двигателя на номинальном режиме, МПа;

$D_{\text{масла}_{\text{эталон}}}$ – давление масла нового двигателя на номинальном режиме, МПа.

10. Показатель, учитывающий расход масла на угар:

$$P_{\text{масла}_{\text{угар}}} = \frac{\Delta P_{\text{масла}_{\text{практик.}}}}{\Delta P_{\text{масла}_{\text{эталон}}}}, \quad (10)$$

где $\Delta P_{\text{масла}_{\text{практик.}}}$ – утрата угоревшего масла за десятичасовой период работы отремонтированного двигателя, кг/ч;

$\Delta P_{\text{масла}_{\text{эталон}}}$ – утрата угоревшего масла за десятичасовой период работы нового двигателя, кг/ч.

11. Эффективная мощность мотора в течение притирки сопряженных деталей:

$$N_e = \frac{M_{\text{крут.}} \cdot n}{9550}, \quad (11)$$

где $M_{\text{крут.}}$ – развиваемый двигателем крутящий момент, Н·м;

n – частота вращения с^{-1} .

12. Израсходование топлива по массе:

$$I_{\text{топлива}} = 3,6 \cdot \frac{G_{\text{топлива}}}{t}, \quad (12)$$

где $G_{\text{топлива}}$ – количество топлива, потраченного двигателем за период контроля, г;

t – время контролирования, с.

13. Масса израсходованного топлива, отнесенная к мощности:

$$g_e = \frac{1000 \cdot I_{\text{топлива}}}{N_e}, \quad (13)$$

14. Крутящий момент:

$$M_{\text{крут.}} = \frac{9550 \cdot N_e}{n}, \quad (14)$$

На практике применение методических рекомендаций оценки эффективности и качества притирки деталей двигателей по итогам стендовых испытаний даст возможность обоснованно подобрать оптимальные режимы обкатки, которые обеспечат требуемую степень приработки, при которой двигатель будет готов к приёмо-сдаточным испытаниям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология ремонта машин / В. М. Корнеев, И. Н. Кравченко, В. С. Новиков и др. – М. : РГАУ-МСХА, 2019. – 266 с.
2. Некрасов, С. С. Послеремонтная обкатка двигателя / С. С. Некрасов, В. В. Стрельцов, П. И. Носихин // Агропромышленный комплекс России. – 1989. – №1. – С. 38-39.
3. Крапенко, М. А. Интенсификация процесса приработки двигателей УМЗ применением присадок в масло с поверхностно-активными и химически-активными веществами : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. А. Карпенко. – Пенза, 2002. – 18 с.
4. Повышение качества приработки дизелей в процессе обкатки с помощью присадок к топливу / Ю. А. Микутенко, А. М. Данилов, В. В. Сердюк, Л. А. Ашкинази // Двигателестроение. – 2000. – № 4. – С. 25-26.
5. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : ООО «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.
6. 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 ФГОУ ВПО АЧГАА.
7. Чепурин, А. В. Организация фирменного сервиса отечественной сельскохозяйственной техники / А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 40-43. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-4-40-41-42-43.
8. Техническая диагностика тракторов / В. А. Чечет, В. В. Егоров, Н. А. Майстренко [и др.]. – М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2018. – 100 с.
9. 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:

Петровский Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, petrovsky@rgau-msha.ru.

About the author:

Dmitry I. Petrovsky, Cand. Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, petrovsky@rgau-msha.ru.

ПРИОРИТЕТНЫЕ ТРЕНДЫ В ПОДБОРЕ И РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ В АГРОИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ

О. В. Чеха

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

Аннотация. В статье представлен анализ современных особенностей отбора и реализации компетенций в процессе непрерывного профессионального обучения кадров в агроинженерном вузе, а также определены ключевые подходы к формированию профессиональных компетенций и совершенствованию образовательного процесса, которые позволят выпускникам эффективно адаптироваться к требованиям рынка труда и качественно решать актуальные задачи агро-производственной сферы.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, приоритетные тренды, инженерные кадры, концепция.

PRIORITY TRENDS IN THE SELECTION AND IMPLEMENTATION OF COMPETENCIES IN CONTINUOUS TRAINING AT AN AGROENGINEERING UNIVERSITY

O. V. Chekha

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

Abstract. The article presents an analysis of modern features of the selection and implementation of competencies in the process of continuous professional training at an agroengineering university, and identifies key approaches to the formation of professional competencies and the improvement of the educational process that will allow graduates to effectively adapt to the demands of the labor market and efficiently solve current problems in the agro-industrial sector.

Keywords: professional competencies, priority trends, engineering personnel, concept.

В условиях необходимости стремительного развития агропромышленного комплекса (далее АПК) и внедрения инновационных технологий в сельское хозяйство возрастает потребность и в высококвалифицированных кадрах, способных эффективно решать задачи современного агропроизводства. Особую роль в этом процессе играют агро-

инженерные вузы, которые должны не только обеспечивать фундаментальную подготовку студентов, но и формировать у них актуальные компетенции, отвечающие требованиям рынка труда.

Целью данной работы является анализ современных особенностей отбора и реализации компетенций в процессе непрерывного профессионального обучения кадров в агроинженерном вузе. В условиях почти «моментального» развития технологий и изменений в аграрном секторе важно определить ключевые подходы к формированию актуальных профессиональных компетенций, которые позволят выпускникам эффективно адаптироваться к требованиям инноваций в экономике в целом.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью некоторой модернизации образовательных программ в агроинженерных вузах в соответствии с приоритетными трендами. Сельское хозяйство становится все более технологичным, что требует от специалистов (как настоящих, так и будущих) не только глубоких знаний в области агроинженерии, но и навыков работы реального сектора экономики. Трендовые навыки, по нашему мнению, это взаимодействие с цифровыми технологиями, управление проектами и адаптация к постоянно изменяющимся условиям функционирования экономики. Обязательное условие их реализации заключается в том, что подготовка кадров осуществляется непрерывно и базируется на компетентностном подходе, что становится ключевым фактором успеха в подготовке конкурентоспособных специалистов.

Научная новизна исследования заключается в том, что автором предложен как комплексный подход при изучении приоритетных трендов, которые позволяют подобрать и реализовать рекомендации по формированию актуальных компетенций у студентов агроинженерных вузов, одновременно с учётом интеграции теоретических знаний, практических навыков и инновационных образовательных технологий, так и минимальный набор компетенций, сформированный по требованиям реального сектора экономики.

Автором были проанализированы приоритетные тенденции в агроинженерном образовании, которые позволяют сформировать компетенции, адаптированные к условиям непрерывной подготовки кадров. Также предложена модель непрерывной подготовки кадров, которая включает этапы довузовской подготовки, основного обучения, повышения квалификации и переподготовки. Особое внимание уделено использованию дистанционных технологий, созданию учебно-опытных

подразделений и внедрению инновационного оборудования в образовательный процесс.

Предложенная модель интеграции теоретико-прикладного обучения, индивидуализации образовательного процесса и практико-ориентированной подготовки, делает возможным повышение качества реальной подготовки специалистов для АПК. Выработанные рекомендации направлены на совершенствование качества кадрового потенциала в агропромышленной отрасли и решение насущных проблем профессиональной адаптации выпускников.

Современные особенности подбора и реализации компетенций.

На проведенной в январе 2025 года стратегической сессии *«Современные вызовы аграрного образования и науки»* Министр сельского хозяйства Российской Федерации Оксана Николаевна Лут озвучила впечатляющие цифры: «Сейчас в 45 подведомственных вузах по программам высшего и среднего профессионального образования обучаются почти 280 тысяч студентов. Ожидается, что по итогам текущего года в 63 регионах будут работать почти 600 агротехнологических классов, а к 2030 году их число достигнет 18 тысяч. С учётом национальных целей по увеличению объёма производства продукции АПК на 25 % и экспорта – на 50 % комплексный подход к обеспечению предприятий высококвалифицированными кадрами является безусловным приоритетом» [9].

Приоритетные направления развития агропромышленного комплекса [4] требуют от высших учебных заведений, готовящих специалистов для данной отрасли, пересмотра подходов к формированию профессиональных компетенций, которые должны отвечать актуальным трендам и реализоваться в рамках концепции *«АГРОКЛАСС – КОЛЛЕДЖ – ВУЗ – СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЕ»*. Непрерывная подготовка кадров в рамках данной концепции предполагает не только передачу знаний, но и развитие у студентов способности применять их на практике, адаптироваться к быстро меняющимся условиям производства и технологиям [2]. Способность будущего специалиста профессионально и на высоком современном уровне решать поставленные задачи, это и есть *компетенция*, которая обычно приобретается во время обучения. В системе новейших общественно-экономических отношений *компетенции* взаимодополняют друг друга и, вместе с этим, являются стержневой характеристикой будущего специалиста.

Одной из важнейших особенностей современного образовательного процесса является смещение акцентов с теоретической подготовки на теоретико-прикладную, профессионально ориентированную модель непрерывного обучения [5, с. 119-126]. Это особенно актуально для инженерных дисциплин (например, таких как механика, компьютерное проектирование, детали механизмов и машин, тракторы и автомобили, сельскохозяйственные машины и т.п.), где студенты должны не только понимать фундаментальные принципы, но и уметь применять их в условиях реального производства [6, с. 101-104]. Внедрение практико-ориентированных методов обучения позволяет сократить разрыв между теоретическими знаниями и их практическим применением, что способствует формированию у студентов профессиональных компетенций, востребованных на рынке труда [1, 10].

Важным инструментом в реализации компетенций в рамках воплощения в жизнь концепции *«АГРОКЛАСС – КОЛЛЕДЖ – ВУЗ – СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЕ»* является использование цифровой информационно-образовательной среды (далее ЦИОС). Если рассматривать доступ к объёмному количеству максимальных источников, которые позволяют всегда и на постоянной основе получать неограниченную возможность находить необходимую и актуальную информацию, то это, безусловно ЦИОС. Она позволяет обучающимся получать более широкие знания, очень точную информацию, позволяет снизить затраты на покупку учебных пособий и аренду учебных помещений.

Современные технологии предоставляют широкие возможности для интерактивного обучения, включая проведение лекций с аудиовизуальным сопровождением, лабораторных работ с мультимедийными элементами, а также использование электронных тестовых тренажёров. Такие инструменты не только повышают вовлеченность студентов, но и позволяют моделировать сложные производственные процессы, что особенно важно для агроинженерных специальностей. Интеграция цифровых технологий в образовательный процесс способствует развитию у студентов навыков работы с современным оборудованием и программным обеспечением, что является неотъемлемой частью их профессиональной подготовки.

Индивидуализация обучения также играет ключевую роль в формировании компетенций. Учебный процесс должен быть дифференцирован с учётом особенностей различных категорий студентов, включая их уровень подготовки, специальность и образовательные цели. Это позволяет адаптировать содержание учебных курсов и модулей, делая

их более гибкими и отвечающими потребностям конкретных обучающихся. Индивидуальный подход способствует более глубокому усвоению материала и развитию у студентов способности к самостоятельной работе, что также является важным аспектом их профессионального роста.

Практико-ориентированное обучение – важная составляющая непрерывного образования в агроинженерных вузах. Практика должна быть встроена в процесс обучения с самого начала, чтобы студенты могли с первых курсов знакомиться с реальными условиями своей будущей профессии, моделировать производственные ситуации и развивать необходимые навыки для успешной карьеры. Учебная практика становится связующим звеном между теорией и практикой, что способствует более эффективному формированию профессиональных компетенций [8]. Сотрудничество с организациями, предоставляющими базы для практического обучения, также играет значительную роль [3, с. 224-226; 7]. Такое взаимодействие позволяет привлекать к учебному процессу высококвалифицированных специалистов, которые могут поделиться своим опытом и знаниями с обучающимися. Кроме того, взаимодействие вуза и предприятий способствует выработке общих требований к компетентности выпускников, что облегчает их профессиональную адаптацию и трудоустройство. Сотрудничество позволяет вузу оперативно реагировать на изменения в отрасли и корректировать образовательные программы в соответствии с актуальными потребностями рынка труда.

По мнению автора, для работы на производстве, **минимальный набор компетенций** (представлен на рисунке 1) должен соответствовать требованиям реального сектора АПК. Они формируются через развитие общих и профессиональных компетенций в течение всего срока прохождения обучения в курсе ЦИОС.

Проведенное исследование показало, что эффективная подготовка кадров для АПК возможна только при условии интеграции образовательного процесса с реальными потребностями отраслей АПК. Для этого необходимо увеличить финансирование материально-технической базы вузов, внедрить программы повышения квалификации с использованием дистанционных технологий, а также создать учебно-опытные подразделения на базе вузовских земель.



Рисунок 1 – Минимальный набор компетенций, сформированный по требованиям реального сектора экономики

Важным шагом является разработка региональных программ развития кадрового потенциала АПК, которые будут способствовать притоку молодых специалистов в сельскую местность.

Перспективным направлением является создание инновационных научно-образовательных центров, оснащенных современной техникой и оборудованием, которые должны быть расположены в вузах или в шаговой доступности для обучающихся. Такие центры позволят не только улучшить качество подготовки студентов, но и проводить научные исследования, направленные на решение актуальных проблем всех секторов АПК.

По мнению автора, для конкурентоспособности будущих специалистов на рынке труда и заинтересованности самих обучаемых в учебном процессе, целесообразно и необходимо:

- поддерживать и развивать предпринимательскую инициативу среди студентов;
- формировать современную, отвечающую приоритетным трендам непрерывной профподготовки, инфраструктуру вузов;
- проработать вопрос передачи вузам (как б/у, так и современной) сельскохозяйственной техники и запасных частей;

Внедрение инновационных подходов в образовательный процесс агроинженерных вузов станет важным шагом на пути к модернизации

аграрного сектора экономики в рамках реализации концепции «*«АГРОКЛАСС – КОЛЛЕДЖ – ВУЗ – СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЕ»*». Воплощение предложенных мер позволит повысить уровень подготовки кадров для АПК в России, обеспечить их конкурентоспособность на рынке труда и будет способствовать развитию сельского хозяйства в целом на актуальном уровне социально-экономического развития страны.

Выводы и перспективы реализации полученных результатов.

Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования непрерывного профессионального образования, «модификации» образовательных программ в агроинженерных вузах в рамках реализации концепции «*«АГРОКЛАСС – КОЛЛЕДЖ – ВУЗ – СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЕ»*», а также для разработки новых подходов к формированию профессиональных компетенций у студентов при обязательной отраслевой специализации и кооперации подведомственных вузов. Перспективным направлением является дальнейшее развитие ЦИОС, включая создание виртуальных лабораторий и симуляторов, которые позволят студентам отрабатывать навыки в условиях, максимально приближенных к реальным. Кроме того, важно продолжать развивать сотрудничество с предприятиями для привлечения их к целевым договорам, что будет способствовать повышению качества подготовки кадров по особенно востребованным профессиям АПК и конкурентоспособности будущих специалистов на рынке труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зеленая экономика в контексте устойчивого развития агропромышленного комплекса : коллективная монография / В. И. Трухачев, Л. И. Хоружий, Д. С. Алексанов [и др.]. – М. : Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 564 с.
2. Коломейченко, А. С. Информационные технологии / А. С. Коломейченко, Н. В. Польшакова, О. В. Чеха. – СПб : Издательство «Лань», 2022. – 212 с. – ISBN 978-5-8114-7564-3.
3. 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 ученых : 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.
4. Trends and Vectors of Sustainable Agriculture Development in Digital Economy / O. G. Karataeva, O. V. Chekha, V. D. Timofeenko [et al.] // Unlocking

Digital Transformation of Agricultural Enterprises. Technology Advances, Digital Ecosystems, and Innovative Firm Governance. – Cham : Springer, 2023. – P. 79-86. – DOI 10.1007/978-3-031-13913-0_9.

5. Трушина, Л. Н. Применение передовых технологий обучения при подготовке агроинженеров / Л. Н. Трушина, Е. А. Овсянникова, Е. С. Шнарас // Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе : сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М. М. Джембулатова, Махачкала, 17 марта 2021 года. Том III. – Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова, 2021. – С. 119-126.

6. Чеха, О. В. Методика и результаты исследования преемственной образовательной программы «Колледж-Вуз» по Агроинженерии / О. В. Чеха // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2010. – № 4 (43). – С. 101-104.

7. Шибанков, В. О. Возможности применения инновационных конструкционных материалов и технологий в цифровой экономике / В. О. Шибанков, М. Е. Чеха // Наука в мегаполисе Science in a Megapolis. – 2022. – № 8(43).

8. Шкалыгин, А. В. Проблемы реализации стратегии импортозамещения оборудования и комплектующих для отечественных предприятий мясоперерабатывающего подкомплекса / А. В. Шкалыгин, М. Е. Чеха // Наука в мегаполисе Science in a Megapolis. – 2025. – № 1 (69).

9. Оксана Лут рассказала о приоритетных задачах развития аграрной науки и образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.timacad.ru/news/oksana-lut-rasskazala-o-prioritetnykh-zadachakh-razvitiia-agrarnoi-nauki-i-obrazovaniia> (дата обращения: 27.01.2025).

10. Кушнарев, Л. И. Состояние и проблемы трудового потенциала сельского хозяйства России / Л. И. Кушнарев, О. Н. Дидманидзе. – М. : ООО «Триада», 2010. – 70 с. – ISBN 978-5-9546-0065-0.

11. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

Об авторе:

Чеха Ольга Вячеславовна, специалист по учебно-методической работе, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», olgachekha@rgau-msha.ru.

About the author:

Olga V. Chekhov, Specialist in educational and methodological work, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, olgachekha@rgau-msha.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. В. Ананьев

Научный руководитель – П. В. Голиницкий

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

Аннотация. В статье представлено применение процессного подхода на основе цифровых технологий для производства, построенного в среде BPM. Проектирование процесса проводилось в сравнении с BPMN. Проведены сравнение модели и реального производства.

Ключевые слова: цифровизация, имитационное моделирование, цифровая модель, производственный процесс.

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES FOR DESIGN OF PRODUCTION PROCESSES

A. V. Ananyev

Scientific advisor – P. V. Golnitsky

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

Abstract. The article presents the application of a process connection based on digital technologies for production built in the BPM environment. The process design was carried out within the BPMN framework. A comparison of models and real production is given.

Keywords: digitalization, simulation modeling, digital model, production process.

Мир стремительно развивается и применение цифровых технологий в промышленности становится необходимостью. Внедрение современных решений увеличивает эффективность работы предприятий и улучшает их конкурентоспособность за счет цифровизации бизнес-процессов [1, 2]. Сегодня наблюдается цифровая трансформация всех отраслей промышленности [2, 3].

Производственная цифровая трансформация – процесс внедрения в работу предприятия современных информационных технологий. За счет этого организация выходит на новый уровень развития и получает возможность существенно увеличить прибыль в короткие сроки [4, 5].

Цифровизация бизнеса предполагает не только установку дополнительного оборудования и обновление ПО, но и фундаментальное преобразование рабочих процессов [6-8]. Таким образом, удастся внедрить более эффективные подходы к управлению, расширить способы коммуникации, сформировать новую корпоративную культуру.

Диджитализация бизнеса возможна не только в начале его становления, но и на более поздних этапах существования [10, 11]. При этом предприниматели и сотрудники отмечают следующие преимущества:

- улучшение клиентского опыта – с помощью соответствующих технологий и инструментов удастся поддерживать максимально персонализированное взаимодействие с заказчиками и клиентами;
- гибкость различных бизнес-процессов, а также их ускорение;
- возможность использовать инновационные инструменты – облачные технологии, инструменты стратегии Mobile First и готовые решения значительно облегчают работу в разных сферах;
- возможность собирать, анализировать и хранить огромные объемы информации.

В данной работе сравниваются реальный и оцифрованный в среде BPM процессы производства сэндвич панелей для автофургонов.

Среда BPM (Business Process Management) – это специализированное программное обеспечение, которое позволяет компаниям создавать, моделировать, анализировать, оптимизировать и автоматизировать бизнес-процессы. Она обеспечивает возможность следить за выполнением процессов, улучшать их эффективность, а также повышать уровень управления и контроля внутри организации.

Среда BPM обладает следующими характеристиками:

1. Графический интерфейс: позволяет визуализировать и моделировать бизнес-процессы с использованием диаграмм и графиков.

2. Автоматизация: предоставляет возможность автоматизировать исполнение процессов, устанавливать условия выполнения и определенные шаги.

3. Мониторинг: обеспечивает отслеживание выполнения процессов в реальном времени, анализирует данные и предоставляет отчеты о продуктивности и эффективности.

4. Управление изменениями: позволяет вносить изменения в бизнес-процессы без необходимости полной перекомпиляции кода.

5. Интеграция: обеспечивает возможность интегрировать среду BPM с другими системами, такими как CRM или ERP, для эффективного управления бизнес-процессами.

В целом, среда BPM представляет собой мощный инструмент для организации и управления бизнес-процессами, что позволяет компаниям повысить эффективность своей деятельности и достичь поставленных целей.

Рассматриваемый процесс производства сэндвич панелей включает в себя 12 этапов, суммарно занимающих 4 минуты 4 секунды. Для наглядности временных затрат была составлена таблица 1.

Таблица 1 – Этапы и время процесса «Производство сэндвич панелей»

Этапы процесса	Параметр	Значение
1. Подача армированного пластика	t	15 с
2. Нанесение клея	t	20 с
3. Нанесение утеплителя	t	15 с
4. Нанесение клея	t	20 с
5. Нанесение армированного пластика	t	15 с
6. Внешний осмотр на наличие дефектов	t	7 с
7. Выдержка под вакуумным прессом	t	60 с
8. Внешний осмотр на наличие дефектов	t	7 с
9. Нарезание панелей	t	2 с
10. Испытание на прочность	t	40 с
11. Сортировка	t	13 с
12. Работа с дефектной продукцией	t	30
	$\sum t$	4 мин 4 с

В нотации BPMN программного продукта Business Studio была создана цифровая модель того же процесса

В Business Studio есть возможность задать законы распределения таких случайных величин как:

- момент возникновения экземпляра события, интервал между моментами возникновением экземпляров события или время, через которое возникает экземпляр события;
- количество экземпляров события, возникающих в течение заданного интервала возникновения;
- значение переменной и операнда;
- время выполнения и время ожидания экземпляра процесса;
- количество материального ресурса и продукта, используемого и производимого при выполнении экземпляра процесса.

Это дает вариативность выбора в зависимости от ситуации, благодаря чему основная задача сводится к поиску подходящего закона и коэффициента, позволяющих отобразить реальную ситуацию.

Целиком для всего процесса закон получается слишком сложным, поэтому он разбивается на подпроцессы. Для каждого подпроцесса выбирается свой закон в зависимости от условий проведения того или иного вида работ, после чего программа сама в автоматическом режиме целиком выполняет имитацию всего процесса. Графическое отображение процесса представлено на рисунке 1.

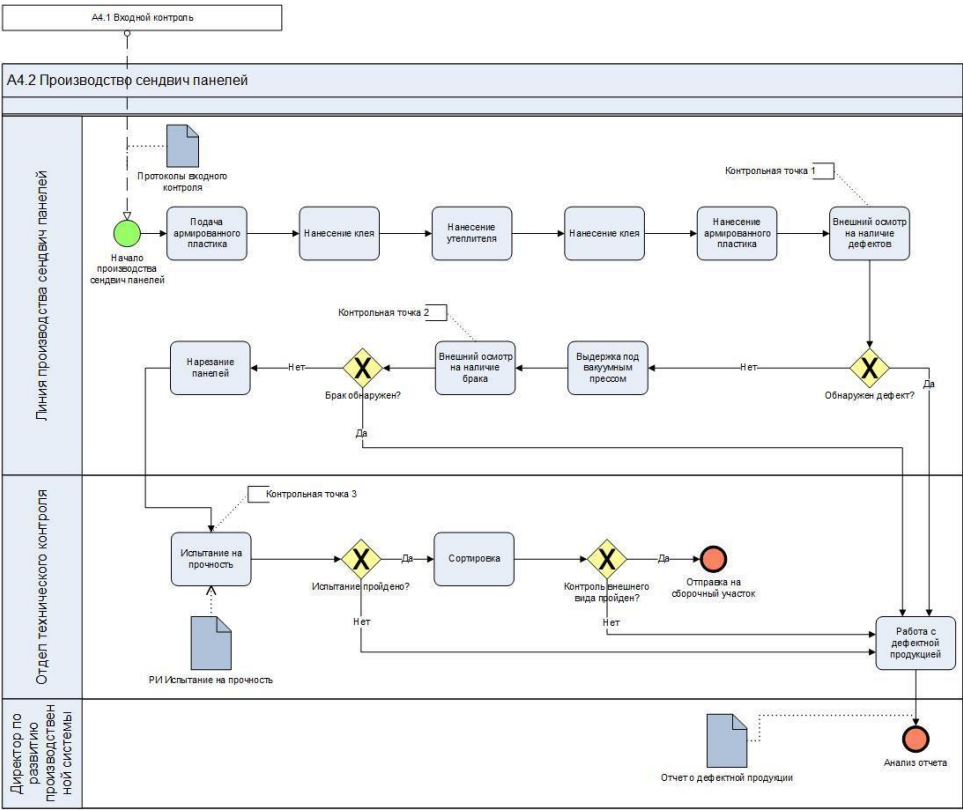


Рисунок 1 — Графическое отображение оцифрованного процесса «Производство сэндвич панелей»

Для наглядного сравнения реального и оцифрованного процесса была построена диаграмма, представленная на рисунке 2.

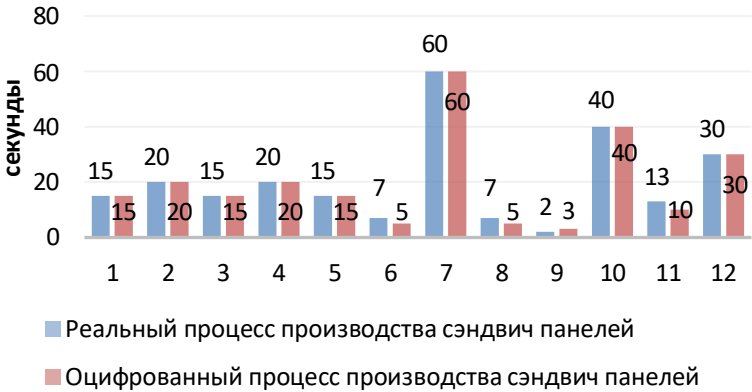


Рисунок 2 – Сравнение времени, затрачиваемого на процесс

Погрешность времени цифровой модели и реального события не превышает 5 %, что позволяет говорить о ее релевантности.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение цифровых технологий для проектирования производственных процессов целесообразно и крайне перспективно. В дальнейшем с помощью подобных цифровых моделей изменяя их можно будет успешно прогнозировать время выполнения основного процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голиницкий, П. В. Информационные технологии в управлении качеством / П. В. Голиницкий. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. – 172 с.
2. Влияние цифровизации на эффективность технологических процессов современного производства / П. В. Голиницкий, Э. И. Черкасова, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова // Компетентность. – 2021. – № 8.
3. Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Л. А. Гринченко, С. Ю. Видникевич // Компетентность. – 2023. – № 5. – С. 32-37.
4. Анализ и синтез процессов обеспечения качества : учебное пособие / Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – 174 с.
5. Обеспечение качества программных продуктов при помощи моделирования / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Л. А. Гринченко, С. Ю. Видникевич // Компетентность. – 2023. – № 5. – С. 32-37.
6. Цифровые технологии проектирования процессов в АПК / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Э. И. Черкасова [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, 2023. – 172 с.
7. Цифровая модель процесса комплектации и сборки при ремонте двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, Л. А. Гринченко // Сельский механизатор. – 2024. – № 5. – С. 39-40.
8. Создание цифровой модели процесса комплектации и сборки для ремонтного производства / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Л. А. Гринченко, Д. А. Пупкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 458-466.
9. 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.
10. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.

11. 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:

Ананьев Александр Витальевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Голиницкий Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», gpv@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alexander V. Ananyev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Pavel V. Golinsky, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gpv@rgau-msha.ru.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАСЛОСЪЕМНЫХ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Д. А. Бахин

Научный руководитель – У. Ю. Антонова

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

Аннотация. В статье представлен анализ основных дефектов при производстве маслосъемных поршневых колец, а также разработано программное обеспечение для автоматического мониторинга их производства, что позволит значительно повысить качество продукции за счет своевременного выявления дефектов и оперативного реагирования на проблемы.

Ключевые слова: маслосъемные кольца, метрологическое обеспечение, программное обеспечение, автоматизация, качество продукции.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR AUTOMATIC MONITORING IN THE PRODUCTION OF OIL SCRAP PISTON RINGS

D. A. Bakhin

Scientific advisor – U. Yu. Antonova

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

Abstract. The article presents an analysis of the main defects in the production of oil scraper piston rings, and also develops software for automatic monitoring of the production of oil scraper piston rings, which will significantly improve the quality of products due to the timely detection of defects and prompt response to problems.

Keywords: oil scraper rings, metrological support, software, automation, product quality.

Современное машиностроительное производство нацелено на создание высококачественных соединений, сборочных единиц и агрегатов [1]. Одним из слагаемых качества является точность деталей и соединений [2-4]. Одним из ключевых компонентов в системе обеспечения точности измерений в производстве является метрологическое обеспечение, поскольку результаты измерений служат основой для принятия решений [5]. Точность, правильность и своевременность из-

мерений играют важную роль в обеспечении корректности принимаемых решений [6]. Кроме того, информация, полученная в результате контроля и испытаний, также оказывает влияние на принятие решений на производстве [7]. Измерительные данные являются основой для оценки качества продукции, прохождения сертификации, разработки технологий и управления системами качества [8]. Через измерения осуществляется контроль за производственными процессами. Получение неточной измерительной информации может привести к неправильным решениям, снижению качества продукции и возможным отказам оборудования [9-12].

Маслосъемные поршневые кольца – важный элемент двигателя внутреннего сгорания, который обеспечивает контроль за попаданием масла в камеру сгорания. В соответствии с ГОСТ 621-87 «Кольца поршневые двигателей внутреннего сгорания. Общие технические условия» кольца должны отвечать строгим требованиям по размеру, материалу и обработке. Они изготавливаются из высококачественного серого чугуна или специальных сплавов и проходят термическую обработку и нанесение покрытий для повышения износостойкости и функциональных характеристик.

Для наглядного представления распределения дефектов при производстве маслосъемных поршневых колец на ООО «ТТМ Центр» за 2023 год по их типам была построена диаграмма Парето. Данная диаграмма изображена на рисунке 1 и позволяет выявить наиболее критические дефекты, которые требуют первоочередного внимания.

Анализ данных по браку показывает, что основными причинами дефектов поршневых маслосъемных колец являются отклонение диаметра, неправильная толщина и округлость, а также пористость материала. Для решения этих проблем необходим более современный подход к метрологическому обеспечению. Завод ООО «ТТМ Центр» принял решение установить координатно-измерительную машину (КИМ) Global Classic 7107 производства Hexagon Metrology в 2024 году. Это позволит значительно повысить точность измерений, автоматизировать процесс контроля, снизить количество брака и в конечном итоге повысить качество продукции и производительность. Благодаря разработанному программному обеспечению, интегрированному с КИМ, будет обеспечен непрерывный мониторинг параметров измерений и оперативное выявление отклонений.

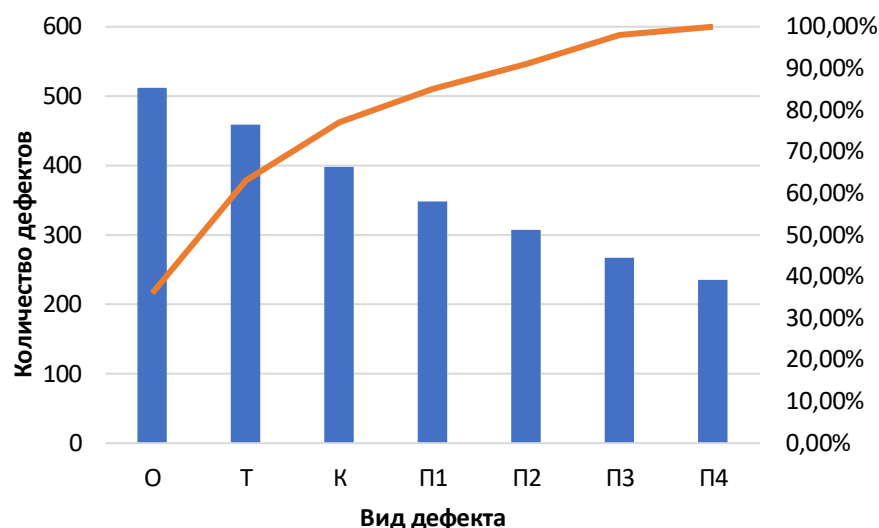


Рисунок 1 – Диаграмма Парето распределения дефектов при производстве маслосъемных поршневых колец:

О – отклонение диаметра; Т – неправильная толщина; К – отклонение от круглости; П1 – пористость материала; П2 – дефекты покрытия; П3 – повреждения при термической и механической обработке; П4 – прочие дефекты

Рассмотрим процесс создания программы для автоматического мониторинга данных. Эта программа была разработана в среде PyCharm, при этом были использованы Python 3.2 и различные внутренние библиотеки для обработки данных и отправки уведомлений по ним. Для создания программы была выбрана среда разработки PyCharm, так как она предоставляет широкие возможности для написания кода, а также его отладки и тестирования. Ниже приведен перечень основных инструментов и библиотек, которые были задействованы:

1. Pycharm – это интегрированная среда разработки для Python, облегчающая работу с кодом, его отладку и управление проектами.
2. Python 3.2 – это основной язык программирования для разработки ПО.
3. NumPy и Pandas – это библиотеки для работы с числовыми данными, а также их анализ.
4. Asyncio – это библиотека, которая предназначена для асинхронного программирования.
5. Datetime – это модуль для работы с датами и временем.
6. Telegram – мессенджер, который будет использоваться для взаимодействия с API Telegram и отправки уведомлений об изменении данных. На рисунке 2 приведен код для интеграции этих библиотек в программное обеспечение через среду разработки PyCharm.

```

1  import numpy as np
2  import pandas as pd
3  import time
4  import random
5  import asyncio
6  from datetime import datetime
7  from telegram import Bot
8

```

Рисунок 2 – Код на Python для интеграции библиотек в программное обеспечение через среду разработки PyCharm

Рассмотрим этапы создания программного обеспечения для автоматического мониторинга при производстве маслосъемных поршневых колец:

- производится анализ проблем, связанных с координатно-измерительными машинами (КИМ), и определение основных требований к программному обеспечению.
- формулируются функциональные и нефункциональные требования, включая интеграцию с существующими системами, производительность, надежность и работоспособность.
- создание архитектуры программного обеспечения, включая модули для сбора данных, их анализа, создания отчетов и передачи уведомлений.
- определение интерфейсов с CMMS и другими системами.
- написание кода на языке Python для реализации функциональности сбора данных, их анализа и передачи уведомлений.
- проведение модульного и интеграционного тестирования для проверки корректной работы всех компонентов.
- внедрение программного обеспечения в структуру организации и интеграция его с КИМ.
- обучение сотрудников по использованию нового ПО и анализу полученных данных.
- создание алгоритмов функционирования ПО.

Программное обеспечение для автоматического контроля и уведомлений действует в соответствии с указанными алгоритмами:

1. Запуск программного обеспечения – начало работы ПО: запуск программы, активация необходимых сервисов и проверка готовности к выполнению задачи.

2. Взаимодействие с КИМ – установка связи с координатно-измерительной машиной, далее идет проверка состояния связи:

- при успешном соединении (Да) – продолжение работы.
- при неудачном соединении (Нет) – завершение программы.

3. Сбор информации – регулярный сбор данных о состоянии КИМ и текущих измерениях, запись в базу данных, проверка успешности сбора информации:

- при успешном сборе данных (Да) – продолжение работы.
- при неудачном сборе данных (Нет) – отправка уведомления об ошибке и завершение программы.

4. Анализ данных – обработка собранных данных с использованием метрологических формул и статистических методов, выявление отклонений и проблем в соответствии с установленными критериями и допусками:

- если отклонение находится в пределах допуска (Да) – продолжить.
- если отклонение превышает допуск (Нет) – сформируйте отчет и отправьте уведомление.

5. Формирование отчета – создайте подробный отчет о состоянии КИМ и результатах измерений – он также включает рекомендации по калибровке и настройке КИМ.

6. Отправка уведомлений – при обнаружении проблемы отправьте уведомление ответственному сотруднику по электронной почте или через систему обмена сообщениями, уведомление будет содержать подробную информацию о проблеме и предложения по ее устранению.

7. Закрытие программы – программное обеспечение будет завершено после выполнения всех задач.

На рисунке 3 проиллюстрирован алгоритм работы программы в виде блок-схемы.

Внедрение программного обеспечения для автоматического мониторинга производства маслосъемных поршневых колец позволяет значительно повысить качество продукции за счет своевременного выявления дефектов и оперативного реагирования на проблемы. Это способствует сокращению уровня брака, повышению производительности и снижению издержек.

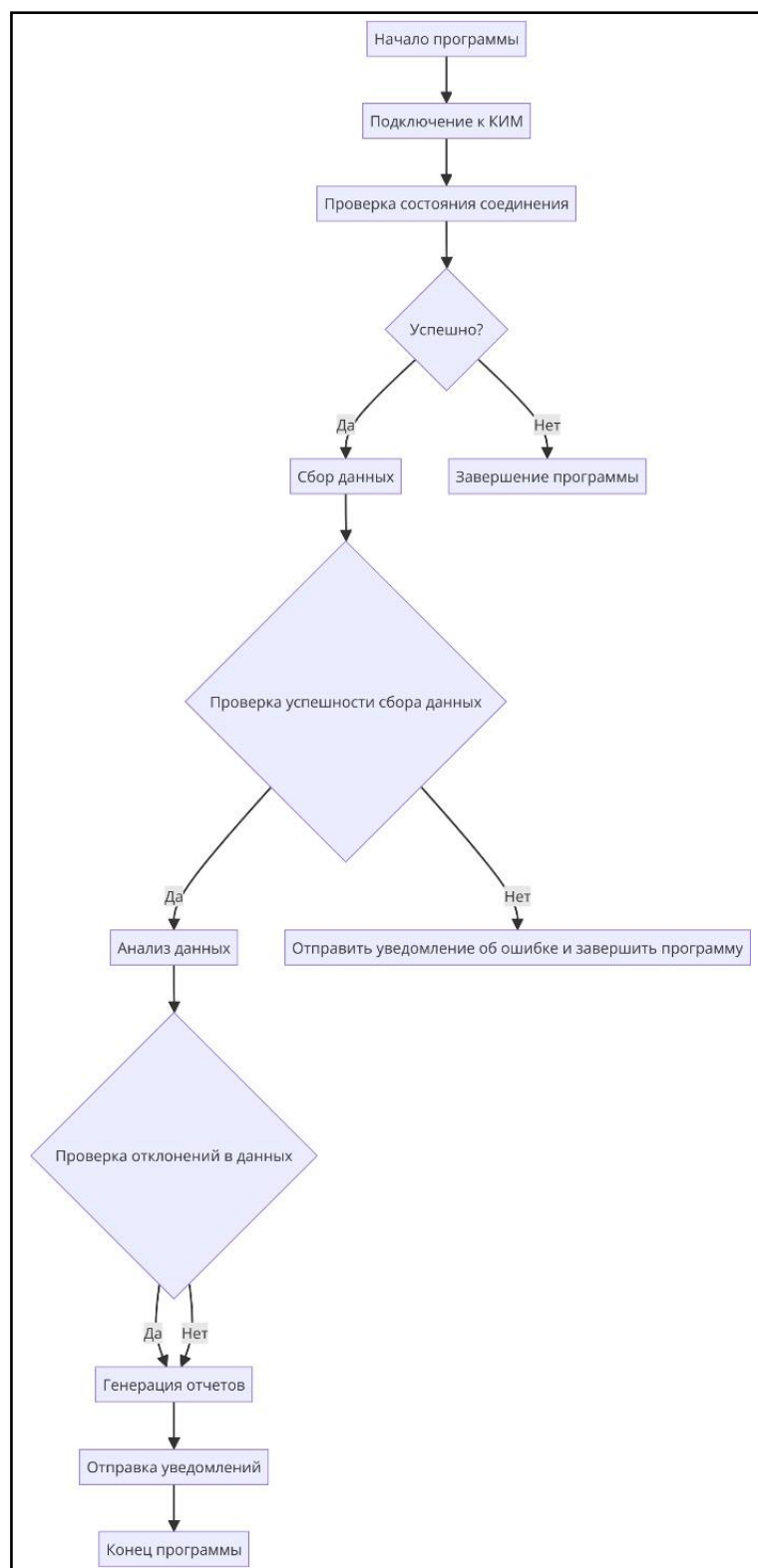


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма работы разрабатываемого ПО

Разработанное ПО демонстрирует высокую эффективность при интеграции с современными средствами измерений, обеспечивая надежный контроль качества и соответствие продукции стандартам ГОСТ 621-87 «Кольца поршневые двигателей внутреннего сгорания. Общие технические условия».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Бондарева, Г. И. Входной контроль и метрологическое обеспечение на предприятиях технического сервиса / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Сельский механизатор. – 2017. – № 4. – С. 36-38.
6. Анализ и синтез процессов обеспечения качества : учебное пособие, предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством» / Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – 174 с.
7. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
8. 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.
9. Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса / П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова, Л. А. Гринченко, С. Ю. Видникевич // Компетентность. – 2023. – № 5. – С. 32-37.
10. Голиницкий, П. В. Информационные технологии в управлении качеством / П. В. Голиницкий. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. – 172 с.
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. Дидманидзе, О. Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2-7.

Об авторах:

Бахин Данила Андреевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Антонова Ульяна Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», uantonova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Danila A. Bakhin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Ulyana Yu. Antonova, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, uantonova@rgau-msha.ru.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГИБРИДНОГО ТРАКТОРА

А. Р. Белозеров

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

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к техническому обслуживанию гибридных тракторов, которые становятся все более популярными в сельском хозяйстве. Основное внимание уделяется методам повышения эффективности обслуживания, внедрению новых технологий и оптимизации процессов. Исследование направлено на выявление ключевых факторов, влияющих на надежность и долговечность гибридных тракторов, а также на разработку рекомендаций по улучшению технического обслуживания.

Ключевые слова: гибридный трактор, техническое обслуживание, эффективность, надежность, сельское хозяйство, инновационные технологии.

MAINTENANCE IMPROVEMENT HYBRID TRACTOR

A. R. Belozerov

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

Abstract. The article discusses modern approaches to the maintenance of hybrid tractors, which are becoming increasingly popular in agriculture. The main focus is on methods to improve service efficiency, introduce new technologies, and optimize processes. The study aims to identify key factors affecting the reliability and durability of hybrid tractors, as well as to develop recommendations for improving maintenance.

Keywords: hybrid tractor, maintenance, efficiency, reliability, agriculture, innovative technologies.

Цель исследования: анализ существующих методов технического обслуживания гибридных тракторов и разработка рекомендаций по их совершенствованию с учетом современных технологий и требований сельского хозяйства.

Современные методы технического обслуживания гибридных тракторов включают в себя использование диагностического оборудования, которое позволяет быстро выявлять неисправности и проводить профилактические мероприятия. Внедрение систем мониторинга в реальном времени позволяет отслеживать состояние основных узлов и

агрегатов, что способствует более эффективному планированию обслуживания.

Среди новых технологий, которые могут быть применены в техническом обслуживании гибридных тракторов, можно выделить использование искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных о работе техники. Это позволяет предсказывать возможные неисправности и заранее планировать необходимые работы.

Оптимизация процессов технического обслуживания включает в себя разработку четких регламентов и стандартов, а также обучение персонала. Важно, чтобы механики имели доступ к актуальной информации о новых технологиях и методах обслуживания, что позволит им эффективно выполнять свою работу. Схема гибридного трактора с элементами электротрансмиссии представлена на рисунке 1.

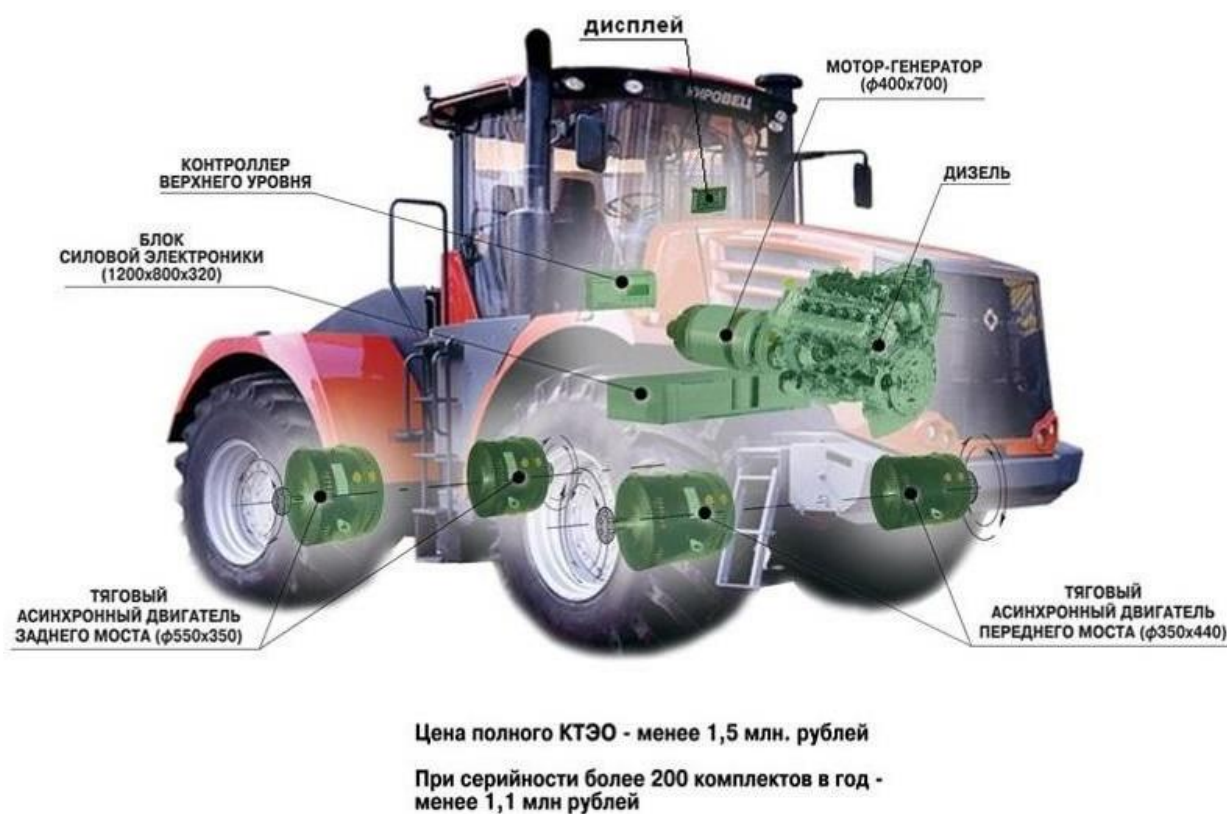


Рисунок 1 – Схема гибридного трактора с элементами электротрансмиссии

Гибридные тракторы с элементами электротрансмиссии представляют собой инновационное решение, которое сочетает в себе преимущества традиционных дизельных двигателей и электрических систем.

Гибридный трактор обычно состоит из следующих основных компонентов:

- дизельный двигатель: основной источник энергии, который может работать на различных режимах;
- электрический двигатель: используется для дополнительной мощности и может работать независимо или в сочетании с дизельным двигателем;
- батареи: хранят электрическую энергию, получаемую от электрического двигателя или рекуперации;
- электронная система управления: управляет распределением мощности между дизельным и электрическим двигателями, а также контролирует зарядку и разряд батарей.

Такой трактор включает в себя 3 принципа работы. Смешанный режим работы: в зависимости от нагрузки и условий работы трактор может использовать дизельный двигатель, электрический двигатель или их комбинацию. Например, при низких нагрузках может работать только электрический двигатель, что позволяет сократить расход топлива. Рекуперация энергии: при торможении или снижении нагрузки электрический двигатель может работать как генератор, преобразуя механическую энергию в электрическую и заряжая батареи. Поддержка мощности: в условиях высокой нагрузки (например, при вспашке) дизельный двигатель может работать на максимальной мощности, в то время как электрический двигатель обеспечивает дополнительную мощность, что увеличивает эффективность работы.

В таком случае выделяют преимущества такого транспорта. Экономия топлива: использование электрической энергии позволяет снизить расход дизельного топлива. Снижение выбросов: гибридные тракторы производят меньше выбросов, что делает их более экологически чистыми. Улучшенная маневренность: электрические двигатели обеспечивают более плавное и точное управление, что особенно полезно в сельском хозяйстве. Меньший уровень шума: электрические системы работают тише, что снижает уровень шума на ферме.

Применение их может быть очень обширно. Гибридные тракторы могут использоваться в различных сельскохозяйственных операциях, включая:

- вспашка;
- посев;
- уборка урожая;
- транспортировка.

Таким образом, гибридные тракторы с элементами электротрансмиссии представляют собой современное решение, которое помогает повысить эффективность сельского хозяйства, снизить затраты на топливо и уменьшить воздействие на окружающую среду. Но и требует пересмотреть технического обслуживание для такой техники.

В ряде хозяйств уже успешно внедрены новые подходы к техническому обслуживанию гибридных тракторов, что позволило значительно сократить время простоя техники и повысить ее производительность. Например, использование мобильных приложений для диагностики и планирования обслуживания стало популярным среди аграриев.

Заключение

Совершенствование технического обслуживания гибридных тракторов является важной задачей для повышения их эффективности и надежности. Внедрение современных технологий, оптимизация процессов и обучение персонала помогут значительно улучшить качество обслуживания и продлить срок службы техники. В условиях растущей конкуренции на рынке сельскохозяйственной техники, успешное решение этой задачи станет залогом успешного ведения бизнеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грибов, И. В. Оценка функциональных характеристик тракторов New Holland по использованию энергоресурсов / И. В. Грибов, Н. В. Перевозчикова, Д. А. Москвичев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1(22). – С. 191-195.
2. Дидманидзе, О. Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2-7.
3. Москвичев, Д. А. Особенности метода технического обслуживания модульных транспортных средств / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 2(48). – С. 17-19.
4. Москвичев, Д. А. Оценка периодичности технического обслуживания модульного транспортного средства по наработке / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 4(75). – С. 134-137. – DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-4-134-137.
5. 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.
6. Москвичев, Д. А. Развитие технологий технического обслуживания модульных сельскохозяйственных транспортных средств / Д. А. Москвичев // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий:

Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Саратов, 18 марта 2016 года. – Саратов : Техно-Декор, 2016. – С. 76-79.

7. Москвичев, Д. А. Эффективность модернизации сельскохозяйственной техники путем использования модульного транспорта / Д. А. Москвичев, О. В. Виноградов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2018. – № 2(84). – С. 33-36. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-2-33-36.

8. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

9. 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.

10. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В. Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : Сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : ООО «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.

Об авторе:

Белозеров Артем Романович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», voin.23@mail.ru.

About the author:

Artem R. Belozеров, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, voin.23@mail.ru.

СОСТАВ БОРА СОДЕРЖАЩЕЙ ПАСТЫ ДЛЯ БОРИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПУТЁМ НАГРЕВА ТВЧ

Д. В. Белоусов

Научный руководитель – С. П. Казанцев

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

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с химическим составом пасты для диффузионного борирования*

***Ключевые слова:** бор, диффузионное насыщение, токсичность бора, упрочнение деталей, нагрев ТВЧ, борирование в обмазках.*

COMPOSITION OF BORON-CONTAINING PASTE FOR BORIDING STEEL PARTS BY HEATING WITH THF

D. V. Belousov

Scientific advisor – S. P. Kazantsev

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

***Abstract.** Questions connected with chemical composition of paste for diffusion boriding are considered.*

***Keywords:** boron, diffusion saturation, boron toxicity, hardening of details, boriding in pastes, boriding in coatings, THF heating, boron saturation.*

Повышение прочности деталей, качества выпускаемой продукции и увеличение экономической эффективности сельскохозяйственных и иных предприятий является актуальной задачей на сегодняшний день. Упрочнение поверхности стальных деталей с помощью борирования позволит решить данную задачу.

Борирование – это процесс диффузионного насыщения поверхности металлов и сплавов атомами бора при высокотемпературной обработке, в результате которого формируется боридный слой с высокой твердостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью. Благодаря возможности тонкой регулировки состава пасты и параметров процесса технология позволяет получать покрытия с заданными характеристиками. Данный метод применяется для упрочнения сталей различ-

ных классов, включая ферритные, аустенитные, перлитные. Насыщение поверхности бором осуществляется в различных технологических средах, включая расплавы оксидов, порошковые смеси, а также пасты.

Борирование в обмазках (из паст) представляет собой один из наиболее технологически продвинутых и экономически эффективных способов получения диффузионных упрочняющих слоев на поверхности металлов и сплавов. Этот метод предполагает нанесение на упрочняемую деталь тонкого слоя (до 10 мкм) насыщающей среды, которая предварительно разводится в растворителе. В качестве растворителя могут использоваться вода, жидкое стекло, а также органические или неорганические клеящие составы, что позволяет добиться оптимальной текучести и равномерности наносимого слоя.

После нанесения бор содержащей пасты деталь с помощью ТВЧ установки подвергается нагреву до 950...1050°C, что обеспечивает создание необходимого температурного режима для эффективного диффузионного насыщения. Длительность нагрева зависит от размера упрочняемого участка, а также желаемой глубины получаемого упрочнённого слоя. Одним из ключевых преимуществ данного способа является экономия расходных материалов: использование тонкого слоя пасты снижает затраты на исходное покрытие и позволяет минимизировать энергозатраты, связанные с прогревом упрочняемой поверхности детали. Более того, оптимизация толщины покрытия способствует ускорению процесса насыщения за счёт снижения теплового сопротивления, что улучшает общую энергоэффективность технологии.

Химический состав пасты для борирования:

- **H₃BO₃** (борная кислота): 30...40 %

Роль: основной источник бора для насыщения поверхности металла. При нагреве борная кислота может дегидратироваться и превращаться в B₂O₃, который затем участвует в реакции с поверхностью металла.

- **B₄C** (карбид бора): 20...30 %

Роль: B₄C повышает активность диффузионного процесса за счёт дополнительного источника бора.

- **NaF** (фторид натрия): 5...10 %

Роль: фторид натрия действует как флюс, снижая температуру плавления оксидных фаз и облегчая диффузию бора за счёт образования легкоплавких соединений. Это помогает активировать процесс насыщения.

- **NaCl** (хлорид натрия) или **NH₄Cl** (хлорид аммония): 10...15 %

Роль: хлоридные соли способствуют улучшению проникновения бора в металл за счёт формирования хлоридных комплексов (в нашем случае NH_4Cl – выделение HCl при термическом разложении, что активирует поверхность детали).

· **Связующие компоненты** (вода, жидкое стекло, органические и неорганические клеи): 10...20 %

Роль: используются для создания удобной консистенции пасты и фиксации её на поверхности.

В качестве восстановителя для активации B_4C (карбид бора) можно использовать углеродсодержащие компоненты, способные создать восстановительную среду в процессе борирования. Лучшим восстановителем является порошкообразный графит (С). Добавление мелкодисперсного графита (обычно в пределах 2...5 % от массы пасты) способствует восстановлению оксидов, образующихся при разложении B_4C , и может способствовать выделению активных атомов бора.

Таблица 1 – Токсичность химических веществ, содержащихся в пасте

Компонент пасты	Токсичность	Примечание
Борная кислота (H_3BO_3)	В малых концентрациях борная кислота считается малотоксичной и даже используется в некоторых медицинских и бытовых продуктах	После борирования не остаётся на поверхности детали, поскольку выгорает при высокой температуре
Карбид бора (B_4C)	Карбид бора нетоксичен	Он не вступает в реакцию с пищевыми продуктами и не выделяет вредных веществ
Фториды (NaF)	Фторид натрия токсичен при попадании внутрь организма	В процессе борирования выполняет роль активатора и полностью удаляется после термической обработки
Хлориды (NaCl , NH_4Cl)	Хлорид натрия (поваренная соль) безвреден, но хлорид аммония (NH_4Cl) может быть токсичным при вдыхании паров во время нагрева	Как и фториды, испаряется в процессе борирования и не остаётся на поверхности

Использование паст для борирования, содержащих химические вещества, такие как борная кислота (H_3BO_3), карбид бора (B_4C), фториды (NaF) и хлориды (NaCl , NH_4Cl), требует тщательной оценки их

безопасности, особенно если упрочнённые детали планируется применять в пищевой промышленности. Ключевые аспекты рассмотрим в таблице 1.

Особенностью данного состава является то, что в зависимости от типа обрабатываемого материала детали состав пасты может изменяться для оптимизации процесса борирования. Активаторы, такие как фториды или хлориды, играют важную роль в ускорении диффузионного процесса, особенно при обработке легированных сталей.

Поскольку паста полностью выгорает в процессе термической обработки, обработанная поверхность насыщается бором, который является инертным, нетоксичным и безопасным для контакта с пищевыми продуктами. Это означает, что детали, упрочнённые с помощью борирования применимы в пищевой промышленности.

Заключение

1. Оптимальный подбор химического состава пасты позволяет достигнуть необходимого уровня содержания бора на поверхности детали, вследствие чего увеличится износостойкость и долговечность рабочих органов.

2. Проанализирован химический состав пасты на токсичность химических веществ.

3. Насыщение поверхностей деталей бором позволит увеличить износостойкость деталей. Необходимо произвести производственные испытания опытных образцов для нахождения оптимального состава пасты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казанцев, С. П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С. П. Казанцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2003. – № 7. – С. 30-32.

2. Иванова, Т. Г. Разработка и исследование процессов одновременного насыщения поверхности стальных изделий бором, хромом и титаном : специальность 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» : дис. ... канд. техн. наук / Иванова Татьяна Геннадьевна, 2017. – 142 с.

3. 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» : дис. ... доктора техн. наук / Казанцев Сергей Павлович. – Москва, 2006. – 301 с.

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. 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.

6. Казанцев, С. П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С. П. Казанцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2003. – № 7. – С. 30-32.

7. Дидманидзе, О. Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2-7

8. Erokhin, M. Operability assessment of drive shafts of john deere tractors in operational parameters / M. Erokhin, S. Kazantsev, A. Pastukhov // В сборнике: Engineering for Rural Development. – 2019. – С. 28-33.

9. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

Об авторах:

Белоусов Дмитрий Валерьевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», tom.klaus.14@mail.ru.

Научный руководитель – Казанцев Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», kspts@bk.ru.

About the authors:

Dmitry V. Belousov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, tom.klaus.14@mail.ru.

Scientific advisor – Sergey P. Kazantsev, D.Sc. (Engineering), professor, Head of the Department of Materials Resistance and Machine Parts, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kspts@bk.ru.

КРЕСТЬЯНСКИЙ ВЗГЛЯД НА МЕХАНИЗАЦИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ЦЕНТРАЛЬНОМ АФРИКАНСКОМ РЕГИОНЕ

Б. Бубакар, А. Аристэль, Н. И. Дегтярев

Научный руководитель – О. Н. Дидманидзе

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

***Аннотация.** В статье представлен анализ механизации сельского хозяйства в центральном африканском регионе и перспективы внедрения машинно-тракторного парка для повышения производительности. Приведена рентабельность вспашки и отражены особенности развития сельского хозяйства в условиях центрального африканского региона.*

***Ключевые слова:** вспашка, ручной посев, сеялка, механизация сельского хозяйства.*

A PEASANT VIEW OF AGRICULTURAL MECHANIZATION IN THE CENTRAL AFRICAN REGION

B. Boubacar, A. Aristel, N. I. Degtyarev

Scientific advisor – O. N. Didmanidze

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

***Abstract.** The article presents an analysis of agricultural mechanization in the Central African region and the prospects for introducing a machine and tractor fleet to increase productivity. The profitability of plowing is given and the features of agricultural development in the Central African region are reflected.*

***Keywords:** plowing, manual sowing, seeder, agricultural mechanization.*

Введение

Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике Мали, обеспечивая вклад в ВВП (40,9 %) и занятость (около 80 % рабочей силы) (Национальное управление сельского хозяйства, 2017). Однако агросектор сталкивается с ограничениями, связанными с низкой степенью механизации, что усложняет расширение пахотных земель и повышение производительности. В связи с чем правительство Мали приняло меры, направленные на поддержку фермеров.

Механизация сельского хозяйства Мали непосредственно связана с вопросами рационального использования природных ресурсов. При

неправильной эксплуатации техника может приводить к эрозии, уплотнению почв и другим проблемам. Для повышения производительности государство поддерживает доступ фермеров к технике, развивает местное производство и вводит налоговые льготы. Однако модернизация сдерживается высокой стоимостью оборудования, низкой покупательной способностью фермеров и слаборазвитой инфраструктурой, что делает силовые машины недоступными для большинства [1].

Методы исследования

Методами исследования являются: анализ научных статей и публикаций в научных журналах, опыт отечественных и зарубежных производителей.

Главная часть

В Африке к югу от Сахары наблюдается значительная вариативность в уровне механизации сельского хозяйства. В большинстве регионов до 80 % работ по обработке земли осуществляется вручную. Исторически тягловые животные начали использоваться в 1920-1930-х годах, за исключением Эфиопии, где эти методы были распространены тысячелетиями. Тягловые животные популярны в товарных культурах, таких как арахис и хлопок, благодаря возникновению излишков для инвестиций в технику.

Механизация тракторного типа не так распространена, как в Азии, что связано с медленным внедрением технологий, повышающих эффективность. Центральный вопрос заключается в том, стоит ли перескочить этап использования тягловых животных и перейти к моторизации напрямую. Первые тракторы появились в Африке между мировыми войнами, главным образом для нужд европейских поселенцев [1, 2].

Примером успешного внедрения тракторов является Судан, где государственные субсидии способствовали расширению машиноуправляемого осушения земель. В Западной Африке проекты механизации ориентировались на производство хлопка и арахиса, предоставляя кредиты и обучение, однако дальнейшее развитие застопорилось из-за программ структурной перестройки.

Французские исследования сосредоточились на разработке лёгкого сельскохозяйственного оборудования. Обработка почвы позволила повысить урожайность арахиса, сорго и проса на 19, 29 и 21 % соответственно, хотя на песчаных почвах и в сухих условиях рост был менее выраженным.

Рентабельность вспашки в условиях Мали

Рентабельность вспашки напрямую зависит от урожайности и отпускной цены культур: вспашка более прибыльна для дорогих культур, таких как рис [3, 4]. Эксперименты в фермерских условиях показывают схожие результаты между ручной мотыжной обработкой и вспашкой с тягловыми животными. В регионах с коротким вегетационным периодом механизация применялась для посева, но не для вспашки, так как задержки в обработке снижают урожайность. Высокая производительность вспашки наблюдается на тяжёлых почвах [5].

Развитие национального производства сельхозтехники в Сенегале и Мали, несмотря на рост, не выдержало экономических трудностей 80-х и 90-х годов. Местные кузнецы обеспечивают более дешёвое производство и ремонт техники. В 1990 году 70 % фермеров на юге Мали годами пользовались тягловыми животными, получая правительственные субсидии на покупку тракторов, но низкая погашаемость кредитов остаётся проблемой.

Тягловые животные, такие как крупный рогатый скот, могут нести до 15 % своего веса, однако требуют значительных затрат на содержание. Эффективность использования повышается, если применять их для различных задач, включая транспортировку и обработку почвы. Полная механизация остаётся сложной из-за экономических и инфраструктурных барьеров, препятствующих её быстрому внедрению [6, 7].

До 1990 года в Западной Африке наблюдался значительный интерес к использованию тягловых животных, связанному с товарными культурами, такими как хлопок и арахис. Однако из-за низкой экономической выгоды этих культур и последствий программ структурной перестройки, развитие этого направления сократилось. Поддержка исследований и проектирования в области вкусовых технологий от международных центров также снижалась.

Развитие сельского хозяйства через повышение плодородия и механизацию получило ограниченное внимание в Мали и Судане, исследований было недостаточно. Молодёжь стран Африки мало интересуется сельским хозяйством, предпочитая современные технологии, такие как мобильные телефоны и автомобили. Механизация обеспечивает привлечение молодых фермеров за счёт упрощения операций посева и прополки [8, 9].

Механизация сокращает пиковые нагрузки рабочей силы, таких как посев и прополка, где нет излишков рабочей силы, особенно в

Мали. Это позволяет сбалансировать спрос на рабочую силу в течение года и снижает трудоемкость сельскохозяйственных процессов. Механизированный посев исключает множество операций, таких как вскрытие ямок, заделка семян и удобрений. В среднем одна ферма в Мали требует около 400 000 операций посева, которые можно упростить с помощью механизированных сеялок.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки использования ручного посева, сеялки на тяге животных и сеялки с электроприводом

Вид тяги	Плюсы	Минусы
Ручная тяга	Низкая стоимость	1) Высокий спрос на рабочую силу; 2) Неравномерность плотности и глубины посева; 3) Малая сила тяги; 4) Ограниченная трудоспособность в день.
Животная тяга	1) Равномерная плотность посева; 2) Равномерная глубина посева; 3) Большой объем перевозимого зерна; 4) Точное внесение удобрений; 5) Быстрый посев и прополка; 6) Точное количество внесенного удобрения.	1) Слабые животные в начале сезона; 2) Вероятность болезни или потери животного; 3) Содержание животного; 4) Дрессировка животных; 5) Технические проблемы сеялки; 6) Ограниченная трудоспособность в день.
Тяга электроприводом или ДВС	1) Тяга с приводом от двигателя; 2) Равномерная плотность карманов; 3) Равномерная глубина посева; 4) Равномерное количество высаживаемых зерен; 5) Точное внесение удобрений; 6) Быстрый посев и прополка; 7) Посев и прополка в любое время; 8) Высокая способность к посеву и прополке.	1) Техническое обслуживание машины; 2) Затраты на топливосмазочные материалы; 3) Высокая цена.

В исследованиях в Мали выявлено, что ручной посев требует 96,8 часа, а использование животных и моторизованных средств сокращает это время до 3,5 часов. Для ручного посева среднего урожая (сорго или просо) требуется 480 часов, тогда как сеялка на тяге животных сокращает этот период до 50 часов, а моторизованная сеялка – до 20 часов.

Сеялка с электроприводом также позволяет сеять на соседних участках и использовать зубья для прополки. Потребность в рабочей силе для прополки составляет 129 часов вручную, 60 – на тяге животных и 44 – чел-ч. Механизация труда требует капитальных затрат: стоимость сеялки на тяге животных составляет €110, с использованием двигателя – €800.

Оптимальная механизация определяется размером фермы. Анализ показал, что моторизованное оборудование оправдано для ферм свыше 5 гектаров. Для меньших площадей лучшим выбором будет механизация на тяге животных, а использование тяглового скота экономически выгодно даже для участков менее одного гектара.

Оборудование для сельскохозяйственных работ

Сеялки производятся местными инженерами по заказам от местных фермерских хозяйств. Инженеры прошли обучение в малийской компании по развитию текстиля (CMDT). Инженеры в Кутиале на юге Мали специализировались на производстве сеялок с электроприводом. Двигатель сеялки закупается в Китае, и работники создают машину в соответствии с техническими характеристиками ДВС.



Рисунок 1 – Внешний вид производимой сеялки

Вывод

В статье проведен анализ механизации сельского хозяйства в центральном африканском регионе. Была рассчитана рентабельность способа вспашки и посева сельскохозяйственных культур в зависимости от площадей ферм. В статье описаны трудозатраты на посев культур

ручных способом, с использованием тягловых животных и использованием двигателей.

Отражены преимущества и недостатки использования ручного посева, сеялки на тяге животных и сеялки с электроприводом. В результате проведенного анализа, было выявлено, что оптимизация процесса производства сеялок на тяге двигателя, является стратегически важным направлением развития сельского хозяйства центрального африканского региона. Увеличение количество инженеров и налаженное производство позволит снизить стоимость сеялок, тем самым увеличить доступность для малых фермерских хозяйств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.
2. Дидманидзе, О. Н. Технический сервис в АПК / О. Н. Дидманидзе, В. М. Корнеев. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2015. – 110 с.
3. Основы теории мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В. А. Самсонов, А. А. Зангиев, Ю. Ф. Лачуга, О. Н. Дидманидзе. – М. : Издательство «Колос», 2000. – 248 с.
4. Дидманидзе, О. Н. Ресурсосбережение на автомобильном транспорте и в сельскохозяйственном производстве / О. Н. Дидманидзе // Научные проблемы автомобильного транспорта : международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию ФГОУ ВПО МГАУ, Москва, 20-21 мая 2010 года / под общ. ред. О. Н. Дидманидзе. – М. : УМЦ «Триада», 2010. – С. 5-8.
5. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : Учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.
6. 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» : дис. ... канд. техн. наук / Толстоухова Татьяна Николаевна. – Зеленоград, 2001. – 213 с.
7. Дидманидзе, О. Н. Основы оптимального проектирования машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, Р. Н. Егоров. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2017. – 230 с.
8. Энергоэффективность и ресурсосбережение автотракторной техники / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев, Н. А. Большаков // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 38-43.
9. 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:

Бубакар Барри, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», bb538365@gmail.com.

Аристэль Адже, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Дегтярев Никита Иванович, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», n.degtyarev@rgau-msha.ru.

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

About the authors:

Barry Boubacar, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, bb538365@gmail.com.

Adje Aristel, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Nikita I. Degtyarev, Assistant in department of the Department tractors and cars, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, d.dudin@rgau-msha.ru.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ

Н. С. Булгаков

Научный руководитель – Д. А. Москвичев

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

Аннотация. В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью многих технологий, включая электромобили. Эта статья рассматривает применение ИИ в электромобилях, включая системы автономного вождения, управление энергопотреблением, оптимизацию маршрутов и улучшение пользовательского опыта. Мы анализируем текущие достижения в этой области, а также перспективы и вызовы, с которыми сталкиваются разработчики и производители. Цель статьи – продемонстрировать, как ИИ может повысить эффективность и безопасность электромобилей, а также улучшить их взаимодействие с пользователями.

Ключевые слова: электромобиль, искусственный интеллект, автономное вождение, оптимизация, адаптация.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON AN ELECTRIC VEHICLE

N. S. Bulgakov

Scientific advisor – D. A. Moskvichev

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

Abstract. In recent years, artificial intelligence (AI) has become an integral part of many technologies, including electric vehicles. This article examines the application of AI in electric vehicles, including autonomous driving systems, energy management, route optimization, and user experience improvement. We analyze the current achievements in this field, as well as the prospects and challenges faced by developers and manufacturers. The purpose of the article is to demonstrate how AI can improve the efficiency and safety of electric vehicles, as well as improve their interaction with users.

Keywords: electric vehicle, artificial intelligence, autonomous driving, optimization, adaptation.

Цель данной статьи – исследовать и проанализировать применение искусственного интеллекта в электромобилях, выявить основные преимущества и недостатки, а также рассмотреть перспективы дальнейшего развития технологий ИИ в этой области.

Электромобили становятся все более популярными благодаря своей экологичности и экономичности. Однако для достижения максимальной эффективности и безопасности необходимо интегрировать современные технологии, такие как искусственный интеллект. ИИ позволяет электромобилям не только выполнять базовые функции, но и адаптироваться к условиям окружающей среды, предсказывать поведение водителя и оптимизировать использование энергии. В данной статье мы рассмотрим ключевые области применения ИИ в электромобилях и их влияние на будущее автомобильной индустрии.

Одной из самых значительных областей применения ИИ в электромобилях является разработка систем автономного вождения. Эти системы используют алгоритмы машинного обучения и компьютерного зрения для анализа окружающей среды, распознавания объектов и принятия решений в реальном времени. Например, компании, такие как Tesla и Waymo, активно разрабатывают технологии, позволяющие автомобилям передвигаться без участия водителя. Это не только повышает безопасность, но и открывает новые возможности для мобильности.

ИИ также играет важную роль в управлении энергопотреблением электромобилей. Системы, основанные на ИИ, могут анализировать данные о состоянии батареи, условиях вождения и маршруте, чтобы оптимизировать расход энергии. Например, алгоритмы могут предсказывать, когда и как заряжать батарею, чтобы продлить ее срок службы и повысить общую эффективность автомобиля. Это особенно важно для электромобилей, где запас хода является критическим фактором.

Системы навигации, использующие ИИ, могут значительно улучшить опыт вождения, предлагая оптимальные маршруты с учетом текущих условий дорожного движения, погоды и других факторов. Такие системы могут не только сократить время в пути, но и снизить расход энергии, что особенно важно для электромобилей. Например, использование алгоритмов глубокого обучения позволяет анализировать большие объемы данных и предсказывать наиболее эффективные маршруты. На рисунке 1 представлена схема электромобиля с датчиками и процессорами.



Рисунок 1 – Схема электромобиля с датчиками и процессорами

ИИ также может улучшить взаимодействие водителя с автомобилем. Системы, основанные на ИИ, могут адаптироваться к предпочтениям водителя, предлагая персонализированные настройки и рекомендации. Например, голосовые помощники могут управлять функциями автомобиля, такими как климат-контроль и мультимедиа, что делает вождение более комфортным и безопасным.

Заключение

Применение искусственного интеллекта в электромобилях открывает новые горизонты для автомобильной индустрии. ИИ не только повышает безопасность и эффективность, но и улучшает взаимодействие с пользователями. Однако, несмотря на все преимущества, существуют и вызовы, такие как необходимость в надежных алгоритмах и защите данных. В будущем ожидается, что технологии ИИ будут продолжать развиваться, что приведет к созданию более умных и безопасных электромобилей. Интеграция ИИ в электромобили станет ключевым фактором в переходе к устойчивой мобильности и изменении облика транспортной системы в целом.

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. 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.

3. Митягин, Г. Е. Разработка программного обеспечения для организации технического обслуживания и ремонта автомобилей на автотранспортном предприятии / Г. Е. Митягин, Д. А. Москвичев, В. Л. Пильщиков // Международный технический журнал. – 2024. – № 5(93). – С. 7-15. – DOI 10.34286/2949-4176-2024-93-5-7-15.

4. Москвичев, Д. А. Особенности разработки компьютерной программы для систем управления тракторами сельскохозяйственного назначения на основе искусственного интеллекта / Д. А. Москвичев, Р. Т. Хакимов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 4 (121). – С. 29-37. – DOI 10.24412/2713-2641-2024-4121-29-37.

5. 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, А. В. Евграфов, Д. А. Филимонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

6. Транспорт в агропромышленном комплексе : учебник / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 474 с.

7. 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.

Об авторах:

Булгаков Никита Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Москвичев Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», moskvichev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Nikita S. Bulgakov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Dmitry A. Moskvichev, Cand.Sc. (Engineering), senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, moskvichev@rgau-msha.ru.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В АПК

М. Д. Бурова

Научный руководитель – Э. И. Черкасова

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

Аннотация. Для выявления причин появления несоответствий при изготовлении хлеба из пшеничной муки и анализа технологического процесса с целью устранения причин несоответствий процесса, использовались контрольные карты размахов.

Ключевые слова: карта размахов, хлебобулочное изделие, управление качеством.

APPLICATION OF STATISTICAL METHODS FOR FOOD QUALITY MANAGEMENT IN AGRICULTURE

M. D. Burova

Scientific advisor – E. I. Cherkasova

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

Abstract. To identify the causes of inconsistencies in the manufacture of wheat flour bread and analyze the technological process in order to eliminate the causes of process inconsistencies, control maps of the scales were used.

Keywords: scope map, bakery product, quality management.

Введение

Статистические методы для управления качеством пищевой продукции в агропромышленном комплексе (АПК) являются важным инструментом для обеспечения безопасности, соответствия стандартам и повышения конкурентоспособности продукции. Эти методы позволяют анализировать данные, выявлять закономерности, контролировать процессы, сокращать потери и обеспечивать безопасность продуктов питания [6, 8].

Контроль качества продукции – неотъемлемая часть производственного процесса. Статистический контроль играет роль инструмента регулирования для эффективного управления производством.

Он представляет собой комплекс методик, предназначенных для глубокого анализа технологического процесса и характеристик выпускаемых изделий [3]. Экономическое благополучие предприятия и его способность конкурировать на рынке во многом определяются уровнем качества предлагаемой продукции.

Контроль качества продукции, является составной частью производственного процесса, а статистический контроль выполняет функцию регулятора в построении эффективного управления изготавливаемой продукцией, так как является совокупностью методов, которые направлены на детальное изучение технологического процесса и качества продукции [3, 7]. От уровня качества выпускаемой продукции во многом зависит экономическое положение предприятия, а также его конкурентоспособность.

Контрольная карта размахов (R-карта) – это инструмент статистического контроля качества, который используется для мониторинга изменчивости процесса [2]. В контексте управления качеством хлеба в агропромышленном комплексе (АПК) R-карта может быть полезна для контроля стабильности технологического процесса производства хлеба, выявления отклонений и предотвращения брака.

Цель исследования: с помощью контрольной карты размаха провести анализ партий хлеба, сделать вывод о стабильности технологического процесса, который непосредственно влияет на качество изготавливаемой продукции.

Задачи исследования: проведение статистического анализа технологического процесса, направленного на обнаружение несоответствий между готовым хлебобулочным изделием и установленными стандартами, а также внедрение мер по корректировке, способствующих устранению факторов, обуславливающих возникновение дефектов.

Материалы исследования

При написании работы использовались материалы сборников, нормативно-техническая документация по хлебобулочным изделиям.

Результаты исследования и их анализ

В рамках исследования технологического процесса производства пшеничного хлеба ключевым параметром выступает пористость. Этот показатель напрямую влияет на качество готового продукта и позволяет оценить соблюдение технологических норм [4]. Минимально допустимая пористость для пшеничного хлеба установлена на уровне 72 %.

Отбор проб для анализа осуществляется согласно ГОСТ 5667-65, регламентирующему правила приемки и методы отбора образцов хлебобулочных изделий. Продукция оценивается партиями, под которыми понимаются изделия, изготовленные одной бригадой в течение одной смены. В процессе производства партии отбираются отдельные экземпляры пшеничного хлеба в количестве 0,3 % от общего объема, но не менее 10 штук, если вес изделия не превышает 1 кг [1, 5].

Были выполнены расчёты для 10 дней и получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для расчета

№ партии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ	Σ
Пористость, %	73	72	69	73	72	74	77	73	74	73	730	20
R_m	-	1	3	4	1	2	3	4	1	1	20	2,2

Контрольная карта скользящих размахов представлена на рисунке 1.

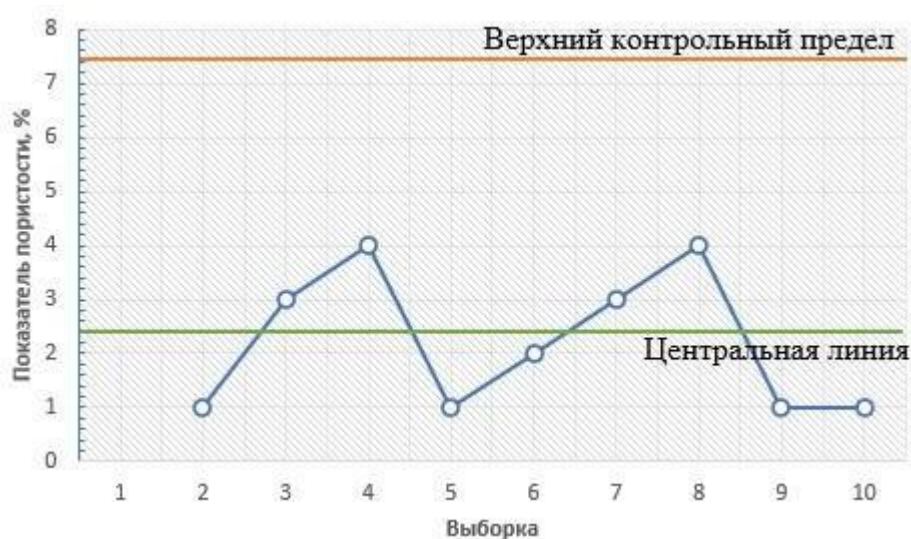


Рисунок 1 – Контрольная карта R_m -скользящих размахов

Анализ контрольной карты скользящих размахов показал циклическое поведение кривой, характеризующееся регулярными подъемами и спадами с приблизительно равными временными интервалами. Кроме того, на представленной карте (рисунок 1) наблюдается устойчивая тенденция к увеличению кривой в точках 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, что свидетельствует о наличии дрейфа. Подобное поведение указывает на наличие проблем в производственном процессе пшеничного хлеба.

На основе построенных контрольных карт можно сделать вывод, что технология изготовления пшеничного хлеба в целом стабильна, однако имеет некоторые незначительные недостатки, требующие корректировки. Для устранения выявленных проблем необходимо ввести корректирующие мероприятия (таблица 2).

Перед началом измерений необходимо удостовериться в исправности оборудования, используемого для определения пористости, а именно контрольных весов ВК 300.1, после чего следует повторить измерения [6].

Таблица 2 – Мероприятия по корректировке технологического процесса

Исследуемый показатель	Причина	Корректирующие действия
Пористость	Слишком горячая вода	Снизить температуру жидкости
	Долгий замес теста	Сократить время на замешивание
	Короткое время брожения опары или теста	Увеличить время на технологический процесс

Заключение

Применение статистических методов для управления качеством продукции ценно тем, что они дают возможность выявить, когда технологический процесс начинает отклоняться от заданных параметров. Это позволяет оперативно вмешиваться в производственный процесс и вносить необходимые корректировки [2].

Контрольная карта размахов (R-карта) – это ценный инструмент для управления качеством хлеба в АПК. При правильном применении она может помочь повысить стабильность процессов, снизить количество брака, улучшить качество продукции и повысить удовлетворённость потребителей. Важно помнить, что R-карта – это часть более широкой системы управления качеством, и её необходимо использовать в комплексе с другими инструментами и методами.

Применяя данный инструмент управления качеством, можно сделать вывод, что процесс производства хлеба является стабильным, но требует незначительных корректирующих действий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 5667-65. Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий.

2. Леонов, О. А. Статистические методы управления качеством / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова. – М. : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2021. – 97 с.
3. Черкасова, Э. И. Основы разработки процедуры обращения с потенциально опасной пищевой продукцией / Э. И. Черкасова // В сборнике: Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции. – 2016. – С. 448-450.
4. Бурова, М. Д. Определение потенциальных дефектов и причин их возникновения при производстве хлебобулочных изделий / М. Д. Бурова, М. С. Нефедова, Э. И. Черкасова // В сборнике: Чтения академика В. Н. Болтинского, посвященные 300-летию Российской академии наук. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 104-109.
5. Черкасова, Э. И. Повышение качества и безопасности продовольственного зерна / Э. И. Черкасова, П. В. Голиницкий, У. Ю. Антонова // Сельский механизатор. – 2023. – № 10. – С. 30-32.
6. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 7. – С. 29-40.
7. Основы применения теории массового обслуживания для процессов возделывания сельскохозяйственных культур / В. П. Чайка, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк [и др.]. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 200 с.
8. Голиницкий, П. В. Цифровой подход к обеспечению безопасности зерновой продукции / П. В. Голиницкий, Э. И. Черкасова, У. Ю. Антонова // Контроль качества продукции. – 2023. – № 10. – С. 59-63.

Об авторах:

Бурова Маргарита Джемаловна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», margo.burova@mail.ru.

Научный руководитель – Черкасова Эльмира Исламовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», e.cherkasova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Margarita D. Burova, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, margo.burova@mail.ru.

Scientific advisor – Elmira I. Cherkasova, Cand.Sc. (Agricultural), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, e.cherkasova@rgau-msha.ru.

ЦИФРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКТАЦИИ И СБОРКИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА РЕМОНТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

К. Я. Вергазова

Научный руководитель – Л. А. Гринченко

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

Аннотация. В статье рассматривается построение цифровой модели процесса комплектации и сборки двигателя внутреннего сгорания в нотации BPMN. Сформирован порядок протекания процесса, необходимые для его начала ресурсы, определены этапы преобразования материальных ресурсов во время комплектации и сборки, представлены результаты комплектации и сборки и их участие в других процессах ремонтного производства.

Ключевые слова: ремонт двигателей, комплектация, сборка, BPMN.

DIGITAL SUPPORT FOR MODELING THE PROCESSES OF PICKING AND ASSEMBLING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AT A REPAIR FACILITY

C. Ya. Vergazova

Scientific advisor – L. A. Grinchenko

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

Abstract. The article discusses the construction of a digital model of the process of picking and assembling an internal combustion engine in BPMN notation. The order of the process is formed, resources are needed to start it, the stages of transformation of material resources during assembly and assembly are determined, the results of assembly and assembly and their participation in other repair production processes are presented.

Keywords: engine repair, complete set, assembly, BPMN.

Введение

Задачи повышения надежности машин решаются по мере развития производства [1]. Развитие станкостроения привело к появлению станков, производящих машиностроительные детали, с точностью изготовления, достигающей до микрон. Контроль геометрических па-

раметров подобных деталей невозможен без применения высокоточных контрольно-измерительных средств [2]. Узлы и агрегаты сельскохозяйственной техники, в которых применяют соединения как с посадкой в виде зазора, так и соединения с посадкой в виде натяга, для обеспечения необходимой посадки требуют особых средств контроля [3-6]. Современные средства управления качеством, также предполагают широкий перечень инструментов и методов для контроля параметров машиностроительных изделий ремонтных и производственных предприятий [7, 8], предназначенных для применения на любом этапе жизненного цикла [9].

Эффективно распределить вышеописанный арсенал средств управления качеством между процессами и делегировать обязанности по их исполнению между персоналом можно используя методы цифрового моделирования [10]. Цифровое моделирование заключается в проектировании модели процесса с помощью различных нотаций, реализуемых в различных компьютерных программах [11]. Выбор нотации зависит от множества факторов: необходимости подробного описания исполнителей и отделов, в которой протекает процесс, подробностью его описания, от уровня моделируемого процесса и др. [12]. Внедрение цифровых моделей, относящихся как к бизнес-процессам, так и к производственным процессам предприятия обеспечивает наличие четкого регламента реализации процесса, возможность его мониторинга в режиме реального времени, а также позволит более точно рассчитать затраты и определить риски, при организации и реорганизации бизнес-процессов [13, 14].

Таким образом, улучшение деятельности ремонтных предприятий путем внедрения цифровизации является неоспоримым. Актуальность исследований, посвященных цифровым процессам обеспечена их эффективностью в повышении производительности труда, получению конкурентных преимуществ и оптимизации издержек.

Целью исследования является создание цифровой модели процесса комплектации и сборки двигателя внутреннего сгорания при его капитальном ремонте, в нотации BPMN.

Процесс комплектации и сборки может включать в себя множество операций связанных с потоками материальных объектов, цифровой и электронной документацией. Многие из этих операций и потоков имеют связи с другими процессами ремонтного предприятия, некоторые из этих процессов могут иметь несколько исполнителей, в роли которых могут выступать как отдельные сотрудники, так и отделы.

Для наглядного представления схемы процесса комплектации и сборки использовалась нотация BPMN в программе Business Studio.

Схема процесса комплектации и сборки, построенная в нотации BPMN представлена на рисунке 1.

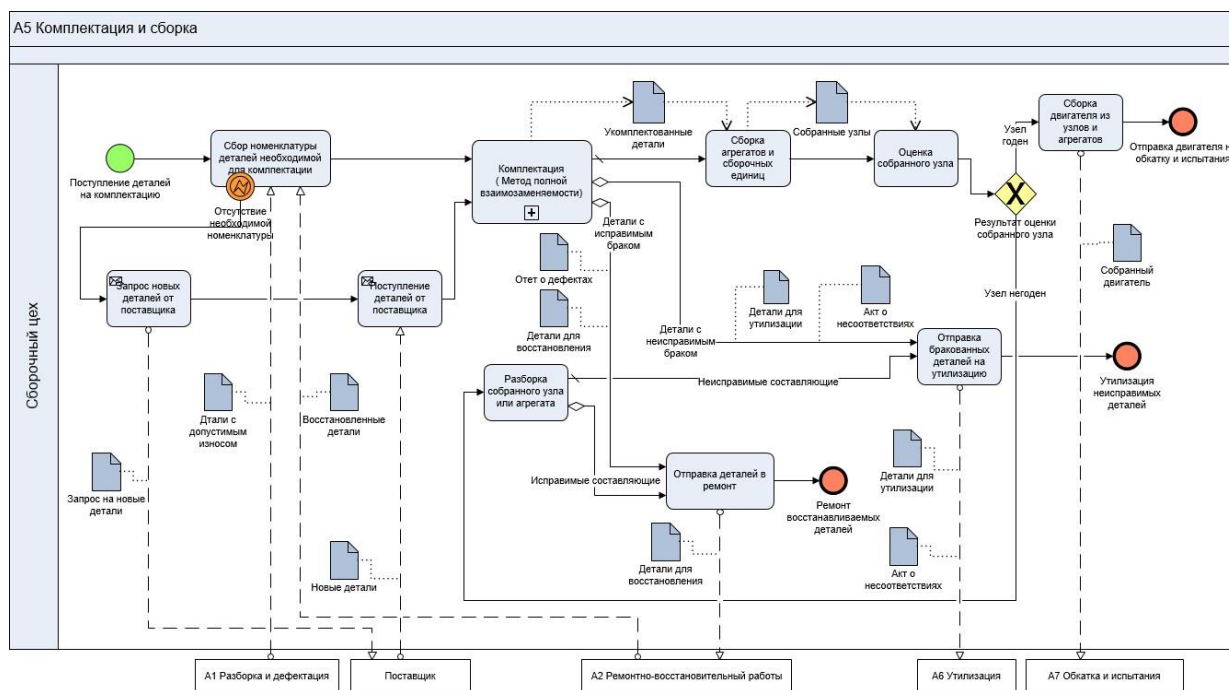


Рисунок 1 – Цифровая модель процесса комплектации и сборки в нотации BPMN

Рассматриваемый процесс начинается с поступления деталей из трех направлений, однако первоначально используются восстановленные детали и детали с допустимым износом, в случае, когда из них невозможно составить полную номенклатуру, необходимую для собираемого объекта, составляется заявка для получения новых, недостающих деталей со склада запчастей. Новые детали, поступившие со склада, направляются, вместе с остальными деталями и сборочными единицами, непосредственно, на операции комплектования, проводимые определенным методом, в рассматриваемом случае это метод полной взаимозаменяемости.

После завершения комплектации укомплектованные пары передаются для сборки. Собранные таким образом узлы оценивают для допустимости их применения при сборке двигателя, куда их непосредственно передают в случае, если результаты оценки успешны. При обнаружении неисправностей узлы разбираются, а составляющие их детали в зависимости от степени брака отправляют в ремонт или на склад металлолома для утилизации.

Для осуществления контроля качества процесса комплектации и сборки необходимо установить мониторинговые показатели и критерии (количественные и качественные), а также определить методику их сбора и анализа. Также для регулирования мониторинговых показателей должны быть определены факторы, влияющие на их значения. Систематизация основных факторов, оказывающих влияние на рассматриваемый процесс, позволяет структурировать потенциальные причины несоответствий, поскольку возникающие дефекты будут связаны с представленными факторами, что может существенно упростить их контроль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. 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.
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. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Kheifetz, M. L. Design of mechatronic engineering systems in digitalized traditional and additive manufacturing / M. L. Kheifetz // Journal of Advanced Materials and Technologies. – 2021. – Vol. 6, No. 1. – P. 18-29.

11. Шендрикова, О. О. Исследование процессов цифровизации промышленных предприятий / О. О. Шендрикова, И. Ф. Елфимова // Организатор производства. – 2019. – Т. 27, № 1. – С. 16-24. – DOI 10.25987/VSTU.2019.88.65.002.

12. Зарубин, С. Г. Разработка процессной модели цифрового машиностроительного производства / С. Г. Зарубин, К. А. Деев // СТИН. – 2017. – № 3. – С. 2-7.

13. Коваленко, Н. В. Современные аспекты моделирования бизнес-процессов предприятий металлургической отрасли с использованием стандарта IDEF0 / Н. В. Коваленко, В. Е. Финогеева // Экономический вестник Донбасского государственного технического университета. – 2019. – № 1. – С. 18-24.

14. Lopes, T. Assessing business process models: a literature review on techniques for BPMN testing and formal verification / T. Lopes, S. Guerreiro // Business Process Management Journal. – 2023. – No. 29. – P.133-162.

Об авторах:

Вергазова Каталина Яновна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», uverg@mail.ru.

Научный руководитель – Гринченко Лаврентий Александрович, ассистент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», grinchenko@rgau-msha.ru.

About the authors:

Catalina Ya. Vergazova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, uverg@mail.ru.

Scientific advisor – Lavrenty A. Grinchenko, assistant of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, grinchenko@rgau-msha.ru.

КОНЦЕПЦИЯ ГИБРИДНОЙ ТРАНСМИССИИ МОБИЛЬНОГО ИНСПЕКЦИОННО-ДОСМОТРОВОГО КОМПЛЕКСА СТ-2630М

М. А. Горелов, В. Л. Чумаков

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

Аннотация. Рассмотрены новые элементы гибридной трансмиссии Мобильного инспекционно-досмотрового модуля (МИДК): электродвигатель, гидростатический привод, валы для передачи крутящего момента от электродвигателя на задний ведущий мост, гидравлическая система и пневматическая система. Внедрение трансмиссии снижает расходы дизельного топлива и загазованность воздуха, что особенно важно для работы МИДК в помещениях с ограниченным воздухообменом.

Ключевые слова: загазованность воздуха, гибридная трансмиссия.

THE CONCEPT OF HYBRID TRANSMISSION OF THE MOBILE INSPECTION COMPLEX ST-2630M

M. A. Gorelov, V. L. Chumakov

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

Abstract. New elements in the transmission are considered: an electric motor, a hydrostatic drive, shafts for transmitting torque from the electric motor to the rear drive axle, a hydraulic system and a pneumatic system. Implementation of this transmission allows to reduce a consumption of diesel fuel and air pollution, which is especially important for MIDC operation in limited air exchange spaces.

Keywords: air pollution, hybrid transmission.

Мобильный инспекционно-досмотровый комплекс (МИДК) представляет собой мобильную установку, предназначенную для обследования крупногабаритных грузов автотранспортных средств, железнодорожных и морских контейнеров, как правило, для использования при таможенном досмотре, контроле на наличие запрещенных к перевозке веществ и предметов (оружия, боеприпасов, взрывчатых и наркотических веществ). МИДК осуществляет инспекцию полностью загруженных грузовых и легковых автомашин, отображает полученные рентгеновские изображения на экране мониторов

полностью без потери визуальной информации с качеством, позволяющим обнаруживать запрещенные для перемещения предметы, а также позволяет оператору комплекса эффективно принимать решение о соответствии перевозимого груза товаросопроводительным документам (рисунок 1).



Рисунок 1 – МИДК СТ-2630М

МИДК позволяет:

- получать рентгеновское изображение высокого качества, его распечатку, запись на носители (DVD, съемный диск (флэш диск));
- хранение, архивирование и восстановление изображений и данных;
- отображать информацию о транспортном средстве, товарах, дате и времени сканирования, количестве сканирований, а также лице, проводившем контроль;
- присваивать рентгеновскому изображению объекта контроля индивидуальный идентификационный номер, который состоит из даты (год, месяц, день), серийного номера МИДК, порядкового номера изображения в течение суток;
- управлять всеми системами МИДК, контролировать и давать сообщения об их техническом состоянии, а также отображать информацию с систем видеонаблюдения и радиационной безопасности;
- позволяет сканировать весь груз, перевозимый на автотранспортном средстве (независимо от плотности укладки), исключая необходимость проведения ручного досмотра.

Существующие комплексы построены на платформе грузового автомобиля и оснащены специальным сканирующим оборудованием. Основные функции комплекса предполагают плавное и точное пере-

мещение комплекса, а также его точное позиционирование по отношению к исследуемому объекту, энергетическую автономность комплекса и работу в закрытых помещениях с ограниченным воздухообменом.

Основной энергетической установкой МИДК является традиционный двигатель внутреннего сгорания – дизель, поставляемый вместе с шасси грузового автомобиля. Энергоемкое сканирующее оборудование комплекса требует установки независимого дизель-генератора для обеспечения питания специального оборудования электрической энергией. Возможное необходимое перемещение комплекса во время обследования объекта обеспечивается за счет базового дизеля. В условиях таможенных комплексов (и особенно) закрытых помещений, работа базового дизеля затрудняет точный анализ компонентов провозимых грузов, особенно связанных с возможным контролем специфичных запахов.

Целью настоящей работы стала разработка гибридной трансмиссии МИДК, на основе сочетания традиционной механической и электрической трансмиссии. Составной частью гибридной трансмиссии выбрана электрическая трансмиссия, включенная по параллельной схеме с механической. Однако в задачи электрической трансмиссии входит независимая от механической, автономная работа по технологическому передвижению комплекса во время сканирования грузов или транспортных средств.

Для решения поставленной цели предлагается модернизировать существующий комплекс СТ-2630М, построенный на базе автомобиля КАМАЗ. Достижение поставленной цели требует решения, как минимум следующих задач «первой очереди»:

1. анализ конструкции данного комплекса и разработка предложений по его совершенствованию;
2. анализ и выбор гибридной схемы дополнительной трансмиссии комплекса;
3. разработка принципиальной схемы гибридной трансмиссии мобильного инспекционно-досмотрового комплекса СТ-2630М;
4. анализ энергопотребления спецоборудования комплекса и его автономной установки питания – дизель-генераторной установки;
5. анализ энергозатрат на технологическое перемещение комплекса во время сканирования, оценка мощности электродвигателя и узлов трансмиссии;

6. расчет и конструктивная разработка узлов и агрегатов проектируемой трансмиссии (или адаптация уже существующих);
7. разработка компоновки узлов предлагаемой трансмиссии на базе шасси автомобиля КАМАЗ;
8. Оценка тягово-динамических характеристик технологического хода комплекса и его соответствие требованиям технических задач.

Анализ базовой конструкции комплекса – автомобиля КАМАЗ 65208 (рисунок 2), показывает, что штатное шасси автомобиля КАМАЗ 65208 располагает необходимым пространством для размещения элементов гибридной трансмиссии. Сохранение базовой трансмиссии является одним из исходных условий.

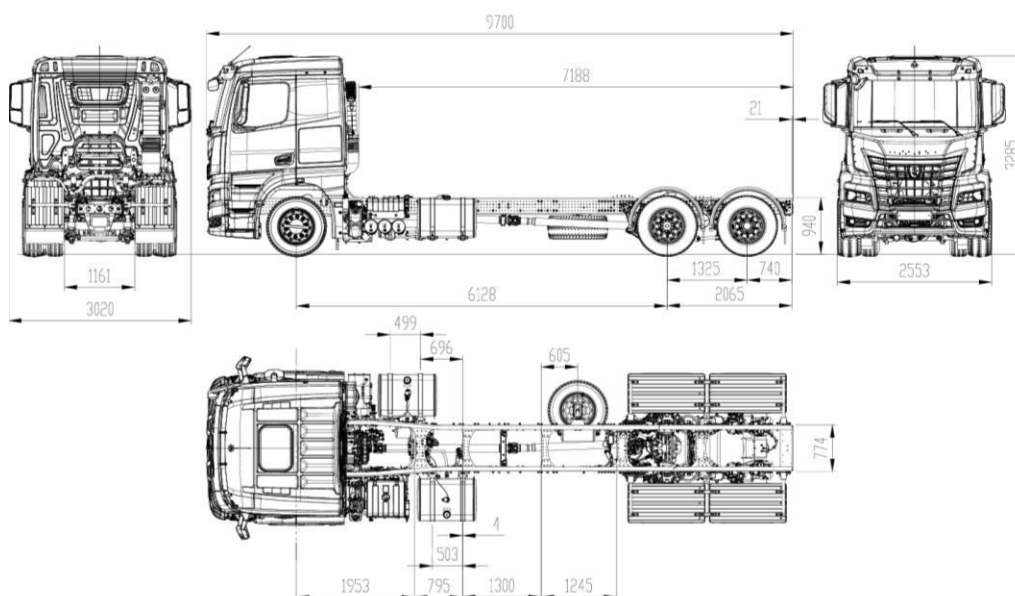


Рисунок 2 – Общий вид шасси Камаз 65208

В качестве элементов гибридной трансмиссии следует, прежде всего, рассматривать электродвигатель, блок силовых аккумуляторных батарей, согласующий редуктор и карданные валы. Предлагаемая схема элементов гибридной трансмиссии показана на рисунке 3.

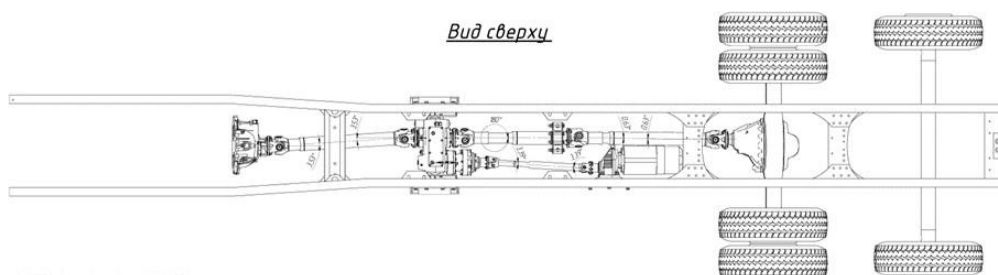


Рисунок 3 – Компоновка основных узлов гибридной трансмиссии

Таким образом, по представленной схеме, компоновка предполагает независимую установку электродвигателя на раме автомобиля КАМАЗ. Выбор электродвигателя определяется массоовыми параметрами перемещаемого автомобиля, уже существующей конструкцией и кинематическими характеристиками ведущего моста и расположением базовых коленчатых валов трансмиссии КАМАЗа.

Предлагается установить электродвигатель примерно на расстоянии 1 м от ведущего моста на внутренней поверхности рамы. Вращение от электродвигателя к заднему мосту возможно передавать через промежуточный редуктор. По сравнению с непосредственным подключением электродвигателя к заднему ведущему мосту, использование редуктора позволяет сделать электрическую трансмиссию более автономной.

Снижение расхода дизельного топлива и загазованности воздуха будет происходить за счёт того, что в режиме технологического хода движение МИДК будет производится от электродвигателя вместо двигателя внутреннего сгорания. Питание электродвигателя будет обеспечивать тяговая электрическая батарея небольшой мощности порядка 15 КВт или дизель-генераторная установка, но уже с увеличенной выходной мощностью, чтобы питать как рабочее оборудование комплекса, так и электродвигатель. Тот в свою очередь будет передавать крутящий момент на редуктор и далее на ведущий мост МИДК.

Исходные данные для предварительного расчета электродвигателя представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета основных параметров электродвигателя

Наименование	Обозначение	Значения	Ед. измерения
Вес автомобиля МИДК	Q_{Σ}	274680	Н
Уклон поверхности	γ	1	°
Ускорение МИДК при пуске (разгоне)	a	0,04	м/с ²
Скорость передвижения тележки	v	0,4	м/с
		24	м/мин
		1,44	км/ч
Диаметр приводных колес 315x70R22,5	D	1,012	м
Рабочий диаметр подшипников колес	d	0,15	м
Коэффициент трения подшипников ступиц	f	0,005	-

Коэффициент трения качения колес по асфальто-бетонному покрытию	μ	0,02	М
Коэффициент деформации шины	λ	0,93	-
Коэффициент полезного действия привода	η	0,85	-
Частота вращения ротора двигателя	n	1481	об/мин
Коэффициент перегрузки двигателя при пуске	ψ	1,0	-
Передаточное число главной передачи	$u_{гп}$	2,92	-
Передаточное число промежуточного редуктора	$u_{пр}$	3	-
Передаточное число на валу электромотора	$u_{рм}$	22,4	-

В соответствии с условиями технологического хода комплекса (скорости, ускорения, торможения, плавности хода и др.) потребуется электродвигатель с мощностью не менее 7 кВт, крутящим моментом не менее 40 Нм. В этих целях можно рекомендовать существующий двигатель SEW RX77DRN132L4BE20THAL, параметры которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики выбранного электродвигателя

Наименования	Обозначение	Значение	Ед. измерения
Мощность	P_M	7,5	кВт
Номинальный момент	M_N	49,74	Нм
Номинальная скорость	n_M	1440,00	об/мин
Момент инерции	J_M	258,58	10^{-4} кгм ²

Кинематическую связь между электродвигателем, промежуточным редуктором предлагается обеспечить карданным валом 3. Один из штатных карданов между опорной муфтой на лонжероне и задним ведущим мостом необходимо заменить на два составных кардана, обеспечив в этом месте установку промежуточного редуктора. Такая схема позволит использовать независимо штатную механическую трансмиссию и проектируемую электрическую. Возможные компоновочные варианты новой трансмиссии представлены на рисунке 4.

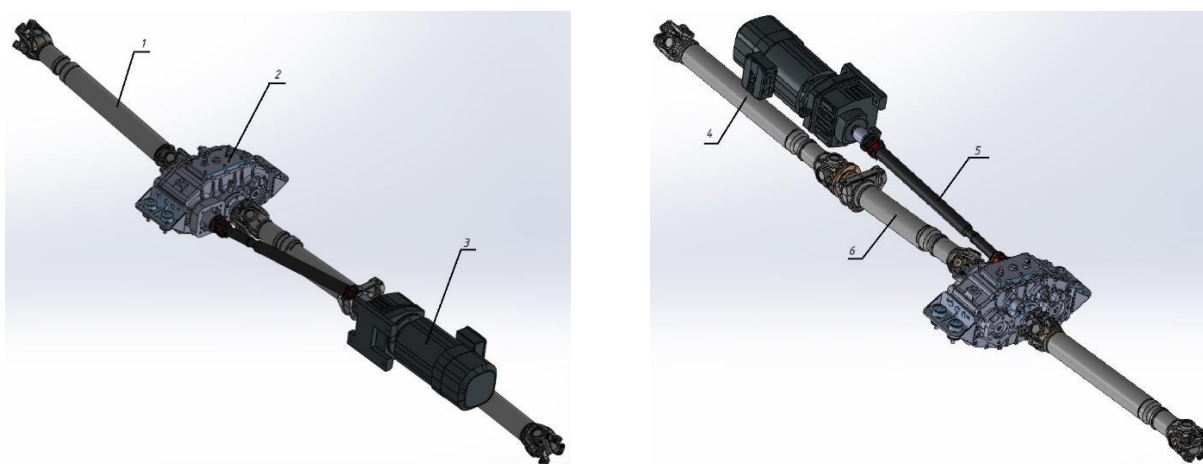


Рисунок 4 – 3D модель вариантов компоновки новых элементов трансмиссии

Выводы

1. Разработка гибридной электрической трансмиссии позволяет исключить работу двигателя внутреннего сгорания на режимах технологического хода, за счет приведения машины в движение от электроэнергии, подаваемой на электродвигатель от тяговой батареи или дизель-генераторной установки.
2. Электропривод комплекса уменьшит выбросы токсичных веществ отработавших газов, что особенно важно для работы МИДК в помещениях с ограниченным воздухообменом.
3. Решается задача автономной мобильности МИДК.
4. Внедрение гибридной трансмиссии обеспечивает значительную экономию дизельного топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кушнарев, Л. И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-2-32-36.
2. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : Учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.
3. Парлюк, Е. П. Жизненный цикл технической системы как экономическая категория / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2013. – № 2. – С. 43-47.
4. Дидманидзе, О. Н. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах / О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 52-59. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-67-4-52-59.

5. 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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

6. 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.

7. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624556 Российская Федерация. «Гибридный сельскохозяйственный трактор малого тягового класса» : № 2024624047 : заявл. 27.09.2024 : опубл. 18.10.2024 / О. Н. Дидманидзе, А. В. Евграфов, В. Л. Чумаков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

8. Общая модель гидродинамической подвески заднего навесного устройства трактора / П. В. Сиротин, Н. Н. Пуляев, М. А. Лесик, Д. А. Федорова // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 54-69.

9. 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.

10. Метод выявления потери устойчивости движения тракторов при реализации тягового усилия на прицеп или сцепной агрегат / М. М. Жилейкин, П. В. Сиротин, С. С. Носиков, Н. Н. Пуляев // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 1. – С. 39-48. – DOI 10.17816/0321-4443-321266.

Об авторах:

Горелов Михаил Андреевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», gorelov5482@mail.ru.

Чумаков Валерий Леонидович, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», vchumakov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Mikhail A. Gorelov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gorelov5482@mail.ru.

Valery L. Chumakov, Cand.Sc. (Engineering), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vchumakov@rgau-msha.ru.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Е. Н. Данилов, Д. М. Дудин

Научный руководитель – В. А. Крючков

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

Аннотация. В статье рассматривается влияние вредных примесей в отработавших газах на сельскохозяйственную экосистему. Рассмотрены способы снижения концентрации вредных примесей в ОГ с применением систем селективного дожигания и рециркуляции ОГ.

Ключевые слова: выбросы ОГ, рециркуляция отработавших газов, анализ, система дожигания, выбросы азота.

INVESTIGATION OF METHODS AND TYPES OF EXHAUST GAS RECIRCULATION SYSTEMS

E. N. Danilov, D. M. Dudin

Scientific advisor – V. A. Kryuchkov

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

Abstract. The article examines the impact of harmful impurities in exhaust gases on the agricultural ecosystem. Methods for reducing the concentration of harmful impurities in exhaust gases using selective afterburning and exhaust gas recirculation systems are considered.

Keywords: exhaust gas recirculation, analysis, afterburning, nitrogen emissions.

Введение

В условиях современных требований экологических норм к содержанию вредных веществ в отработавших газах (ОГ) дизельных двигателей, появляется необходимость снижения вредных примесей в продуктах сгорания. Для создания новых двигателей, удовлетворяющих экологическим нормам, необходимо значительные капиталовложения на разработку и производство, однако модернизация машины путем внедрения системы дожигания, или рециркуляции отработавших газов требует меньших затрат, и позволит снизить концентрацию вредных примесей в ОГ [1, 2].

Основная часть

Проблема выбросов вредных веществ в продуктах сгорания топлива двигателей влияет на жизнь и здоровье растений и животных. Самую большую долю вредных примесей в отработавших газах занимает азот. При высоких температурах в камере сгорания двигателя, азот окисляется, образуя токсичные соединения, которые способствуют образованию смога и кислотных дождей, оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая респираторные заболевания и другие проблемы [3, 4].

Повышенная концентрация оксидов азота и озона оказывает негативное воздействие на насекомых-опылителей – пчёл, шмелей, бабочек, мотыльков. Резко снижается как их численность, так и интенсивность опыления цветков, что может представлять опасность для урожайности культур.

Диоксид азота или двуокись азота в высоких концентрациях раздражает лёгкие и может привести к серьёзным последствиям для здоровья человека.

В форме кислотных остатков оксиды азота наносят ущерб растениям, увеличивая кислотность. Образующаяся в клетках азотистая кислота оказывает мутагенное действие и может повлиять на урожайность культур.

Для предотвращения образования вредных примесей в ОГ, на современной сельскохозяйственной технике используется система нейтрализации или рециркуляции выхлопных газов [8].

Принцип работы системы рециркуляции EGR (Exhaust Gas Recirculation) основан на идее возврата части отработавших газов во впускной коллектор, где они смешиваются со свежей топливовоздушной смесью перед поступлением в камеру сгорания. Это, в свою очередь, помогает уменьшить образование оксидов азота [6, 7].

Присутствие отработанных газов в топливовоздушной смеси может повлиять на процесс горения, большое количество сажи из выхлопных газов попадает во впускную систему двигателя, что забивает каналы и ускоряет износ поршневых колец. Дополнительной проблемой является перегрев двигателя из-за высокой температуры выхлопа, попадающего обратно в камеру сгорания. Для подобной системы приходится предусматривать систему фильтрации отработавших газов и системы их охлаждения перед работой.

В случае систем нейтрализации отработавших газов SCR (Selective Catalytic Reduction) предусматривается впрыск специальной жидкости DEF (Diesel Exhaust Fluid) в отработанные газы [2].

Для этой системы, горячие отработанные газы активируют DEF, преобразуя его в аммиак и углекислый газ, которые в свою очередь реагируют с оксидами азота в катализаторе, превращая их в безопасные азот и водяной пар. Потребление DEF составляет примерно 6 % от расхода топлива.

Позволяя уменьшить расход топлива и улучшить тяговые показатели двигателя, система нейтрализует вредоносные выбросы, но не лишена недостатков. Большая проблема заключается в стоимости мочевины, как отдельного компонента, и ее постоянном пополнении.

В ходе анализа систем нейтрализации и рециркуляции отработавших газов была составлена таблица достоинств и недостатков систем рециркуляции и нейтрализации отработавших газов (таблица 1).

Таблица 1 – Типы систем рециркуляции и нейтрализации отработавших газов

Система рециркуляции отработавших газов EGR		
Название		Оценка системы
Пневмомеханическая система		Достоинства: простота обслуживания и конструкции, надежность, дешевизна устройства Недостатки: трудности с прогревом двигателя зимой, частая чистка клапана
Система с учетом давления выхлопных газов	с преобразователем высокого давления	Достоинства: простота обслуживания и надежность, низкая стоимость Недостатки: трудности с прогревом двигателя зимой, частая чистка клапана, сложность конструкции
	с преобразователем низкого давления	Достоинства: простота обслуживания и надежность, дешевизна устройства Недостатки: трудности с прогревом двигателя зимой, частая чистка клапана, сложность конструкции
Электропневматическая система		Достоинства: надежность и точность работы благодаря ЭБУ Недостатки: частая чистка клапана, сложность конструкции, сложное обслуживание, дороговизна устройства (относительно вышеперечисленных)

Система с цифровым клапаном	Достоинства: надежность и точность работы Недостатки: регулярная чистка калиброванных отверстий, сложность конструкции, сложное обслуживание, высокая стоимость устройства
Мониторинговая система с помощью ЭБУ	Достоинства: надежность и повышенная точность работы, возможность тестирования системы на проверку загрязнения Недостатки: регулярная чистка клапана, сложность конструкции, повышенная сложность обслуживания, дороговизна устройства
Система нейтрализации отработавших газов SCR	
Система нейтрализации отработавших газов SCR	Достоинства: надежность и повышенная точность работы, предотвращение замерзания мочевины за счет контроля температуры, относительная простота конструкции, отсутствие засоряемых элементов (относительно систем EGR), дешевизна устройства, отработавшие газы не попадают повторно во впускной коллектор (нейтрализация отработавших газов происходит вне двигателя) Недостатки: сложность обслуживания, дороговизна расходных компонентов (катализатора и каталитического нейтрализатора)

Заключение

В ходе анализа способов снижения концентрации вредных примесей в ОГ двигателей сельскохозяйственной техники были выявлены основные элементы продукта сгорания, которые пагубно действуют на окружающую среду и сельскохозяйственные культуры. Описаны преимущества и недостатки способов снижения токсичности ОГ. В результате, было выявлено, что использование систем рециркуляции отработавших газов и системы нейтрализации, позволит сократить концентрацию вредных примесей в выбросах отработавших газов.

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. Федоткина, Д. С. Модернизация системы нейтрализации отработавших газов / Д. С. Федоткина, Д. М. Дудин // Сборник трудов, приуроченных к Международной научно-практической студенческой конференции: «Научный форум: Экономика, управление и цифровые технологии в АПК-2024», 20 ноября

2024 года: сборник статей. Том 4. / под ред. Л. И. Хоружий, Ю. Н. Романцевой и др. – М. : Издательство РГАУ – МСХА, 2024. – С. 327-331.

3. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов : учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б. А. Шароглазов, М. Ф. Фарафонов, В. В. Клементьев – Челябинск : Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с.

4. Кузнецов, Е. В. Основы теории и проектирования ДВС / Е. В. Кузнецов. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2021 – 323 с.

5. Федоткин, Р. С. Встречно-поршневой двигатель пониженного трения для средств малой механизации / Р. С. Федоткин, Д. В. Анашин, Д. М. Дудин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2024. – № 12.

6. Баранов, Н. И. Влияние системы рециркуляции отработавших газов (EGR) на топливно-экономические показатели бензинового двигателя / Н. И. Баранов // Новые технологии – нефтегазовому региону : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 17-18 мая 2018 года / Ответственный редактор П. В. Евтин. – Том V. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 22-24.

7. Пуляев, Н. Н. О перспективах применения газомоторного топлива в России / Н. Н. Пуляев, В. С. Богданов, А. И. Сучков // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 95-101.

8. 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.

Об авторах:

Данилов Егор Николаевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», G8A4@mail.ru.

Дудин Даниил Максимович, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», d.dudin@rgau-msha.ru.

Научный руководитель – Крючков Виталий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», v.kryuchkov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Egor N. Danilov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, G8A4@mail.ru.

Daniil M. Dudin, assistant in Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, d.dudin@rgau-msha.ru.

Scientific advisor – Vitaliy A. Kryuchkov, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, v.kryuchkov@rgau-msha.ru.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА СОИ

Е. Д. Дегтярева

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

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время сорт является средством производства, так как во многом именно от него зависят сроки сбора урожая, его объем и качественные характеристики. Для обеспечения продовольственной безопасности страны большую угрозу представляет зависимость аграрного сектора от иностранных семян и посадочного материала. В этой связи, первостепенным фактором, определяющим эффективность отрасли отечественного соеводства, является создание оптимальных условий для ведения успешной селекционной работы путем определения ключевых целевых направлений развития современной селекции сои и сокращения сроков селекционного процесса.

Ключевые слова: соя, селекция, сорт, селекционно-семеноводческая отрасль.

THEORETICAL FEATURES OF THE SOYBEAN BREEDING PROCESS DEVELOPMENT

E. D. Degtyareva

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

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Currently, the variety is a means of production, since in many respects the timing of harvesting, its volume and quality characteristics depend on it. The dependence of the agricultural sector on foreign seeds and planting materials poses a major threat to the country's food security. In this regard, the primary factor determining the effectiveness of the domestic soybean industry is the creation of optimal conditions for successful breeding work by identifying key target areas for the development of modern soybean breeding and reducing the duration of the breeding process.

Keywords: soybeans, breeding, varieties, breeding and seed industry.

Соя является одним из основных источников высококачественного легкоусвояемого растительного белка в рационе человека и животных, содержание которого составляет от 36 до 45 %. В этой связи селекция и семеноводство культуры имеют большое значение для

сельского хозяйства в рамках обеспечения продовольственной безопасности государства [1-3].

Однако несмотря на то, что соя включена в перечень особо значимых для экономики страны сельскохозяйственных культур и видов растений, ее доля в Государственном реестре в настоящее время не превышает 70 %, остальные 30 % приходятся на сорта зарубежной селекции, что свидетельствует о наличии импортозависимости от семян и технологий на продовольственном рынке, низком, недостаточном количестве семян и сортов сои отечественной селекции и т.д. [4-7].

Сорт – одно из средств сельскохозяйственного производства. Селекция сои заключается в отборе и скрещивании лучших сортов культуры для получения новых видов растений, обладающих улучшенными агротехническими свойствами. Для этого проводятся специальные селекционные работы, в ходе которых оценивается генетическое разнообразие различных сортов и выбираются наиболее перспективные из них для дальнейшего использования.

В этой связи, современная селекция, исходя из экономико-производственных задач производителей, ставит перед собой реализацию широкого спектра целей, успешная реализация которых обеспечит устойчивое развитие аграрного сектора и будет способствовать удовлетворению растущего спроса на продукцию сои (таблица 1).

Таблица 1 – Целевые направления современной селекции сои

Наименование цели	Целевой показатель
Совершенствование технологичности сортов	· совершенствование морфологической структуры растения для увеличения урожайности; · способность противостоять отклонению стебля от вертикального положения; · устойчивость к ломкости ветвей; · устойчивость к растрескиванию бобов во время созревания; · повышение уровня прикрепления нижних бобов и др.
Улучшения качества семян	· увеличение уровня белка в семенах (не ниже 40 %); · создание сбалансированного аминокислотного состава белка и увеличение доли незаменимых аминокислот; · создание сбалансированного жирнокислотного состава для сортов масличного направления и увеличение доли ненасыщенных жирных кислот; · увеличение до 27 % содержания жира в семенах (для сортов масличного направления) и др.

Увеличение адаптивности к абиотическим факторам стресса	· устойчивость к отсутствию или превышению влаги как почвенной, так и воздушной; · адаптивность к низким и высоким температурам воздуха и почвы; · способность адаптироваться к различным условиям освещения, спектру и т.д.; · устойчивость к кислотам и др.
Увеличение адаптивности к биотическим факторам стресса	· устойчивость к заболеваниям и вредителям; · устойчивость к гербицидам и др.

Источник: составлено автором с учетом [8-10]

Общая схема селекционного процесса выращивания сои представлена на рисунке 1 и связана с характером и спецификой, проводимых на каждом этапе работ.

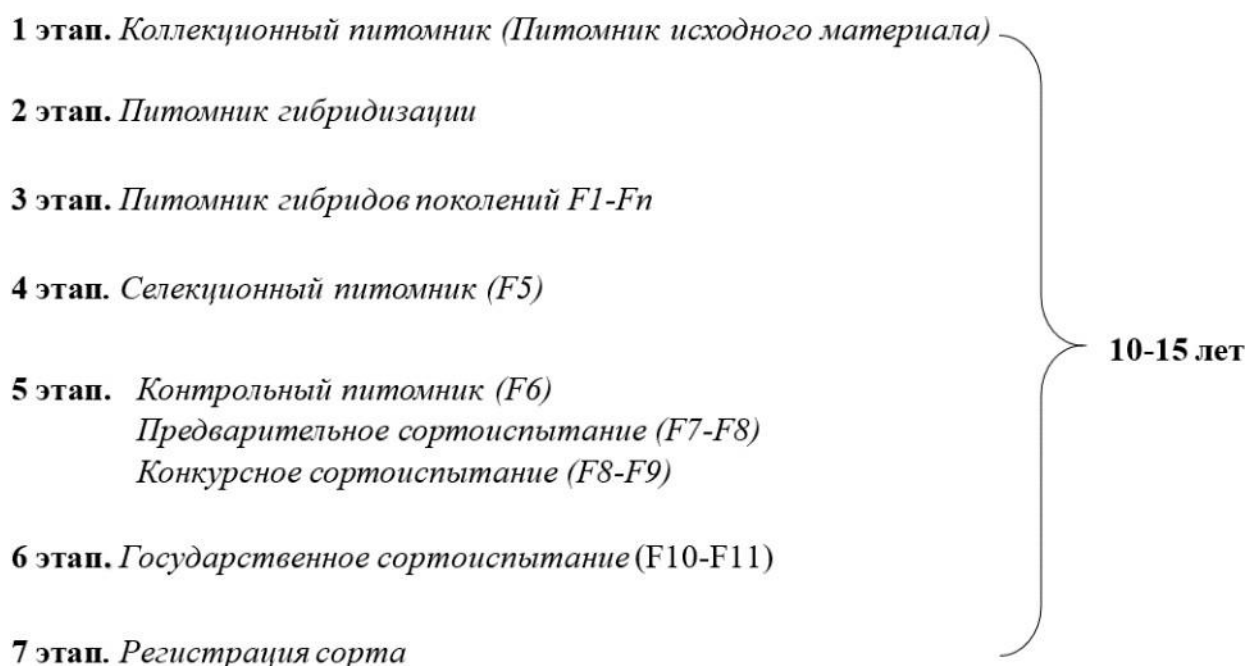


Рисунок 1 – Общая схема селекционного процесса выращивания сои

Источник: составлено автором с учетом [10]

Представленный алгоритм рассчитан на период в 10-15 лет, с учетом включения срока регистрации сорта. Но за счёт применения современных цифровых, технико-технологических решений и совершенствования условий ресурсной базы селекции сои, возможно существенно ускорить данный процесс и сократить издержки.

Развитию селекционно-семеноводческой отрасли также будут способствовать усиление биотехнологического направления и других

современных методов селекции в фундаментальной науке, цифровизация базы генетических ресурсов, совершенствование мер государственной поддержки и правового регулирования, создание ключевых селекционных центров в основных географических зонах соотечественности, принятие на государственном уровне стратегии развития селекции в стране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Зангиев, А. А. Оптимизация производственных процессов на уборке и реализации винограда / А. А. Зангиев, О. Дидманидзе, Д. Г. Асадов. – М. : Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина, 1998. – 136 с.
3. 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.
4. Чутчева, Ю. В. Семеноводство сои в Российской Федерации – текущее состояние и перспективы развития / Ю. В. Чутчева, М. Е. Бельшикина, Е. Д. Дегтярева // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 1. – С. 80-88. – DOI 10.32651/231-80.
5. Клычова, Г. С. Перспективы развития рынка сои и его значимость для Российской экономики / Г. С. Клычова, А. П. Цыпин, А. Р. Валиев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 3(63). – С. 128-134.
6. Левкина, О. В. Теоретико-методологические подходы к оценке эффективности производства сои / О. В. Левкина // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 5-9.
7. Лукомец, А. В. Экономика производства и развитие рынка сои в России / А. В. Лукомец // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2021. – № 4. – С. 106-113.
8. Акулов, А. С. Изучение некоторых агроприемов возделывания новых сортов сои / А. С. Акулов, А. Г. Васильчиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 1(25). – С. 36-40. – DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10003.
9. Зайцев, Н. И. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения / Н. И. Зайцев, Н. И. Бочкарев, С. В. Зеленцов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2016. – Вып. 2 (166). – С. 3-11.

10. Зеленцов, С. В. Методические основы селекционного процесса у сои и его улучшающие модификации во ВНИИМК (обзор) / С. В. Зеленцов // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 128-143.

Об авторе:

Дегтярева Елена Дмитриевна, младший научный сотрудник лаборатории прогнозирования развития систем машин и технологий, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», аспирант кафедры экономики Института экономики и управления в АПК, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», alena-kozh@yandex.ru.

About the author:

Elena D. Degtyareva, Junior Researcher at the Laboratory of Forecasting the Development of Machine Systems and Technologies, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, postgraduate student of the Department of Economics at the Institute of Economics and Management in Agriculture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, alena-kozh@yandex.ru.

АНАЛИЗ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ БОЛЕЗНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ БПЛА

В. Ю. Дурманов

Научный руководитель – Е. Л. Чепурина

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

Аннотация. В данной статье рассматриваются беспилотные летательных аппаратов (БПЛА) и их применение в сельском хозяйстве. Рассмотрены преимущества и недостатки применения беспилотных летательных аппаратов, а также методы обработки данных, полученных с их помощью. Данные, получаемые с помощью БПЛА используются для оптимизации сельскохозяйственных операций, повышения урожайности и снижения затрат на производство сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, агроинженерия, мониторинг, датчики, программное обеспечение, визуализация, оптимизация, машинное обучение.

ANALYSIS OF DISEASE RECOGNITION SYSTEMS USING UAV MACHINE VISION

V. Y. Durmanov

Scientific advisor – E. L. Chepurina

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

Abstract. This article discusses unmanned aerial vehicles (UAVs) and their use in agriculture. The advantages and disadvantages of using unmanned aerial vehicles, as well as methods of processing data obtained with their help, are considered. The data obtained by the UAV is used to optimize agricultural operations, increase yields and reduce the cost of crop production.

Keywords: unmanned aerial vehicles, agroengineering, monitoring, sensors, software, visualization, optimization, machine learning.

Болезни сельскохозяйственных растений оказывают большое значение на урожайность. Ежегодные потери урожая из-за заболеваний составляют от 10 % до 40 % для основных продовольственных культур, таких как пшеница, рис и кукуруза. Своевременная борьба с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур имеет боль-

шое экономическое значение для хозяйства. Внедрения инновационных технологий, связанных с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) в сельском хозяйстве, получает все большее распространение [1, 2]. БПЛА помогают своевременно выявлять болезни растений, проводить мониторинг их распространения и обеспечивать эффективное управление без механического причинения вреда посевам. БПЛА предоставляют высокую точность наблюдений, адаптируются к труднодоступным территориям, итерационно ускоряют диагностику заболеваний, что делает их перспективным инструментом точного земледелия в условиях усиления климатических изменений и роста потребностей мирового населения [3-6].

Благодаря сбору и хранению данных, БПЛА играют ключевую роль в предотвращении потерь урожая. Они создают цифровую запись состояния посевов, что позволяет проводить анализ данных в реальном времени и формировать базу для долгосрочных исследований, создавая тем самым задел для развития технологий предиктивного анализа в реальном времени (рисунок 1).



Рисунок 1 – Применение БПЛА при анализе посевов

Применение БПЛА в сельском хозяйстве способствует значительному улучшению диагностики и мониторинга заболеваний растений. Аппараты оснащены сенсорами высокого разрешения, которые предоставляют данные с высокой степенью детализации, что делает возможным выявление болезней на ранних этапах. Современные платформы БПЛА адаптируются к различным задачам, сочетая возможности поворотных и фиксированных крыльев [1].

Практическое применение БПЛА уже продемонстрировало их ценность в сельском хозяйстве. В одном из исследований была разра-

ботана система автоматического распыления химикатов на поражённые растения с использованием архитектуры ResNet. Эта система показала высокую эффективность в борьбе с болезнями и вредителями.

Модель Custom-Net, реализованная на платформе Raspberry Pi, показала точность 98,78 % при классификации болезней проса. Ещё одним успешным примером стало использование MaskRCNN для анализа данных о заболеваниях пшеницы, что обеспечило точность до 92,01 %. Эти технологии также нашли применение при мониторинге заболеваний кукурузы, где использовался двухэтапный метод аннотирования изображений. Сначала эксперты вручную аннотировали поражённые участки, а затем модели глубокого обучения выполняли автоматическую обработку данных [1].

В дополнение к этим примерам, использование гиперспектральных камер для диагностики заболеваний сахарной свеклы позволило обнаружить симптомы на ранних стадиях. Платформы с мультисенсорными камерами успешно применяются для мониторинга заболеваний виноградников, таких как милдью и оидиум. Точные изображения позволили сократить использование фунгицидов и повысить урожайность.

Кроме этого, различные типы сенсоров, включая мультиспектральные, гиперспектральные, тепловые и RGB-камеры, обеспечивают фиксацию таких параметров, как текстура, форма и цвет растений. Эти сенсоры позволяют создавать подробные профили состояния растений. Широкий спектральный диапазон сенсоров помогает обнаруживать скрытые симптомы заболеваний. Например, мультиспектральные камеры фиксируют изменения в уровне хлорофилла, которые сигнализируют о начальных стадиях стресса (рисунок 2) [7, 8].

Одним из ключевых преимуществ БПЛА является способность изменять высоту и скорость полета, что помогает учитывать климатические условия и специфику задачи. Например, использование трёхмерных траекторий полета позволяет значительно повысить точность отбора проб. Это улучшает согласованность между реальными условиями и данными анализа, что делает результаты мониторинга более достоверными.

Применение БПЛА также решает проблемы труднодоступных территорий. В густонаселённых или труднопроходимых зонах, таких как холмистая местность или крупные поля, их маневренность и быстродействие делают их незаменимыми для полноценного мониторинга. Интеграция нескольких сенсоров на одной платформе снижает

нагрузку и позволяет одновременно фиксировать разнообразные физиологические параметры растений.

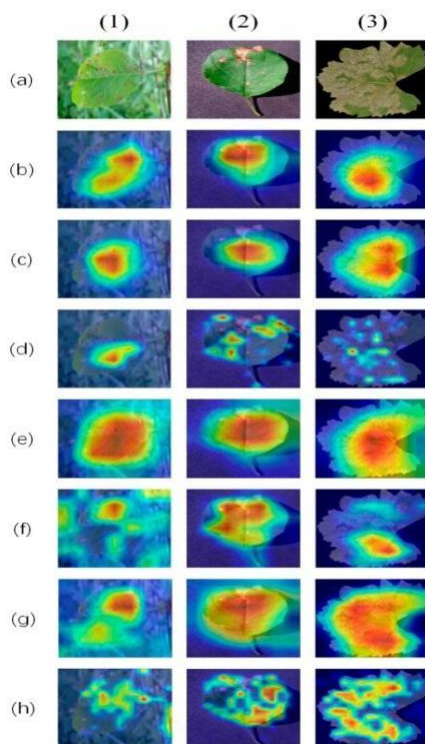


Рисунок 2 – Пример, как видит техническое зрение

Несмотря на значительный прогресс, использование БПЛА сталкивается с рядом ограничений. Во-первых, время полёта и емкость батарей остаются важным препятствием для проведения длительного мониторинга на больших территориях. Например, комбинированные платформы с поворотными и фиксированными крыльями нуждаются в улучшениях для увеличения автономности работы.

Во-вторых, погодные условия, такие как сильный ветер и дождь, существенно влияют на качество получаемых данных. Изображения, сделанные при дневном освещении, подвержены шумам, теням и отражениям, что затрудняет их обработку. Это требует использования сложных алгоритмов для устранения искажений и повышения точности анализа.

Обработка больших объемов данных, генерируемых БПЛА, также остаётся серьёзным вызовом. Современные модели, такие как CNN и ViTs, требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения и анализа. Это увеличивает стоимость и требует разработки алгоритмов, работающих в реальном времени. Нехватка квалифицированного персонала для управления и анализа данных также снижает эффективность применения БПЛА в сельском хозяйстве.

Для анализа данных, собранных БПЛА, широко применяются методы машинного и глубокого обучения. Современные методы обработки изображений, включают в себя процесс извлечения признаков, сегментации и классификации. В основе работы этих методов лежат визуальные характеристики, такие как форма, цвет и текстура, которые подвергаются тщательному анализу для идентификации признаков заболеваний. Эти характеристики служат индикаторами текущего состояния растений и позволяют идентифицировать и локализовать проблемы на поле. Среди них модели на основе свёрточных нейронных сетей (CNN), такие как ResNet, Inception V3 и MaskRCNN, которые обеспечивают высокую точность классификации и сегментации изображений. Архитектуры CNN используются для выделения текстурных и цветовых признаков растений, что позволяет точно идентифицировать заболевания (рисунок 3) [7, 8].

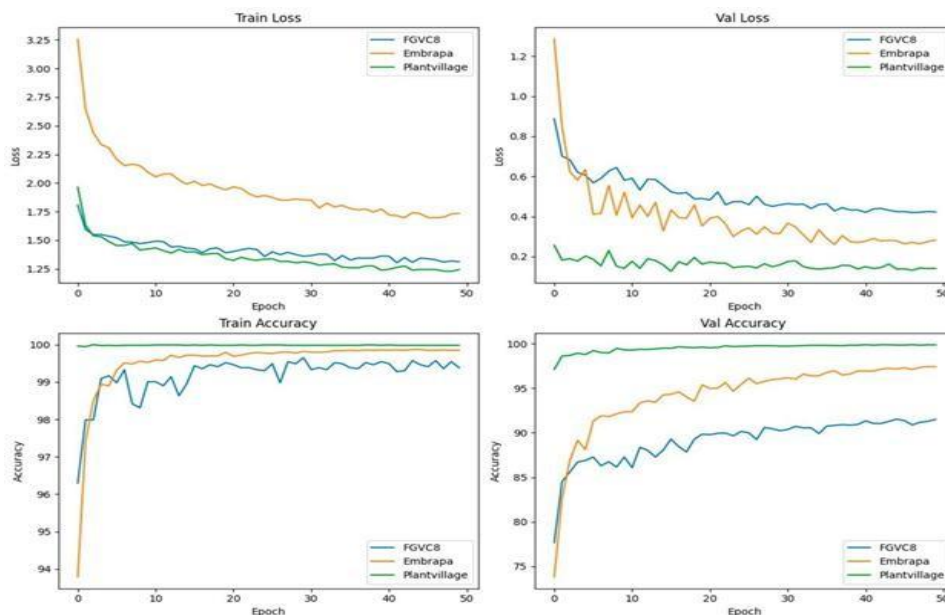


Рисунок 3 – Пример обработки данных, собранных с помощью машинного зрения

Методы сегментации изображений, такие как бинарные алгоритмы, горизонтальная и вертикальная сегментация, применяются для извлечения формы объектов. Цветовые признаки выделяются с помощью гистограмм. Один из аспектов текстуры связан с пространственным распределением и пространственной взаимозависимостью значений яркости локальной области изображения. Статистики пространственной взаимозависимости значений яркости вычисляются по GLCM-матрицам переходов значений яркости между ближайшими соседними точками.

Применение методов семантической сегментации и обнаружения объектов играет важную роль в локализации и анализе болезней растений. Например, использование MaskRCNN обеспечило точность 92 % при диагностике головки пшеницы. Аналогично, ResNet152 и Inception V3 применялись для анализа болезней листьев яблони с точностью до 77,65 %. Такие результаты демонстрируют эффективность использования глубокого обучения в сельском хозяйстве. Развитие алгоритмов машинного обучения, таких как свёрточные нейронные сети, поддерживает процесс обработки визуальной информации, предоставляя продвинутые инструменты для анализа мер выживаемости и продуктивности растений. Эти алгоритмы могут адаптироваться к специфике различных культур и климатических условий, создавая основу для более персонализированного подхода к управлению сельскохозяйственными предприятиями.

Будущее развитие использования БПЛА в сельском хозяйстве связано с:

- созданием автономных систем, способных функционировать в сложных условиях;
- разработкой лёгких, энергоэффективных платформ с улучшенными сенсорами, что позволит снизить эксплуатационные затраты и расширить их применение;
- интеграцией БПЛА с облачными системами и платформами Интернета вещей (IoT), что позволит обеспечить анализ данных в режиме реального времени и улучшить обмен информацией.

Учитывая вышесказанное, целью наших дальнейших исследований будет разработка технологии и технических средств для мониторинга состояния растений с помощью БПЛА. Основные задачи, которые необходимо решить связаны с взаимосвязью сенсоров, низким разрешением камер, а также с разработкой алгоритмов распознавания заболеваний сельскохозяйственных культур с использованием данных аэрофотосъемки.

Решение этих задач позволит не только своевременно выявлять болезни растений, но и минимизировать риски потерь урожая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронин, А. В. Алгоритм технического зрения для беспилотного летательного аппарата сельскохозяйственного назначения / А. В. Воронин // Политехнический молодежный журнал. – 2017. – № 8. – С. 151.

2. Technical support system for energy-installed agricultural equipment in the agricultural industry / Yu. Kataev, E. Chepurina, D. Kushnareva [et al.] // International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023), Voronezh, Russian Federation, 23–25 октября 2023 года. Vol. 93. – Les Ulis, 2024. – P. 03017. – DOI 10.1051/bioconf/20249303017.

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. Основы применения теории массового обслуживания для процессов возделывания сельскохозяйственных культур / В. П. Чайка, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк [и др.]. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 200 с.

5. Кушнарёв, Л. И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарёв, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-2-32-36.

6. 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. Часть 1. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2022. – С. 66-72.

7. Михайлова, Д. О. Разработка модели идентификации болезней сельскохозяйственных культур на основе мобильного приложения / Д. О. Михайлова, Д. Р. Галимов, Е. И. Воеводина // Семьдесят шестая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием. 19-20 апреля 2023 г., Ярославль: сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 3. – Ярославль : Изд-во ЯГТУ, 2023. – 1090 с.

8. Мударисов, С. Г. Автоматическое обнаружение и идентификация болезней пшеницы с использованием методов глубокого обучения и применением дронов в режиме реального времени / С. Г. Мударисов, И. Р. Мифтахов // Вестник Казанского ГАУ. – 2024. – № 2(74).

Об авторах:

Дурманов Василий Юрьевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», vdurmanv@outlook.com.

Научный руководитель – Чепурина Екатерина Леонидовна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», chepurina@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vasily Yu. Durmanov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vdurmanv@outlook.com.

Scientific advisor – Ekaterina L. Chepurina, D.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, chepurina@rgau-msha.ru.

ВЫБОР НУТРОМЕРОВ ДЛЯ ДЕФЕКТАЦИИ КОРЕННЫХ ОПОР БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ

В. К. Зимогорский

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

Аннотация. Для предприятий, занимающимся ремонтном двигателях ЯМЗ, предложено использовать индикаторный нутромер повышенной точности НИ-ПТ160-0,001, в результате чего снизятся потери от неправильного забракования в 2,13 раза и потери от неправильного принятия в 1,88 раза по сравнению с результатами использования классического нутромера НИ 160-0,01.

Ключевые слова: измерения, контроль, погрешность, неправильно принятые изделия, неправильно забракованные изделия, дефект.

THE CHOICE OF INSIDE CALIPERS FOR THE DEFECT OF THE MAIN BEARINGS OF THE CYLINDER BLOCK OF YAMZ EN- GINES

V. K. Zimogorsky

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

Abstract. For enterprises engaged in the repair of YAMZ engines, it is proposed to use an indicator inside caliper of increased accuracy NI-PT160-0.001, as a result of which losses from incorrect rejection will decrease by 2.13 times and losses from incorrect acceptance by 1.88 times compared with the results of using the classic NI 160-0.01 inside caliper.

Keywords: measurements, control, error, incorrectly accepted products, incorrectly rejected products, defect.

Вопросы, связанные с качеством ремонта отечественной техники для сельского хозяйства, всегда остаются актуальными из-за ее низкой надежности [1-4]. В настоящее время в соединениях сельскохозяйственной техники стали использоваться посадки высокой точности [5-10], что позволяет увеличить запас материала на износ, и таким образом повлиять на увеличение ресурса соединений. В свою очередь, вопросам обеспечения качества процессов контроля обусловленными постоянным повышением точности производства, стало уделяться

большое внимание [11-14]. Особенно это касается ремонтного производства, где достаточно сложно обеспечить восстановление работоспособности агрегатов из-за изнашивания поверхностей деталей и опорных баз, а также организовать контроль изношенных поверхностей деталей [15].

Важнейшей деталью всех двигателей является блок цилиндров. Это дорогая и технологически сложная в изготовлении деталь, требующая значительной трудоемкости работ по ее дефектации в момент поступления двигателя в ремонт.

Методика выбора средств измерений и оценки ошибок при допусковом контроле в машиностроительном производстве описана в действующих нормативных документах: ГОСТ 8.051-81 и РД 50-98-86. При дефектации также возможно использовать данную методику, но необходимо существенно ее доработать. Неправильное забракование коренной опоры блока цилиндров, как слева, так и справа от границы поля допуска, приводит к одному и тому же результату – потере блока цилиндров, предприятие при таком решении контролера покупает новый блок взамен старого. Неправильное принятие опоры по наименьшему размеру может привести к выступанию вкладышей из постели при заданном усилии затяжки опоры динамометрическим ключом, что грозит неплотным прилеганием крышки к опоре и вероятным обрывом. Неправильное принятие опоры по наибольшему размеру может привести к наличию зазора между вкладышами и последующему их проворачиванию.

Цель исследований – рассмотреть процесс дефектации коренных опор с позиции вероятности появления ошибок первого и второго рода при контроле.

Методика выбора средств измерений и оценки ошибок при допусковом контроле в машиностроительном производстве описана в действующих нормативных документах: ГОСТ 8.051-81 и РД 50-98-86.

Выбор средств измерений при допусковом контроле обеспечивается выполнением условия [11, 13]:

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

где Δ_{lim} – предельная погрешность средства измерений;

δ – допускаемая погрешность измерения.

Выполнение условия выбора средств измерений (1) применимо для машиностроения, но при дефектации оно должно быть ужесточено. Это связано со значительным расширением зоны рассеяния из-

ношенных размеров по отношению к допуску, и контроль при дефектации будет осуществляться не по краям зоны рассеяния размеров, а в ряде случаев – ближе к середине.

Двигатели ЯМЗ, применяемые в тракторах, комбайнах и сельскохозяйственных машинах, являются ремонтпригодными и проходят за срок службы по 4...5 ремонтов, при которых требуется полная разборка и восстановление ответственных деталей. Важнейшей деталью при дефектации является блок цилиндров, в котором контролируются коренные опоры.

Проведем оценку неправильно принятых и неправильно забракованных коренных опор при допусковом контроле во время дефектации при использовании различных нутромеров, а именно – типового НИ 100-160 с головкой ИЧ-10; нутромера индикаторного повышенной точности – НИ-ПТ с индикаторной головкой, имеющей цену деления 0,001 мм; НИ-ПТ с цифровой головкой с ценой деления 0,002 мм.

Результаты расчета количества неправильно принятых и неправильно забракованных опор при использовании нутромеров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета количества неправильно принятых и неправильно забракованных опор блока цилиндров ЯМЗ при ремонте

Показатели	Обозначение	Значения для нутромеров		
Нутромер		НИ 100-160	НИ-ПТ	НИЦ-ПТ
Цена средства измерений	K	7800 руб.	30500 руб.	28300 руб.
Контролируемый размер	-	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$
Зона рассеяния размеров	ω	56 мкм	56 мкм	56 мкм
Погрешность измерений	Δ_{lim}	± 10 мкм	± 5 мкм	± 6 мкм
Коэффициент точности измерений	$A_{мет}$	23 %	12 %	14 %
Количество неправильно забракованных опор	n	16 %	7,5 %	8,5 %
Количество неправильно принятых опор	m	9 %	4,8 %	5,6 %

Из таблицы 1 видно, что наиболее рациональным средством измерения является точный и дорогой нутрометр НИ-ПТ, оценим потери от погрешности измерений и сравним их со стоимостью средства контроля.

Неправильное забракование опоры, как слева, так и справа от границы поля допуска, приводит к замене блока цилиндров, предприятие

при таком решении контролера покупает новый блок взамен старого. Неправильное принятие опоры по наименьшему размеру может привести к выступанию вкладышей в постели при заданном усилии затяжки опоры динамометрическим ключом, что грозит неплотным прилеганием крышки к опоре и вероятным обрывом. Неправильное принятие опоры по наибольшему размеру может привести к проворачиванию вкладышей. Оба этих дефекта приводит к необходимости проведения внепланового ремонта двигателя с заменой блока цилиндров на новый.

Результаты расчета потерь при использовании трех видов нутромеров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета потерь при использовании различных нутромеров для контроля коренных опор блока цилиндров ЯМЗ

Показатели	Обозначение	Значения для нутромеров		
Нутромер	-	НИ 100-160	НИ-ПТ	НИЦ-ПТ
Цена средства измерений, руб.	K	7800	30500	28300
Контролируемый размер	-	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$	$\varnothing 116^{+0,021}$
Программа производства	N	1000		
Стоимость блока цилиндров, тыс. руб.	C	295		
Затраты на устранение последствий от принятия бракованного блока, тыс. руб.	$З_y$	97		
Потери от неправильно забракованных блоков, млн руб.	$\mathcal{E}_n$	9,44	4,42	5,02
Потери от неправильно принятых блоков, млн руб.	$\mathcal{E}_m$	2,18	1,16	1,36

Таким образом, в результате анализа использования нутромеров различной точности при дефектации коренных опор двигателей ЯМЗ установлено, что наиболее рационально использовать индикаторный нутромер НИ-ПТ160-0,001, применение которого позволит снизить потери от неправильного забракования в 2,13 раза и потери от неправильного принятия в 1,88 раза по сравнению с результатами использования классического нутромера НИ 160-0,01, который обычно используется на ремонтных предприятиях. Использование цифрового нутромера НИЦ-ПТ 160-0,002 не рационально из-за необходимости контроля размера с верхним отклонением 0,021 мм, здесь дискретность отсчета в два раза грубее разряда измеряемой величины и возможно

увеличение потерь. Данную методику можно применять при дефектации других деталей двигателя, например, при контроле внутреннего диаметра гильзы цилиндров, нижней головки шатуна и т.д.

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. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1 (52). – С. 128-129.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Леонов, О. А. Расчет посадок с натягом при комбинированном нагружении / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Вестник машиностроения. – 2021. – № 3. – С. 25-28. – DOI 10.36652/0042-2021-3-25-28.
10. 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. – DOI 10.36652/0042-4633-2023-102-2-96-101.
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, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 39-45.

13. 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.

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.

15. 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.

Об авторе:

Зимогорский Владислав Кириллович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», аспирант, zimogorskij@rgau-msha.ru.

About the author:

Vladislav K. Zimogorsky, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, postgraduate student, zimogorskij@rgau-msha.ru.

ВЫБОР ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЯ Д-245 ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР

В. Г. Золотухина, 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 показано, что для контроля коренных шеек коленчатых валов двигателей Д-245 при обработке под ремонтный размер на специализированном оборудовании рекомендовано использовать цифровой микрометр МКЦ-100-0,001 вместо микрометра гладкого МК-100-0,01, при этом будет повышена точность измерений и уменьшена вероятность возникновения экономических потерь от погрешности измерений.

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

SELECTION OF DIGITAL MEASURING INSTRUMENTS FOR QUALITY CONTROL OF THE CRANKSHAFT MACHINING OF THE D-245 ENGINE FOR REPAIR SIZE

V. G. Zolotukhina, K. Ya. Vergazova

Scientific advisor – O. A. Leonov

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

Abstract. The article shows that it is recommended to use a digital micrometer MKTS-100-0.001 instead of a smooth micrometer MK-100-0.01 to control the main necks of the crankshafts of D-245 engines when processing for repair size on specialized equipment, while increasing the accuracy of measurements and reducing the likelihood of economic losses from measurement errors.

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

В настоящее время, в связи с необходимостью импортозамещения, производству и ремонту отечественных и белорусских машин для АПК уделяется существенное внимание [1-3], проектируются и выпускаются новые агрегаты и сборочные единицы сельскохозяйственной техники 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 сельскохозяйственной технике, в том числе в тракторах и комбайнах. В России широко используется номенклатура тракторов МТЗ белорусского производства, на которых устанавливаются двигатели Д-243, Д-260, Д-242, Д-244 и Д-245. Высоконагруженной и ответственной деталью двигателя, подверженной износу, является коленчатый вал. Особое место при ремонте коленчатого вала занимает процесс дефектации, когда коренные и шатунные шейки измеряются с целью выявления будущего ремонтного размера [10, 11]. При ремонте двигателей Д-243, Д-260, Д-242, Д-244 и Д-245 коленчатые валы восстанавливаются под ремонтный размер путем шлифования шеек на специальных круглошлифовальных станках со смещением центра обработки.

Контролируемые параметры диаметров коренных и шатунных шеек коленчатого вала двигателей Д-245 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры контроля шеек коленчатого вала двигателей Д-245

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Коренная шейка	$75,25_{-0,101}^{-0,083}$	-	18	± 5
Шатунная шейка	$68,25_{-0,096}^{-0,077}$	-	19	± 5

Рассмотрим процесс контроля коренных шеек коленчатого вала двигателя Д-245 после обработки под ремонтный размер $75,25_{-0,101}^{-0,083}$ мм.

Для контроля коренной шатунной шейки коленчатого вала, имеющих допуск 18 мкм и допускаемую погрешность измерений ± 5 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) не рекомендует превышать границы допускаемой погрешности измерений. Но использование микрометров МК-100-0,01 и МК-50-0,01 с точностью отсчета 0,01 мм и диапазоном измерений 75...100 мм и 50...75 мм и предельной погрешностью $\Delta_{lim} = \pm 10$ мкм,

согласно условию (1) запрещено, так как идет превышение значения допускаемой погрешности измерений ± 5 мкм, что приведет к росту внутренних потерь 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 Д-245 во время ремонта.

Таблица 2 – Результаты расчета потерь от погрешности измерений при обработке коренных шеек двигателя Д-245 под ремонтный размер

Параметр	Средство измерений	
	МК100	МКЦ100
Контролируемый размер, D , мм	$75,25^{+0,083}_{-0,101}$	
Предельная погрешность СИ, Δ_{lim} , мкм	± 10	± 5
СКО погрешности измерения, $\sigma_{\text{мет}}$, мкм	5	2,5
Точность технологического процесса, $T/\sigma_{\text{тех}}$	4,3	4,3
Коэффициент точности измерения, $A_{\text{мет}}$, %	28	14
Количество неправильно принятых шеек, m , %	1,7	0,8
Количество неправильно забракованных шеек, n , %	11	5
Итого брака, %	12,7	5,8
Стоимость коленчатого вала, руб.	39000	
Затраты на устранение последствий от установки бракованного вала в двигатель, руб.	8000	
Программа ремонта двигателей	1000	
Экономия от сокращения неправильно забракованных валов, млн руб.	-	2,34
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых валов, тыс. руб.	-	72

После обработки шеек коленчатого вала применяется сплошной контроль, все шейки в результате контроля принимаются как годные, но из-за погрешности измерений микрометром МК-100 формируется брак 12,7 %, причем из него неправильно забракованных в виде годных, которые попали в брак 11 %. При обнаружении такого брака возникают потери в виде затрат на обработку данных шеек под следующий ремонтный размер, что увеличивает себестоимость ремонта. Применение цифрового микрометра МКЦ-100-0,001, который имеет погрешность измерений ± 5 мкм, происходит значительное снижение неправильно забракованных шеек (всего 5 %) и неправильно принятых шеек (всего 0,8 %), что приводит к экономии, указанной в таблице 2.

Следует иметь ввиду, что по данным сайта Челябинского инструментального завода, микрометр МКЦ-100 0,001 ЧИЗ стоит 29 091 руб., а микрометр МК-100 0,01 ЧИЗ – 4 967 руб. Как видно из расчетных данных, величины потерь существенно больше стоимости средств контроля, отсюда можно сделать вывод, что использование более точного средства контроля из числа универсальных средств измерений всегда рационально и эффективно.

Вывод

Для контроля коренных шеек коленчатых валов двигателей Д-245 при обработке под ремонтный размер на специализированном оборудовании рекомендовано использовать цифровой микрометр МКЦ-100-0,001 вместо микрометра гладкого МК-100-0,01, при этом будет повышена точность измерений и уменьшена вероятность возникновения брака и появления экономических потерь от 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. 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, 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. 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, 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. 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, 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. : ООО «ОнтоПринт», 2020. – 89 с.

Об авторах:

Золотухина Валентина Геннадьевна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», valentinaz35@mail.ru.

Вергазова Каталина Яновна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», uverg@mail.ru.

Научный руководитель – Леонов Олег Альбертович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», oaleonov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Valentina G. Zolotukhina, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, valentinaz35@mail.ru.

Catalina Ya. Vergazova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, uverg@mail.ru.

Scientific advisor – Oleg A. Leonov, D.Sc. (Engineering), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, oaleonov@rgau-msha.ru.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕВАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М. В. Квашнин, К. А. Кудрявкина

Научный руководитель – А. А. Манохина

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

Аннотация. В статье исследуются вопросы современного состояния отрасли хранения зерна и перспективы развития системы зерновых элеваторов в Российской Федерации. Объектами исследования являются зерновые элеваторы, предприятия отрасли хранения зерна. Цель исследования – изучить современное состояние элеваторной отрасли Российской Федерации и перспективы ее развития.

Ключевые слова: зерно, элеватор, хранение, сушка, логистика, умный элеватор.

ANALYSIS OF MODERN ELEVATOR EQUIPMENT

M. V. Kvashnin, K. A. Kudryavkina

Scientific advisor – A. A. Manokhina

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

Abstract. The article examines the current state of the grain storage industry and the prospects for the development of the grain elevator system in the Russian Federation. The objects of research are grain elevators, enterprises of the grain storage industry. The purpose of the research is to study the current state of the elevator industry in the Russian Federation and the prospects for its development.

Keywords: grain, elevator, storage, drying, logistics, smart elevator.

Введение

Активное развитие зерновой отрасли в Российской Федерации тесно связано с системой государственной поддержки производства зерна, объемы которого значительно выросли за последние 7 лет [1]. Несмотря на то, что Россия стала вторым мировым импортером зерновых культур отрасли хранения и переработки зерна уделяется мало внимания, и очень слабо развита система государственных преференций в этой сфере. Так как большинство зерновых элеваторов в стране были введены в эксплуатацию 30-40 лет назад, оборудование уже уста-

рело, а его модернизация проводится очень слабо. Неэффективная работа хлебоприемных предприятий и элеваторов тормозит развитие российского зернового рынка [2]. Интенсивный рост объемов производства зерновых и масличных культур за последние 5 лет вызывает острую необходимость ввода в действие новых современных мощностей по хранению зерна и технологической модернизации существующих объектов.

Цель исследования – изучить современное состояние элеваторной отрасли Российской Федерации и перспективы ее развития.

Объекты исследования: зерновые элеваторы, предприятия отрасли хранения зерна.

Развитие отрасли растениеводства подталкивает сельскохозяйственных товаропроизводителей наращивать мощности для хранения зерна. Способствует этому и состояние ценообразования на рынке зерна в последние годы. Хозяйства, не имеющие собственных мощностей по хранению, обращаются за данной услугой к элеваторам, соглашаясь на дополнительные затраты по подработке и сушке зерна и высокий процент списаний на подработку, естественную убыль и перемещение до зачетного веса. В настоящее время собственными емкостями по хранению зерна стараются обзавестись как крупные агрохолдинги, так и небольшие фермерские хозяйства, чтобы снизить свою зависимость от элеваторов и иметь возможность сохранить зерно до момента роста цен в условиях их рыночного колебания. По данным ID-Marketing, в первом полугодии 2022 года в России были введены в работу элеваторы с совокупным объемом единовременного хранения 154,9 тыс. т. [3].

В элеваторную промышленность Российской Федерации входят: элеваторы, хлебоприемные пункты, зернохранилища и портовые элеваторы (терминалы перевалки зерна) [3, 4]. Объемы элеваторного хранения в общем объеме российских мощностей по хранению составляют чуть более 31...32 %, остальное приходится на складские помещения [3].

Элеватор – сооружение для хранения большого количества зерна и доведения его до кондиционного состояния (рисунок 1) [5].

Зерно в элеваторах хранят в силосах, расположенных рядами [6, 7]. Все трудоемкие процессы в элеваторах – приемка зерна, его взвешивание, загрузка и выгрузка, внутреннее транспортирование, очистка, сортировка и т.п. рекомендуется полностью механизировать и автоматизировать [8].



Рисунок 1 – Внешний вид элеватора

Современный элеватор включает в себя комплекс сооружений, связанных общими производственными процессами, из которых основные – приемка, взвешивание, хранение, отпуск зерна, а дополнительные – очистка, сушка и сортировка зерна. Современные рабочие здания элеваторов строят железобетонными монолитными (выполненными в скользящей опалубке), железобетонными сборными и металлическими.

Эффективность элеватора оценивается по совокупности двух ключевых факторов: современные технологии и коммерческая оборачиваемость. Технологии должны обеспечить получение продукта с требуемыми показателями за минимальное количество повторяемых операций, а для обеспечения коммерческой эффективности необходимо иметь не менее 2,5...3 оборотов элеватора за сезон. Технологические процессы с зерном на современных элеваторах требуют затрат в 1,5...2 раза меньше, чем те же процессы на элеваторах старых конструкций. Кроме того, штат сотрудников тоже сокращается в 2...3 раза.

С ростом конкуренции повышаются требования к рентабельности производства, снижению потерь, сокращению доли ручного труда [9]. Эти задачи могут быть эффективно решены с помощью комплексной автоматизации технологических процессов элеватора, оптимизации логистических решений, повышения прозрачности учета, сбора и хранения данных с доступом из любой точки на карте. Для увеличения рентабельности объектов хранения и переработки зерна необходимо объединить все информационные процессы в единую систему управления.

Система автоматизации элеваторных комплексов «Умный элеватор» (рисунок 2), разработанная и выпускаемая под брендом «Грейн автоматизация», позволяет создать и объединить все подсистемы управления:

- учетную систему ERP предприятия («1С: Элеватор» или подобные).

- MES-систему, формирующую алгоритмы управления производственным процессом.

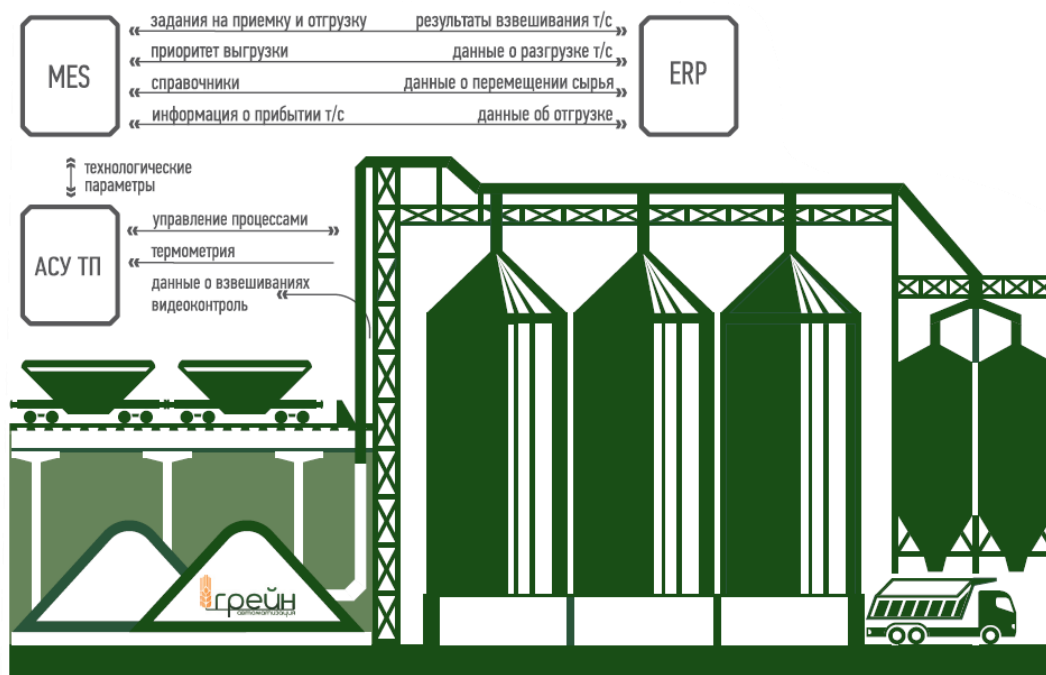


Рисунок 2 – Связи между элементами системы «Умный элеватор»

Системы автоматизации технологического процесса:

- термометрия растительного сырья;
- логистика;
- система контроля доступа;
- видеоконтроль;
- все процессы локальной автоматизации.
- система сбора данных с датчиков и сторонних систем на элеваторе [10, 11].

Реализованы следующие функции системы управления элеваторными комплексами:

- Планирование оптимального маршрута транспортировки в зависимости от вида и качества сырья как часть системы интеллектуальной автоматизации.
- Параллельная обработка процессов приемки, переработки и отгрузки зерна. В рамках многозадачности позволяет минимизировать простои оборудования.
- Приемка транспорта, изъятие пробы, оприходование сырья и иные процессы оформляются мгновенно, без участия человека, что исключает ошибки и разночтения.

- Контроль допуска транспортных средств и организация их передвижения по территории осуществляется в соответствии с логикой работы и заданными приоритетами автоматизированной системы диспетчеризации транспортных средств.

- Система осуществляет партионный учет, что позволяет определить количество и качество сырья в каждой емкости хранения, что улучшает прослеживаемость и баланс.

- Вся информация о производственных процессах, операциях и продукте протоколируется и доступна для дальнейшего анализа, повышая качество сбора и хранения данных.

- Системы автоматики, термометрия, пункты весового контроля и другие подсистемы объединяются с учетной системой верхнего уровня для создания единой среды управления путем всеобщей интеграции [10, 12].

Заключение

Проанализировав состояние современной отрасли зернохранения ясно, что при интенсивном развитии растениеводства и ежегодном увеличении урожайности, а также объемов производства зерновых культур возникают большие потребности в увеличении мощностей, механизации и автоматизации зернохранилищ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Янова, М. А. Значение качества зерна для мукомольных предприятий Красноярского края / М. А. Янова, Е. Н. Олейникова, Н. И. Пыжикова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1 (142). – С. 172-178.

2. Алтухов, А. И. Пространственная организация зернового производства в стране – основа его развития / А. И. Алтухов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 6. – С. 64-75.

3. Олейникова, Е. Н. Современное состояние отрасли хранения зерна и развитие системы зерновых элеваторов / Е. Н. Олейникова, М. А. Янова, Н. И. Пыжикова // Социально-экономический и гуманитарный журнал. – 2023. – № 1. – С. 40-49.

4. Земледельческая механика / А. И. Панов, Н. В. Алдошин, В. Е. Бердышев, А. А. Манохина. – Москва, 2020. – 91 с.

5. Послеуборочная обработка зерна и семян в условиях регионов повышенного увлажнения : монография / В. А. Смелик, М. А. Новиков, А. Н. Перекопский, Л. И. Ерошенко. – СПб, 2023. – 162 с.

6. Патент № 2118772 С1 Российская Федерация, МПК F26В 15/04. Карусельная сушилка для зерна : № 96112080/06 : заявл. 14.06.1996 : опубл. 10.09.1998 / В. А. Смелик, Л. В. Дианов ; заявитель Ярославская государственная сельскохозяйственная академия.

7. Патент № 2136137 С1 Российская Федерация, МПК А01F 25/08, В65D 88/70. Аэрожелоб : № 98105280/13 : заявл. 17.03.1998 : опубл. 10.09.1999 / Л. В. Дианов, В. А. Смелик, Н. Е. Новикова, А. С. Ширяев ; заявитель Ярославская государственная сельскохозяйственная академия.

8. Prospects and method of seed grain storage in a container with gas-regulating medium / N. V. Byshov, M. B. Latyshenok, V. A. Makarov, N. M. Latyshenok, A. V. Ivashkin, A. A. Manohina, O. A. Starovoytova // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «International Conference on World Technological Trends in Agribusiness». – 2021. – С. 012118.

9. Механизация уборки и хранения продукции растениеводства : учебно-методическое пособие / В. И. Башкирцев, К. Р. Гришко, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, В. И. Старовойтов, В. В. Зуев, Н. В. Воронов. – М. , 2018. – 78 с.

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. – Р. 20-25.

11. Обоснование конструктивно-технологической схемы раздатчика стельчатых кормов / М. С. Елисеев, Д. А. Рыбалкин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарева // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 6. – С. 91-93.

12. Кушнарев, Л. И. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36. – DOI 10.31044/1684-2561-2022-0-2-32-36.

Об авторах:

Квашнин Максим Витальевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», mak.kv600@gmail.com.

Кудрявкина Кристина Александровна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», kudryavkina2012@yandex.ru.

Научный руководитель – Манохина Александра Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», a.manokhina@rgau-msha.ru.

About the authors:

Maxim V. Kvashnin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mak.kv600@gmail.com.

Kristina A. Kudryavkina, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kudryavkina2012@yandex.ru.

Scientific advisor – Alexandra A. Manokhina, D.Sc. (Agricultural), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, a.manokhina@rgau-msha.ru.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

П. Г. Кожухов

Научный руководитель – С. С. Гусев

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

Аннотация. *Импортозамещение, как никогда очень актуально, как для потребителя, так и для тех, кто стремится завоевать российский рынок топливо-смазочных материалов, но обойти известные марки масел, в условиях рынка, до санкций европейских и западных стран было невозможно. В статье приведена аналитика наиболее популярных масел российского производства. Также отражены масла импортного производства, которые ушли с рынка РФ.*

Ключевые слова: *моторное масло, импортозамещение, качество, надёжность, автомобиль, двигатель.*

IMPORT SUBSTITUTION OF MOTOR OILS

P. G. Kozhukhov

Scientific advisor – S. S. Gusev

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

Abstract: *Import substitution is more relevant than ever, both for consumers and for those who seek to conquer the Russian fuel and lubricants market, but it was impossible to bypass well-known brands of oils in market conditions before the sanctions of European and Western countries. The article provides an analysis of the most popular Russian-made oils. Imported oils that have left the Russian market are also reflected.*

Keywords: *engine oil, import substitution, quality, reliability, car, engine.*

Введение

Импортозамещение стало одной из ключевых стратегий экономического развития многих стран, включая Российскую Федерацию, в условиях глобальных экономических изменений и санкционного давления. Одной из важных отраслей, где эта стратегия находит свое применение, является производство моторных масел. Моторные масла играют критическую роль в обеспечении надежной работы двигателей автомобилей и другой техники, и их качество напрямую влияет на эксплуатационные характеристики и долговечность транспортных средств.

Ситуация на рынке моторных масел в России в последние годы претерпела значительные изменения. В условиях ограниченного импорта и необходимости обеспечения национальной безопасности, отечественные производители получили уникальную возможность для развития и модернизации своих производств [1]. Импортозамещение в данной сфере не только способствует снижению зависимости от зарубежных поставок, но и стимулирует инновации, создание новых рабочих мест и развитие смежных отраслей.

Целью данной научной статьи является анализ текущего состояния рынка моторных масел в России, выявление основных проблем и перспектив импортозамещения в данной области. Будет рассмотрен опыт отечественных производителей, а также проведен сравнительный анализ качества как российских, так и зарубежных брендов. Особое внимание будет уделено законодательным инициативам и государственной поддержке, направленным на развитие производства моторных масел в стране.

Для бесперебойной работы механизмов двигателя требуется своевременная замена масла – это один из важнейших критериев долгой работы двигателя. Завод-изготовитель рекомендует менять масло через каждые 15 тысяч километров [2]. Но это далеко не так, из-за сурового климата, а также эксплуатации автомобиля в основном в городе, рекомендуется менять масло через каждые 7 тысяч километров. В турбированных двигателях масло следует менять через каждые 5 тысяч километров – это является следствием повышенной нагрузки и естественного угара масла при смазке механизмов турбины. Хорошее масло защищает двигатель от образования задиров в цилиндре, залегания поршневых колец, образования нагара на клапанах.

В связи с уходом с Российского рынка многих мировых брендов моторных масел, таких как Shell, Castrol, Mobil 1, Motul, Valvoline, автотехцентры и официальные дилеры столкнулись с проблемой их закупки для ТО [3, 4]. Масло, заказанное у сторонних поставщиков, часто не соответствовало требуемым допускам.

Тогда наши автолюбители, а также команда специалистов из команды журнала «За Рулем» при поддержке автозавода Lada и гоночного подразделения Lada Sport протестировали новое полностью синтетическое масло на основе натуральных газов Rosneft Magnum Racing 5w40 [5, 6], которое показало наилучшие результаты при экстремальных условиях на гоночной трассе Moscow Raceway. Масло не превы-

сило высоких температур, угара масла не было обнаружено, а собственные присадки из натуральных газов отлично справились с защитой двигателя от нагара. Конкурент – Shell Helix Ultra 5w40, проиграл: зольность в масле превышена, а при высоких температурах масло начинает гореть и оставлять отложения на деталях двигателя, что негативно сказывается на работе КШМ и ГРМ.

На отечественном рынке существует линейка российских моторных масел, таких как Лукойл, Gazprom, Sintec, Tatneft, которые по многим показателям превосходят западных конкурентов. Данные масла сейчас используют все СТО РФ, ведь оригинальные масла – это верный шаг к сохранению ресурса двигателя [7-10].

На рисунке 1 показано 15 основных брендов используемых моторных масел за 2024год в РФ.

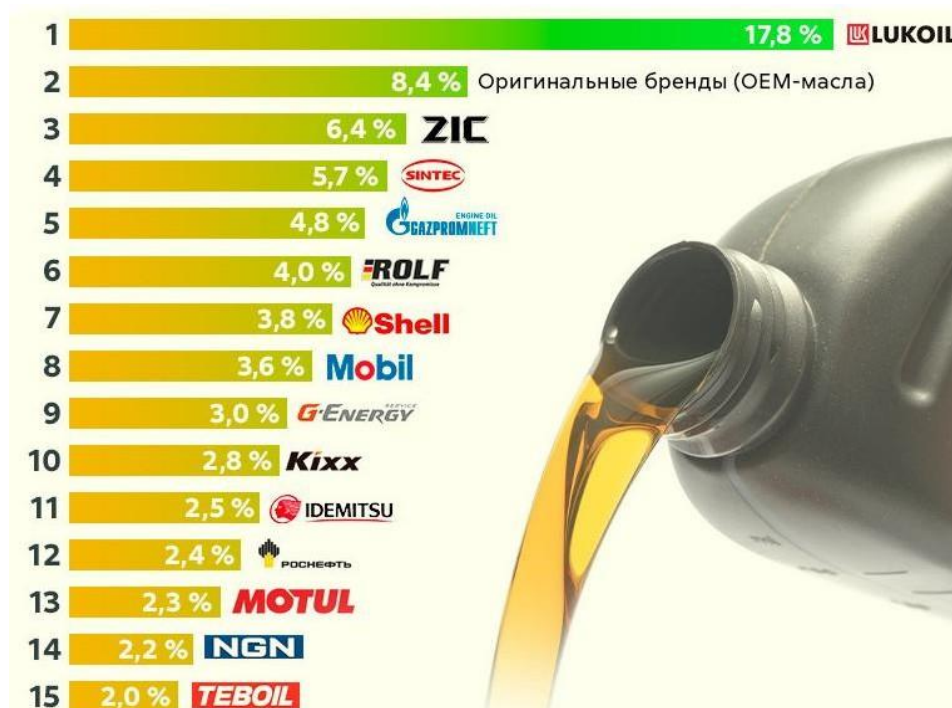


Рисунок 1 – Основные бренды используемых моторных масел за 2024 год в РФ

Заключение

В ходе проведенного исследования вопроса импортозамещения моторных масел в России было выявлено, что данная стратегия является не только актуальной, но и необходимой для обеспечения энергетической безопасности страны и устойчивого развития отечественной экономики. Анализ текущего состояния рынка моторных масел пока-

зал, что несмотря на значительное присутствие иностранных производителей, существует потенциал для развития региональных компаний, способных предложить конкурентоспособные продукты.

Импортозамещение моторных масел в России требует комплексного подхода, включающего в себя модернизацию производственных мощностей, внедрение инновационных технологий и повышение качества продукции. Важным аспектом является также развитие системы сертификации и стандартизации, что позволит повысить доверие потребителей к отечественным брендам.

Кроме того, необходимо активное сотрудничество между государственными органами, научными учреждениями и бизнесом для создания благоприятной среды для инвестиций в эту отрасль. Поддержка со стороны государства, включая налоговые льготы и субсидии, может значительно ускорить процесс перехода на отечественные продукты.

Таким образом, успешное импортозамещение моторных масел в России возможно при условии комплексного подхода и активного участия всех заинтересованных сторон. Это не только позволит снизить зависимость от импорта, но и создаст новые рабочие места, повысит уровень технологической независимости и укрепит позиции России на международной арене.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. 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.

3. 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» : дис. ... канд. техн. наук / Гусев Сергей Сергеевич. – Москва, 2006. – 174 с.

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 образователь-

ного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2015. – № 2. – С. 76.

5. 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.

6. Тойгамбаев, С. К. Разработка технологического процесса ремонта коленчатого вала двигателя ЗМЗ-511 / С. К. Тойгамбаев, М. А. Карапетян, С. С. Гусев // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2023. – № 3 (66). – С. 91-97.

7. 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.

8. 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.

9. Андреев, А. А. Использование полимерных фильтров для подготовки рабочей смеси в системе питания автомобиля / А. А. Андреев, С. С. Гусев, А. Ф. Сливов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 67. – С. 21-24.

10. Пуляев, Н. Н. Переработка отработанных автомобильных масел / Н. Н. Пуляев, В. Л. Пильщиков // Чтения академика В. Н. Болтинского : семинар : сборник статей, Москва, 22-24 января 2020 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2020. – С. 120-130.

11. Парлюк, Е. П. Методика расчета масляных радиаторов автотракторной техники / Е. П. Парлюк, А. В. Куриленко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2022. – Т. 16, № 2. – С. 37-42. – DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-37-42.

12. Менеджмент научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для сельскохозяйственного производства / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, А. В. Шарапова, А. В. Шарапова. – М. : МГУП, 2016. – 180 с.

Об авторах:

Кожухов Павел Григорьевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Гусев Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», gusev.s@rgau-msha.ru.

About the authors:

Pavel G. Kozhukhov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

Scientific advisor – Sergey S. Gusev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gusev.s@rgau-msha.ru.

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И. А. Корюков

Научный руководитель – Г. Н. Темасова

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

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы использования контрольных карт как инструмента для анализа производственных процессов на ремонтных предприятиях. В ней рассматриваются преимущества применения этого метода для мониторинга качества продукции и выявления отклонений от заданных параметров. Описаны различные типы контрольных карт, их особенности и способы интерпретации данных.

Ключевые слова: контрольная карта, среднее значение, медиана, среднее квадратичное отклонение, размах, число дефектных изделий, доля дефектных изделий, число дефектов.

CONTROL CARDS AS A TOOL FOR ANALYZING REPAIR PROCESSES

I. A. Koryukov

Scientific advisor – G. N. Temasova

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

Abstract. The article discusses the use of control cards as a tool for analyzing production processes at repair facilities. It discusses the advantages of using this method to monitor product quality and identify deviations from specified parameters. Various types of control maps, their features and ways of interpreting the data are described.

Keywords: control card, average, median, mean square deviation, range, number of defective products, proportion of defective products, number of defects.

Операции контроля качества при ремонте машин всегда являются актуальными [1-3], так как в процессе эксплуатации происходит износ и деформация поверхностей. Эффективным инструментом анализа процессов ремонтных предприятий являются контрольные карты. Контрольные карты позволяют визуализировать и отслеживать вариации в процессах, обеспечивая возможность своевременно выявлять от-

клонения от нормы. Система контрольных карт способствует глубокому анализу производственных данных, что в свою очередь ведет к более обоснованным решениям в процессе ремонта.

Существуют следующие виды контрольных карт [4-6]: средних арифметических значений; медиан; средних квадратичных отклонений; размахов; числа дефектных изделий; доли дефектных изделий; числа дефектов; числа дефектов на единицу продукции.

Контрольные карты являются важным инструментом в управлении качеством продукции. Они помогают отслеживать и контролировать процессы производства, позволяя оперативно реагировать на отклонения и принимать меры для улучшения продукции [7].

Контрольные карты – это инструмент статистического контроля качества, который позволяет отслеживать изменения в процессе и предсказывать его результаты. Они помогают выявить причины дефектов и отклонений, а также предотвратить их повторное появление.

Один из видов контрольных карт – это карта средних арифметических значений [8]. Она используется для мониторинга среднего значения некоторой характеристики продукции. На графике карты средних значений отображается среднее значение характеристики по каждой выборке. Если среднее значение отклоняется от установленного стандарта, это может указывать на проблемы в процессе производства.

Еще один вид контрольной карты – карта медиан. Она используется для отслеживания медианного значения характеристики продукции. Медиана является центральным значением выборки и может быть полезной для определения стабильности процесса производства.

Карта средних квадратичных отклонений [9] позволяет контролировать изменчивость характеристики продукции. Она отображает стандартное отклонение по каждой выборке. Если стандартное отклонение слишком большое, это может указывать на нестабильность процесса производства.

Карта размахов используется для контроля размаха значений характеристики продукции [10]. Размах – это разница между максимальным и минимальным значением в выборке. Если размах значений слишком большой, это может указывать на несоответствие стандартам качества.

Карты числа дефектных изделий и доли дефектных изделий [11] используются для контроля доли дефектных продуктов в выборке. Эти карты помогают выявить проблемы в процессе производства, связанные с долей дефектной продукции.

Карта числа дефектов используется для контроля числа дефектов в выборке. Она отображает количество дефектов по каждой выборке. Если количество дефектов превышает установленные стандарты, это может указывать на проблемы в процессе производства. Эта карта полезна для оценки эффективности процесса производства и выявления проблемных участков.

Все эти контрольные карты являются инструментами статистического контроля качества и позволяют компаниям более точно контролировать и улучшать свою продукцию. Они помогают выявлять отклонения от стандартов и принимать меры для устранения проблем в процессе производства. Первые четыре вида карт используются для контроля по количественному признаку, в то время как последние четыре – для контроля по альтернативному признаку.

Выбор конкретной контрольной карты зависит от нескольких факторов, таких как серийность процессов, точность измерений и вид показателей качества продукции. Контрольные карты применяются для измерения различных регулируемых показателей. Они также рекомендуются для использования при регулировании процессов производства, особенно в серийном и массовом производстве, а также на технологических процессах с высокой точностью измерений [12-14].

Использование контрольных карт помогает специалистам не только определить источники проблем, но и оптимизировать ресурсы, минимизируя затраты и время, необходимые для выполнения ремонтных работ. Кроме того, регулярный анализ данных на контрольных картах может привести к улучшению общей производительности предприятия и повышению его конкурентоспособности на рынке.

Применение контрольных карт в ремонтном производстве может повысить эффективность работы предприятия за счёт снижения количества брака и уменьшения времени на устранение неполадок. Кроме того, контрольные карты позволяют оптимизировать процессы ремонта и технического обслуживания оборудования, что приводит к снижению затрат на производство.

В результате, контрольные карты становятся не просто инструментом контроля, но и мощным инструментом управления, способствующим развитию культуры качества и постоянного совершенствования на ремонтных предприятиях. Таким образом, использование контрольных карт является важным инструментом для обеспечения качества продукции и услуг в ремонтном производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
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. – 95 с.
3. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1(52). – С. 128-129.
4. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – 2-е издание, исправленное. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2019. – 144 с.
5. Леонов, О. А. Статистические методы и инструменты контроля качества : учебное пособие для СПО / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2021. – 144 с.
6. Леонов, О. А. Технология контроля качества продукции / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева. – М. : РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 142 с.
7. Морозова, А. Е. Применение контрольных карт Шухарта для статистического контроля качества деталей / А. Е. Морозова, Н. С. Юраков, Т. Г. Юракова // Современные материалы, техника и технологии. – 2018. – № 6 (21). – С. 68-72.
8. Сариги, Н. В. Использование контрольных карт при определении качества продукции машиностроения / Н. В. Сариги // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27-28 февраля 2019 года / Том 3. – Курск: Курская ГСХА им. профессора И.И. Иванова, 2019. – С. 153-157.
9. Рязанский, В. П. Методика определения параметров контрольных карт / В. П. Рязанский, С. В. Юдин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 83-89. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-4-83-84.
10. Шпер, В. Л. Инструменты качества и не только! Часть 7. Контрольные карты Шухарта (продолжение) / В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2022. – № 2. – С. 48-54.
11. Грибанов, Г. А. Контроль качества с помощью контрольных карт по качественному признаку / Г. А. Грибанов, С. А. Баглаев // Наука, техника, промышленное производство: история, современное состояние, перспективы : материалы региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Владивосток, 13-28 декабря 2021 года. – Владивосток : Дальневосточный федеральный университет, 2022. – С. 141-143.
12. Контрольные карты Шухарта – простой, но не лёгкий для применения инструмент анализа данных / В. Л. Шпер, С. А. Шереметьева, В. Ю. Смелов, Е. И. Хунузиди // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2024. – Т. 67, № 1. – С. 121-131.

13. 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.

14. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : Учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

Об авторах:

Корюков Илья Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Темасова Галина Николаевна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, temasova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Ilya A. Koryukov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Galina N. Temasova, D.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, temasova@rgau-msha.ru.

СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПАО КАМАЗ

Я. Н. Ладжаилиа, М. А. Виолин, В. Л. Чумаков

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

Аннотация. ПАО «КАМАЗ» – один из крупнейших производителей грузовых автомобилей и двигателей в России и странах СНГ. С момента своего основания в 1969 году, завод стал флагманом российской автомобилестроительной отрасли, производя не только сами автомобили, но и широкий спектр комплектующих и двигателей. В последние годы особое внимание уделяется разработке современных двигателей, соответствующих требованиям экологических стандартов и характеристикам, необходимым для повышения конкурентоспособности на внутреннем и международном рынках.

Ключевые слова: КАМАЗ, инновации, автомобили, двигатели, сервис, техническое обслуживание, развитие, сотрудничество.

STATUS AND MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF DOMESTIC ENGINES OF PJSC KAMAZ

Ya. N. Ladzhailia, M. A. Violin, V. L. Chumakov

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

Abstract: PJSC «KAMAZ» is one of the largest manufacturers of trucks and engines in Russia and the CIS countries. Since its foundation in 1969, the plant has become the flagship of the Russian automotive industry, producing not only the cars themselves, but also a wide range of components and engines. In recent years, special attention has been paid to the development of modern engines that meet environmental standards and the characteristics necessary to improve competitiveness in the domestic and international markets.

Keywords: KAMAZ, innovations, cars, engines, service, maintenance, development, cooperation.

КАМАЗ, основанный в 1969 году, стал одним из крупнейших производителей грузовых автомобилей и двигателей в России и Восточной Европе. Завод расположен в Набережных Челнах, Татарстан, и занимает площадь около 1,5 миллиона квадратных метров. КАМАЗ производит не только грузовые автомобили, но также автобусы, спе-

циальные машины, двигатели и комплектующие. В 1976 году компания выиграла свой первый международный ралли «Дакар», что стало знаковым событием и повысило её репутацию на международной арене.

В настоящее время КАМАЗ активно занимается модернизацией своей линейки двигателей, стараясь соответствовать современным требованиям к эффективности, надежности и экологичности. Важным аспектом является переход на двигатели нового поколения, соответствующие стандартам Euro-5 и Euro-6, что в значительной степени сокращает выбросы вредных веществ и снижает негативное воздействие на окружающую среду. Это стало возможным благодаря применению новых технологий и разработке систем очистки отработанных газов, таких как селективная каталитическая нейтрализация (SCR) и системы рециркуляции отработавших газов (EGR). Современные двигатели будут производиться не только на главном заводе в Татарстане, но и на Ярославском моторном заводе ЯМЗ, и на Тутаевском моторном заводе ТМЗ.

В числе стратегических направлений развития компании стоит отметить создание двигателей с повышенной мощностью и большим крутящим моментом, что позволяет значительно увеличить функциональность и универсальность грузовых автомобилей. Разработка многофункциональных двигателей, которые можно использовать в различных условиях эксплуатации, позволяет завоевывать новые рынки сбыта.

Среди важных инициатив также можно выделить кооперацию с научно-исследовательскими институтами и вузами, это помогает внедрять современные научные разработки в процесс проектирования и производства двигателей. Такой подход способствует не только повышению качества, но и сокращению времени вывода новых моделей на рынок.

К тому же, не следует забывать о модернизации производственных мощностей. ПАО «КАМАЗ» вкладывается в обновление оборудования и внедрение цифровых технологий. Автоматизация производственных процессов позволяет значительно увеличить производительность и сократить время на выпуск новых моделей.

Однако, несмотря на достигнутые успехи, перед КАМАЗом стоят и вызовы. Необходимость времени на адаптацию к быстро меняющимся требованиям рынка и технологическим стандартам требует по-

стоянного инвестирования в исследования и разработки, а также гибкости в производственных процессах. Конкуренция на рынке тяжелых грузовиков становится все более острой, и компания должна активно реагировать на изменение потребительских предпочтений и трендов.

К концу 2010-х годов группа компаний «КАМАЗ» включает в себя более 80 организаций, расположенных в России, СНГ и дальнем зарубежье. ПАО «КАМАЗ» имеет сборочные предприятия во Вьетнаме, Казахстане, Пакистане, Индии. Сборка производится полностью из комплектующих изделий, поставляемых с «КАМАЗа». Реализуются программы локализации производства деталей и узлов из состава сборочных машинокомплектов в странах дислокации сборочных предприятий. Первое сборочное предприятие «КАМАЗа» было открыто на Кубе в начале 1980-х. В последние годы неоднократно озвучивались намерения возобновить камазовское производство на Кубе.

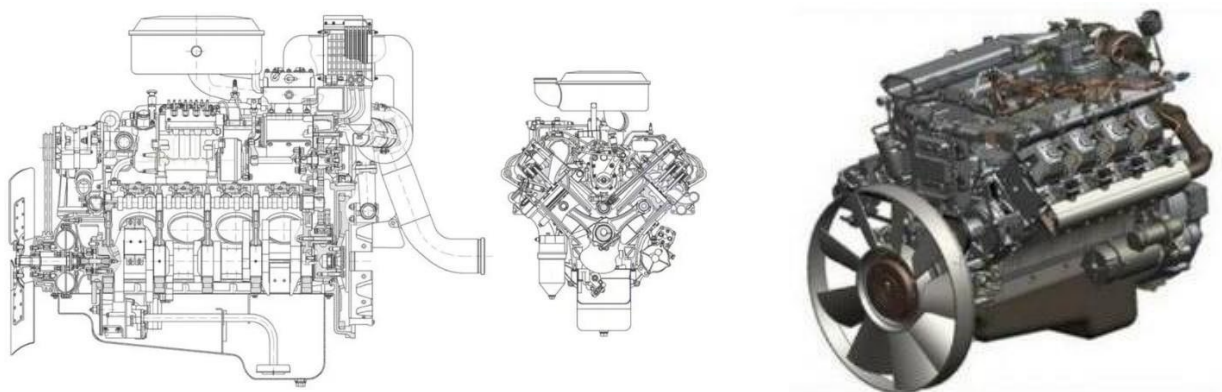


Рисунок 1 – Двигатели КАМАЗ 740

Таблица 1 – Технические характеристики двигателей КАМАЗ 740

Модель	740.70-280	740.71-320	740.72-360	740.73-400	740.74-420	740.75-440
Расположение и число цилиндров	V-8					
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	120x130					
Рабочий объем, л	11,76					
Степень сжатия	16,8					
Максимальная полезная мощность по Правилам ЕЭК ООН № 85-00, номинальная мощность нетто по ГОСТ 14846-81, л.с., не менее	280	320	360	400	420	440

Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	1900					
Максимальный полезный крутящий момент по Правилам ЕЭК ООН № 85-00, максимальный крутящий момент нетто по ГОСТ 14846-81, кгс*м, не менее	1177	1373	1570	1766	1864	2060
Частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальному крутящему моменту, мин ⁻¹	1300+50					
Минимальный удельный расход топлива, г/(л.с.*ч)	194,5					
Расход масла на угар на режиме номинальной мощности, в % от расхода топлива, не более	0,06					
Масса не заправленного смазкой двигателя в комплектности поставки, кг	870					
Габаритные размеры						
длина x ширина x высота, мм	1260x930x1045					

Двигатели серии КАМАЗ 740 – это мощные и надежные дизельные двигатели, которые стали основой для многих моделей грузовых автомобилей и специализированной техники, производимых Камским автомобильным заводом. Разработка этих двигателей началась в 1970-х годах, и с тех пор они зарекомендовали себя как одни из самых популярных и востребованных силовых агрегатов на постсоветском пространстве.

Преимущества:

1. Надежность: двигатели КАМАЗ 740 известны своей долговечностью и устойчивостью к тяжелым условиям эксплуатации. Они способны работать в экстремальных температурных режимах и при высоких нагрузках.

2. Экономичность: современные модификации двигателей обеспечивают хорошую топливную экономичность, что особенно важно для коммерческого транспорта.

3. Обслуживаемость: простота конструкции и доступность запчастей делают обслуживание двигателей достаточно удобным и недорогим.

4. Универсальность: двигатели КАМАЗ 740 применяются не только в грузовых автомобилях, но и в автобусах, специализированной технике, а также в некоторых моделях тракторов.

Существуют несколько модификаций двигателей КАМАЗ 740, каждая из которых предназначена для определенных условий эксплуатации.

Двигатели КАМАЗ 740 продолжают оставаться важной частью модельного ряда КАМАЗа и находят широкое применение в различных отраслях. Их сочетание надежности, мощности и экономичности делает их идеальным выбором для перевозок и строительных работ. С развитием технологий и внедрением новых решений, двигатели этой серии продолжают эволюционировать, соответствуя современным требованиям рынка.

Двигатели серии КАМАЗ 910 представляют собой важный этап в развитии дизельных силовых агрегатов, производимых Камским автомобильным заводом. Эти двигатели были разработаны для удовлетворения потребностей современного грузового транспорта и специальной техники, обеспечивая высокую мощность, надежность и экономичность.

Двигатели КАМАЗ 910 – это рядные шестицилиндровые дизели с водяным охлаждением, которые обладают следующими ключевыми характеристиками:

Преимущества

1. Высокая мощность и производительность: двигатели КАМАЗ 910 обеспечивают отличную производительность даже при высоких нагрузках, что делает их идеальными для использования в условиях тяжелых перевозок.

2. Надежность и долговечность: конструкция двигателей рассчитана на длительный срок службы, что позволяет им эффективно работать в различных климатических и эксплуатационных условиях.

3. Экономичность: благодаря современным технологиям управления сгоранием, двигатели этой серии демонстрируют хорошую топливную экономичность, что снижает эксплуатационные расходы.

4. Совместимость с современными стандартами: двигатели КАМАЗ 910 соответствуют современным экологическим нормам, что позволяет использовать их в странах с жесткими требованиями к выбросам.

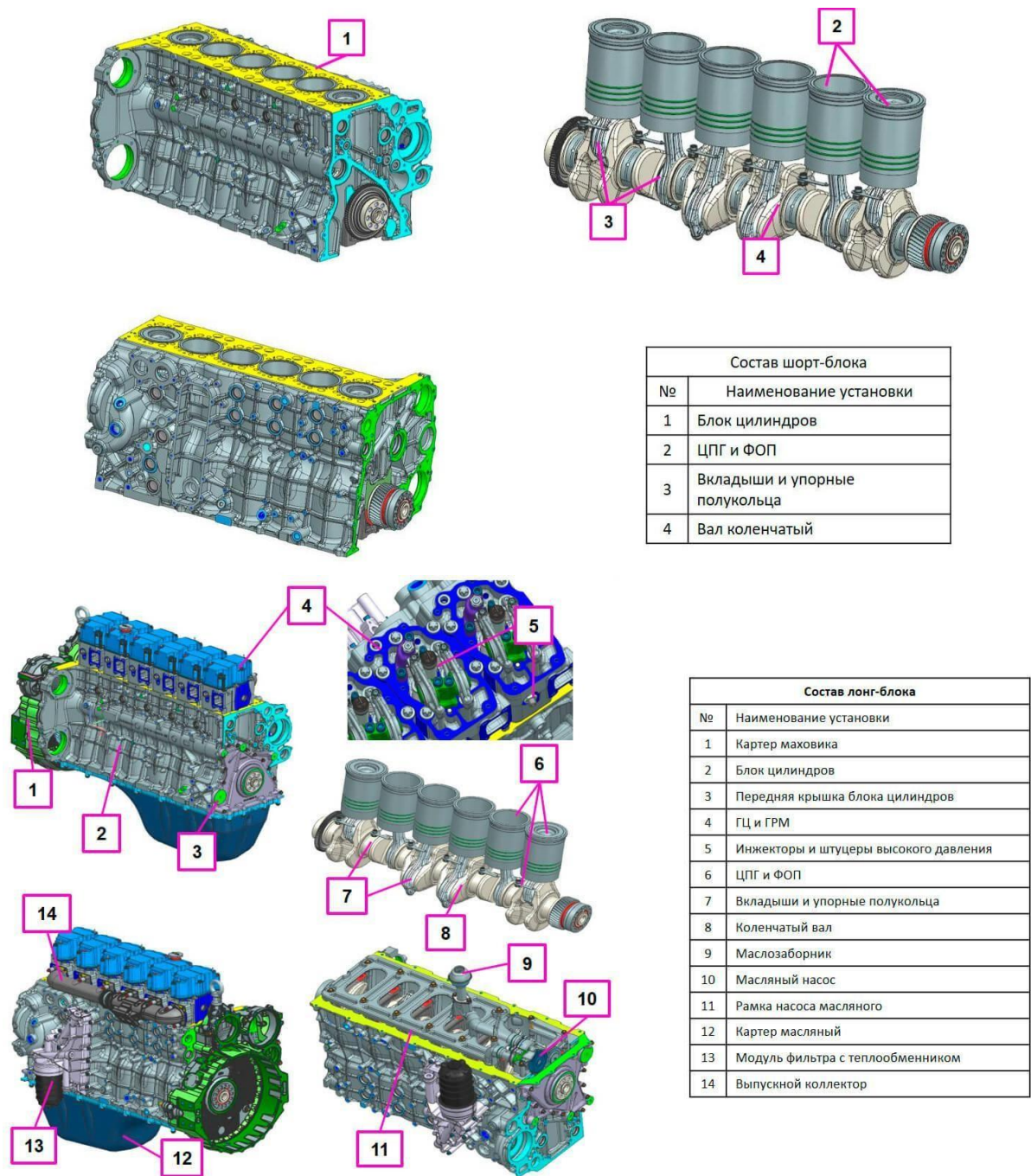


Рисунок 2 – Двигатели КАМАЗ 910

Серия КАМАЗ 910 включает несколько модификаций, каждая из которых адаптирована под специфические условия эксплуатации:

- КАМАЗ 910.10 – базовая версия с мощностью 300 л.с., предназначенная для стандартных грузовых автомобилей;
- КАМАЗ 910.11 – улучшенная версия с увеличенной мощностью и повышенной надежностью;
- КАМАЗ 910.12 – модификация с максимальной мощностью до 400 л.с., используемая в специализированной технике и тяжелых грузовика.

Двигатели КАМАЗ 910 являются перспективной частью модельного ряда КАМАЗа и находят широкое применение в различных отраслях, включая грузоперевозки, строительство и сельское хозяйство. Их сочетание высокой мощности, надежности и экономичности делает их отличным выбором для современных транспортных решений. С развитием технологий и внедрением новых инновационных решений, двигатели этой серии продолжают эволюционировать, соответствуя требованиям рынка и потребителей.

Заключение

Анализ состояния и основных направлений развития отечественных двигателей ПАО КАМАЗ показывает, что компания находится на важном этапе своего становления и модернизации. ПАО КАМАЗ активно работает над улучшением характеристик своих двигателей, внедряя современные технологии и инновационные решения, что позволяет повысить их эффективность и экологичность. К примеру, КАМАЗ заявляет, что к 2030 году, будет сконструирован двигатель с показателем КПД 55 %. На данный момент рекорд среди дизельных двигателей внутреннего сгорания составляет 53,09 %.

Основные направления развития включают переход к более экологически чистым технологиям. Это соответствует мировым трендам и требованиям к снижению выбросов вредных веществ. Кроме того, компания фокусируется на повышении надежности и долговечности своих двигателей, что является ключевым фактором для клиентов.

Таким образом, ПАО КАМАЗ уверенно движется к созданию современных, высококачественных двигателей, которые отвечают требованиям времени. Успешная реализация намеченных стратегий позволит не только сохранить лидерство в отечественном автопроме, но и внести значительный вклад в развитие российской экономики в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Унификация расчетов производительности транспортных и транспортно-технологических средств / Н. А. Майстренко, В. П. Уваров, А. Г. Левшин [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 637-658. – DOI 10.15507/2658-4123.030.202004.637-658.
2. Официальный сайт ПАО «КАМАЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kamaz.ru/?ysclid=m8vblawkp9617343001> (дата обращения 15.02.2025 г.).
3. Чепурина, Е. Л. Основы методики проектирования систем технического сервиса / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Севостьянова // Технический сервис машин. – 2019. – № 3(136). – С. 73-80.
4. 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.
5. 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. Арженковский, Д. О. Мальцев [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО АЧГАА.
6. Дидманидзе, О. Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2-7.
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. Дидманидзе, О. Н. Пути развития транспортных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов. – М. : ООО «Триада», 2006. – 64 с.

Об авторах:

Ладжаилиа Яссин Насерович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Виолин Михаил Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Чумаков Валерий Леонидович, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», valery.chumakov@gmail.com.

About the authors:

Yassin N. Ladzhailia, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Mikhail A. Violin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Valery L. Chumakov, Cand.Sc. (Engineering), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, valery.chumakov@gmail.com.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА В МАССОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И СИСТЕМА РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ЯМЗ

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 показано, что с точки зрения эффективности массового производства, заводу изготовителю гораздо дешевле выпускать один поршень и поршневые кольца вместо четырех под ремонтные размеры и не содержать склады под данный вид продукции, при этом завод изготовитель увеличивает массовость производства, снижает себестоимость, а потребитель и ремонтные предприятия получают гарантированно качественный продукт в виде ремонткомплектов по меньшей цене.

Ключевые слова: двигатель, гильза цилиндров, ремонтный размер, массовое производство, обеспечение качества.

QUALITY ASSURANCE IN MASS PRODUCTION AND THE SYSTEM OF REPAIR DIMENSIONS OF YAMZ CYLINDER LINERS

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 article shows that from the point of view of mass production efficiency, it is much cheaper for a manufacturer to produce one piston and piston rings instead of four for repair sizes and not to maintain warehouses for this type of product, while the manufacturer increases mass production, reduces cost, and consumers and repair companies receive a guaranteed high-quality product in the form of repair kits. for a lower price.

Keywords: engine, cylinder liner, repair size, mass production, quality assurance.

Прорывом в двигателестроении в 1958 году стало создание дизельного двигателя ЯМЗ-236. Простой в конструкции, в тоже время с высокими показателями надежности, при достаточно небольшой мощ-

ности с очень большим крутящим моментом, что является важным параметром для тяжелой техники. На то время двигатель ЯМЗ стал лучшим дизельным двигателем по техническим характеристикам, не только в СССР, но и в мире.

Данный двигатель выпускается и по сей день, инженеры поработали над его конструкцией и ЯМЗ имеет различные модификации. Дизельные двигатели ЯМЗ считаются самыми надежными, что является их главной особенностью. Огромная номенклатура выпускаемых двигателей не смотрится устаревшей на фоне западных новинок, что позволяет уверенно чувствовать себя на мировом рынке.

На рисунке 1 представлена применяемость двигателей ЯМЗ с позиции анализа машин для сельского хозяйства.



Рисунок 1 – Применение дизелей ЯМЗ

В СССР было создано высокоразвитое машиностроение, но оно не занималось сферой ремонта и обслуживания выпущенных машин. В отрасли поддержания сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии ведущую роль занимал ГОСНИТИ. Основная деятельность ГОСНИТИ заключалась в разработке теоретических и практических знаний, которые были направлены на развитие методов технического обслуживания, эксплуатации, диагностирования техники, работающей в сельском хозяйстве, её промышленного ремонта. Главная цель – это обеспечение надежности и безотказности при эксплуатации машин и эффективности их применения в сельском хозяйстве.

Была создана система промышленного ремонта автомобильной и сельскохозяйственной техники, в состав которой входили промышленные и ремонтные предприятия, комплексы, заводы, мастерские, автопередвижные диагностические мастерские и лаборатории. Трудоемкость работ в этой сфере была в 4 раза больше, чем в машиностроении.

С распадом СССР в 1990 году ситуация резко меняется. Агропромышленный комплекс России начал очень быстро нищать. По результатам мониторинга деятельности ремонтных предприятий в РФ, проведенного ГОСНИТИ в 2008 году, вырисовалась плачевная картина – практически разрушена ремонтно-обслуживающая база советской системы «Сельхозтехника».

Низкорентабельными, а чаще убыточными, показывают себя выполненные работы по техническому обслуживанию и ремонту (ТО и Р) на машиностроительных и ремонтных предприятиях.

Старая система ремонтных размеров стала невыгодной для новых экономических условий. Развал советской системы «Сельхозтехника» привел к отсутствию планирования капитального ремонта сельскохозяйственных машин, значительному уменьшению объема ремонта и затариванию на складах поршней и колец ремонтного размера. Это заставило машиностроительные предприятия перейти на один ремонтный размер для двигателя ЯМЗ, это был размер 130,7 мм.

А в 2014 году для этих же двигателей вышли новые технические условия на капитальный ремонт от самого завода изготовителя (а не от ГОСНИТИ), где для соединения «поршень-гильза цилиндров» вообще не используются ремонтные размеры (рисунок 2).

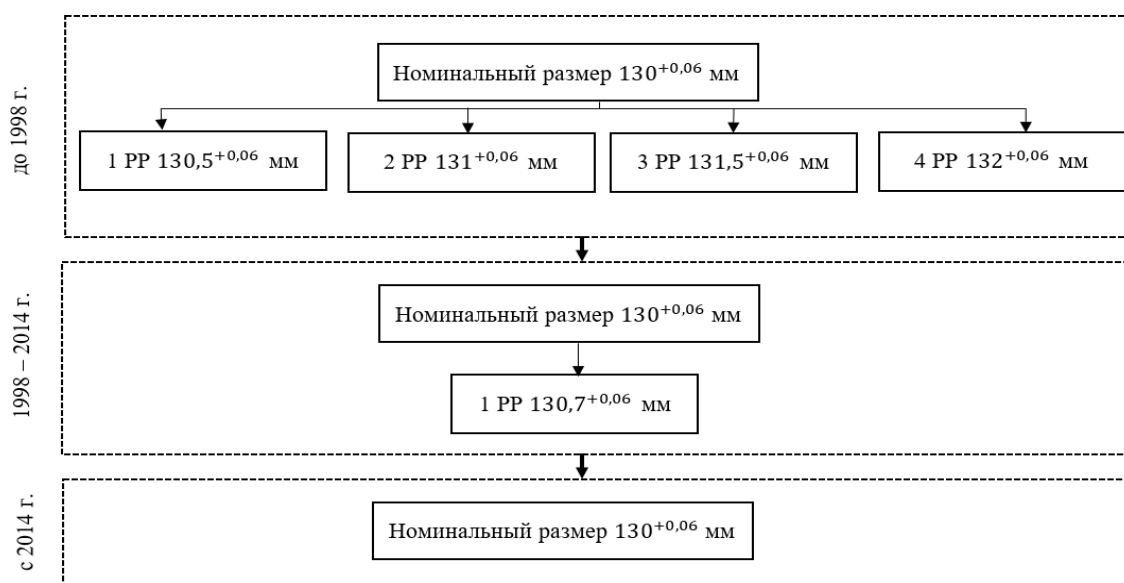


Рисунок 2 – Исторические особенности применения ремонтных размеров гильз цилиндров двигателей ЯМЗ

Завод-изготовитель предлагает приобретать ремонтные комплекты «поршень-гильза цилиндров» за достаточно низкую цену и гарантирует качество деталей. А вопросы, связанные с качеством ремонта отечественной техники для сельского хозяйства, всегда остаются актуальными из-за ее низкой надежности [1-4]. В настоящее время в соединениях двигателей и механизмов сельскохозяйственной техники стали использоваться посадки высокой точности [5-11], в связи с этим ужесточаются и требования к метрологическому обеспечению производства [12-15]. В ремонтном производстве достаточно сложно обеспечить восстановление высокоточных деталей, для этого необходимо иметь соответствующее оборудование и приборную базу, что приведет к удорожанию ремонта. А дефектация деталей перед ремонтом так же требует затрат и достаточно трудоемка [16].

С другой стороны, с точки зрения эффективности массового производства, заводу изготовителю гораздо дешевле выпускать один поршень (и поршневые кольца) вместо четырех и не содержать склады под данный вид продукции.

От данного мероприятия выигрывают все. Завод изготовитель увеличивает массовость производства и получает больше прибыли, а потребитель и ремонтные предприятия получают гарантированно качественный продукт по меньшей цене.

Но это не означает, что не надо заниматься вопросами восстановления деталей до номинального размера в ремонтном производстве. В ряде случаев восстановление будет единственным возможным вариантом решения производственной задачи, особенно в условиях импортозамещения.

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. 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.
4. 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.

5. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1(52). – С. 128-129.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Леонов, О. А. Расчет посадок с натягом при комбинированном нагружении / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Вестник машиностроения. – 2021. – № 3. – С. 25-28.
11. 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.
12. Леонов, О. А. Нормирование погрешности косвенных измерений при приемо-сдаточных испытаниях двигателей / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба // Измерительная техника. – 2022. – № 8. – С. 23-27.
13. 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.
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.
15. 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.
16. 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.

Об авторах:

Лазарь Вера Владимировна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», vera_lazar69@mail.ru.

Зимогорский Владислав Кириллович, ассистент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», zimogorskij@rgau-msha.ru.

Леонов Дмитрий Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», oaleonov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vera V. Lazar, senior lecturer, Moscow Aviation Institute (National Research University), vera_lazar69@mail.ru.

Vladislav K. Zimogorsky, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, zimogorskij@rgau-msha.ru.

Dmitry O. Leonov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, oaleonov@rgau-msha.ru.

КОНТРОЛЬ ПОЛУКОЛЬЦА УПОРНОГО ПОДШИПНИКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ ЦИФРОВЫМИ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ

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 рассмотрены параметры дефектации полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ и для контроля толщины полукольца рекомендовано использовать скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой.*

***Ключевые слова:** измерения, контроль, погрешность средства измерений, полукольцо упорного подшипника коленчатого вала, неправильно принятые изделия, неправильно забракованные изделия.*

MONITORING OF THE THRUST BEARING HALF-RING OF THE YAMZ ENGINE CRANKSHAFT BY DIGITAL MEASURING INSTRUMENTS

V. O. Leonov

Scientific advisor – Yu. G. Vergazova

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

***Abstract.** The article considers the defect parameters of the thrust bearing half-ring of the crankshaft of YaMZ engines and recommends using the SI-25TSG indicator bracket with a digital head to control the thickness of the half-ring.*

***Keywords:** measurements, control, error of the measuring instrument, half-ring thrust bearing of the crankshaft, incorrectly accepted products, incorrectly rejected products.*

Прогресс технологического развития машиностроительного производства приводит к значительному повышению точности обработки [1, 2], уменьшаются допуски размеров, снижаются возможные отклонения формы и расположения поверхностей, формируются новые высокоточные посадки, как с зазорами [3-5], так и с натягами [6, 7], что требует применения средств измерений с меньшей погрешностью [8, 9], сниженной трудоемкостью и эргономичностью контроля [10, 11].

Двигатели ЯМЗ получили 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.

Важной деталью, подверженной износу, является полукольцо упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ. При дефектации полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ двигателей внутреннего сгорания контролируются следующие элементы, рисунок 1:

- износ полукольца по ширине;
- деформации на боковых поверхностях полукольца;
- задиры и царапины на боковых поверхностях полукольца.

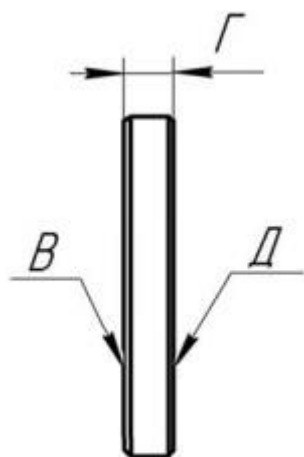


Рисунок 1 – Контролируемые дефекты полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ в процессе ремонта:

Г – толщина полукольца; *В*, *Д* – опорные поверхности полукольца

Дефектация деталей в процессе ремонта является важнейшей операцией, где выявляются детали, не годные для дальнейшего использования [12].

В таблице 1 представлены контролируемые параметры при дефектации полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателей ЯМЗ 238 (7511.1005183).

**Таблица 1 – Параметры дефектации полукольца упорного подшипника
коленчатого вала двигателей ЯМЗ**

Контролируемый параметр	Размер с отклонениями	Размер, допустимый без ремонта, мм	Допуск размера, мкм	Допускаемая погрешность измерений, мкм
Износ полукольца по толщине (размер Г)	$7,5_{-0,045}^{-0,013}$	-	32	± 8
Деформация опорных поверхностей полукольца (В, Д)	0,02	0,03	20...30	± 7

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.

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 толщины полукольца упорного подшипника коленчатого вала, имеющего допуск 23 мкм и допускаемую погрешность измерений ± 8 мкм, необходимо выбрать средство измерений, удовлетворяющее условию [13]:

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

где Δ_{lim} – предельная погрешность средства измерений;

δ – допускаемая погрешность измерения.

Использование микрометра МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм, диапазоном измерений 0...25 мм и предельной погрешностью при работе в руках $\Delta_{\text{lim}} = \pm 10$ мкм, согласно условию (1), не позволяет применять его для контроля толщины полукольца упорного подшипника

коленчатого вала двигателя ЯМЗ, также дискретность оценки микрометром 0,01 мм не сопоставима с требуемой точностью контроля размера в виде отклонений – 0,013 мм и – 0,045 мм. Но микрометр МК-25 повсеместно применяют на ремонтных предприятиях из-за дешевизны и простоты эксплуатации. Из-за этого могут возникать как внутренние потери [14, 15], так и внешние.

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 износа полукольца упорного подшипника коленчатого вала по толщине двигателей ЯМЗ во время ремонта.

Таблица 2 – Результаты расчета экономии от замены микрометра МК-25 на скобу индикаторную СИ-25ЦГ при контроле толщины полукольца упорного подшипника коленчатого вала двигателя ЯМЗ

Показатели	Обозначение	Средство измерений	
		МК-25-0,01	СИ-25ЦГ-0,001
Контролируемый размер	d	$7,5_{-0,045}^{-0,013}$	$7,5_{-0,045}^{-0,013}$
Допуск размера	T	32 мкм	32 мкм
Коэффициент точности технологического процесса	$T/\sigma_{\text{тех}}$	3	3
Погрешность измерений	Δ_{lim}	±10 мкм	±3 мкм
Цена средства измерений	K	13 000 руб.	32 000 руб.
Коэффициент точности измерений	$A_{\text{мет}}$	16 %	5 %
Количество неправильно принятых полуколец упорного подшипника коленчатого вала	m	3,8 %	1,5 %
Количество неправильно забракованных полуколец упорного подшипника коленчатого вала	n	8,9 %	2,1 %
Стоимость полукольца упорного подшипника коленчатого вала	C	230 руб.	230 руб.
Затраты на устранение последствий от установки бракованного полукольца в двигатель	$З_y$	9 600 руб.	9 600 руб.
Программа контроля полуколец	N	5000 шт.	5000 шт.
Экономия от уменьшения неправильно забракованных полуколец	$\mathcal{E}_n$	-	78 200 руб.
Экономия от уменьшения количества неправильно принятых полуколец	$\mathcal{E}_m$	-	1 104 000 руб.

Программа ремонта двигателей на специализированном ремонтном предприятии – 5 000 шт. в год, соответственно программа контроля полукольца упорного подшипника коленчатого вала равна 5 000 шт.

Как видно из данных таблицы 2, при замене МК-25 с точностью отсчета 0,01 мм и предельной погрешностью измерений $\Delta_{\text{lim}} = \pm 10$ мкм, на скобу индикаторную СИ-25ЦГ с цифровой головкой с точностью отсчета 0,001 мм, возникает экономия от сокращения неправильно забракованных полуколец в размере 78 тыс. руб. и экономия от уменьшения количества неправильно принятых полуколец 1,104 млн руб. при программе контроля 5 000 полуколец 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».

Научный руководитель – Вергазова Юлия Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», vergazova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vasily O. Leonov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Yulia G. Vergazova, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, vergazova@rgau-msha.ru.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

Д. О. Леонов

Научный руководитель – Н. Ж. Шкаруба

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

Аннотация. *Исследованы вопросы метрологического обеспечения процесса обкатки дизелей ЯМЗ, рассмотрены различные виды обкатки дизелей при проведении стендовых испытаний, выделены основные контролируемые параметры, определены допускаемые погрешности их измерений.*

Ключевые слова: *дизель, испытания, обкатка, качество, погрешность, метрологическое обеспечение.*

BASIC METHODS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE POWER CONTROL DURING TESTING

D. O. Leonov

Scientific advisor – N. Zh. Shkaruba

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

Abstract: *The issues of metrological support for the YAMZ diesel engine run-in process are investigated, various types of diesel run-in during bench tests are considered, the main controlled parameters are highlighted, and the permissible measurement errors are determined.*

Keywords: *diesel, testing, running-in, quality, error, metrological support.*

Введение

Современные подходы к качеству ремонта отечественных машин предполагают применение различных инструментов и методов контроля и управления качеством на предприятии [1-3]. При непрерывном прогрессе в области станкостроения и точности станков в новых узлах и сборочных единицах отечественной сельхозтехники, стали использоваться соединения, где допуски на размеры деталей исчисляются в единицах, в крайнем случае – в десятых долях микрометров, причем это стало возможно, как для соединений с зазорами [4, 5], так и для соединений с натягами [6, 7]. В свою очередь, такие шаги в производ-

стве требуют использования высокоточных средств измерений, испытаний и контроля [8-10]. Иначе при ремонте новой техники будут возникать внутренние и внешние потери [11, 12], в том числе из-за наличия погрешностей измерений, которые в ряде случаев могут превышать и само значение допуска контролируемого изделия.

Для повышения конкурентоспособности и грамотного управления на ремонтных предприятиях совершенствуются элементы производства и формируется система контроля качества, предполагающая обоснованный выбор оптимального метрологического обеспечения.

Метрологическое обеспечение представляет собой совокупность мер и действий, направленных на достижение требуемой точности измерений контролируемых параметров, для установления соответствия заданным критериям при выполнении работ, с целью обеспечения определенного уровня качества.

В настоящее время, на ремонтных предприятиях большое внимание уделяется менеджменту измерений, в частности обеспечению качества контроля, назначению средств измерений для повышения точности контроля и уменьшения потерь от брака и несоответствий [13, 14]. Управление измерительными процессами и качество контроля во многом зависят от постановки и решения задач по обработке большого объема статистической информации.

Некоторые основные методы контроля мощности двигателя внутреннего сгорания при испытаниях:

1. Инерционный замер. Автомобиль разгоняется на динамометрическом стенде, затем водитель выжимает сцепление, и движение колёс замедляется до полной остановки без использования тормозов. Мощность и момент определяются как функции ускорения автомобиля на роликах и его торможения.

2. Замер в режиме динамической нагрузки. Процедура проводится так же, как и в инерционном режиме, но электромагнитный тормоз симулирует большую нагрузку.

3. Замер под нагрузкой при постоянных оборотах. Суть метода заключается в уравнивании силы тяги автомобиля с помощью электромагнитного тормоза и вычислении мощности двигателя на основе данных с тензометра (датчика силы).

4. Бестормозной метод. С помощью измерительного прибора фиксируется усилие, передаваемое на раму транспортного средства через опоры в процессе разгона двигателя. Эффективная мощность определяется по среднему значению усилия.

5. Тормозной метод. В этом методе двигатель полностью загружается силовой установкой (тормозом) до номинального режима нагрузки.

6. По расходу топлива, когда измеряется расход за определённый период времени, а затем, на основе известной зависимости теплотворной способности топлива, рассчитывается мощность. Этот метод может быть менее точным, чем торможение, но он проще в реализации.

7. С помощью датчиков давления и температуры, которые устанавливаются в цилиндрах двигателя и регистрируют параметры рабочего процесса, в результате обработки данных определяется мощность двигателя.

Наиболее точным из вышеперечисленных является тормозной метод. Рассмотрим стенд КИ-5543, оснащенный балансирной асинхронной машиной с фазовым ротором типа АКБ.

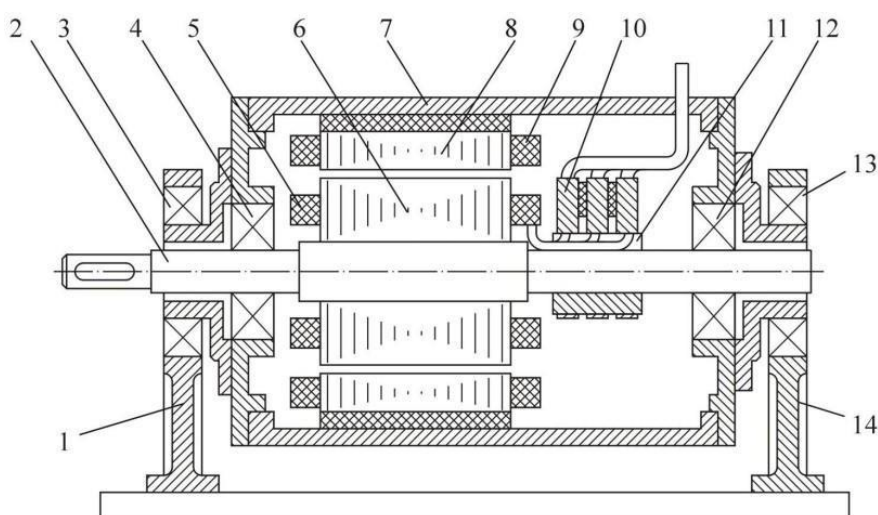


Рисунок 1 – Электрическая балансирная машина переменного тока

- 1, 14 – опорные стойки; 2 – вал ротора; 3, 13 – подшипники статора;
4, 12 – подшипники ротора; 5 – обмотка ротора; 6 – сердечник статора;
7 – корпус статора; 8 – сердечник ротора; 9 – обмотка статора;
10 – щеточный механизм; 11 – узел контактных колец

Балансирная электрическая машина, изображённая на рисунке 1, посредством двух опорных цапф подвешена на опорных стойках 1, 14, что позволяет корпусу машины 7 поворачиваться на некоторый угол в обе стороны. Эта машина в отличие от асинхронного электродвигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора имеет узел контактных колец 11 на валу ротора 2 и щеточный механизм 10, что позволяет присоединять омическое сопротивление к обмотке ротора 5. Работа асинхронной

электрической машины показана на рисунке 2, в виде зависимости изменения момента от частоты вращения ротора. Кривая 1 – естественная характеристика. Кривые 2 и 3 – искусственные характеристики. Из графиков видно, что при синхронной частоте вращения крутящий момент на валу машины равен нулю.

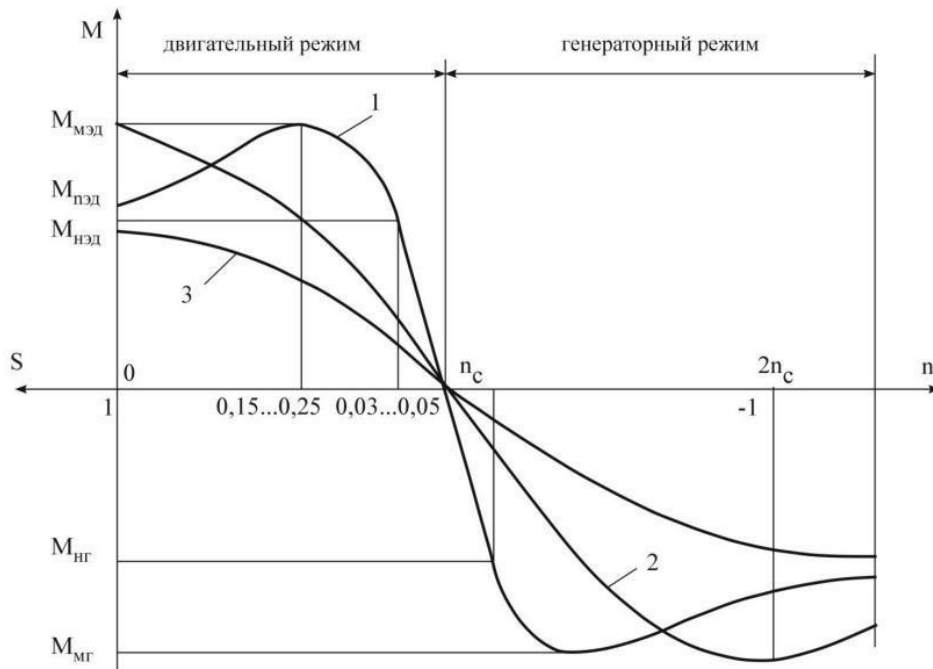


Рисунок 2 – Механическая характеристика асинхронной машины

Частота вращения вала машины, работающей как электродвигатель, меньше синхронной частоты и характеризуется коэффициентом скольжения S по формуле:

$$S = \frac{n_c - n}{n_c} = 1 - \frac{n}{n_c}, \quad (1)$$

где n – фактическая частота вращения.

При $S = 1$ ротор электродвигателя не вращается. Различают три значения крутящего момента при работе машины в качестве электродвигателя: номинальный, максимальный и пусковой.

Таким образом, испытания ДВС под нагрузкой возможно проводить только когда электрическая балансирная машина работает в генераторном режиме при частоте вращения коленчатого вала выше синхронной. Холодная обкатка и прокрутка коленчатого вала ДВС выполняется на частотах, меньших синхронной частоты. При работе в генераторном режиме электрическая машина превращает механическую работу, совершаемую ДВС, в электрическую энергию, до 75 % которой поступает в сеть.

Контроль параметров, фиксируемых при испытании ДВС, должен проводиться с заданной точностью, что обеспечивается нормированием допускаемой погрешности средств измерений, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Контролируемые величины и средства измерений

Наименование величины	Единица измерения	Средство измерения	Погрешность измерения
Крутящий момент	Н · м	Динамометрические устройства	±0,5 %
Частота вращения коленчатого вала	мин ⁻¹	Тахометры ГОСТ 21339-82	±0,5 %
Расход топлива	кг/ч (г/с)	Расходомеры электронные КИ-13967, АИР-50	±0,5...1,5 %
Атмосферное давление	кПа	Барометр-анероид метеорологический	±1,0 %
Давление наддува	МПа	Манометры ГОСТ 8.302-78	±0,5 %
Давление масла в главной магистрали	МПа	Манометры ГОСТ 8.302-78	±0,2 %
Температура охлаждающей жидкости на выходе из дизеля	°С	Термопары с электронными потенциометрами ГОСТ 6617-74	±3 °С
Температура масла в поддоне или на выходе из дизеля	°С	Термопары с электронными потенциометрами	±3 °С
Давление картерных газов	кПа	Манометры ГОСТ 8.302-78	±0,1
Температура окружающего воздуха	°С	Термометры ртутные	±1 °С
Температура отработавших газов в выпускном коллекторе	°С	Термопары с электронными потенциометрами	±10 °С
Относительная влажность воздуха	%	Психрометры аспирационные	±3,0 %
Продолжительность работы дизеля	с	Секундомер 2Б-3 ГОСТ 5072	±1,0 %

Реальные средства измерений должны иметь погрешность меньше допускаемой, которая, в свою очередь, регламентируется стандартами на испытания ДВС. Особо следует отметить требуемую точность измерений крутящего момента и частоты вращения коленчатого

вала, которая должна составлять всего $\pm 0,5$ % от контролируемой величины, что достаточно сложно обеспечить. Далее, погрешность измерения мощности, как результата косвенного измерения, формируется из этих двух величин. Для расчета погрешности мощности необходимо решить дифференциальное уравнение, где в качестве аргументов будут выступать как измеренные величины крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала, так и их погрешности. Величину допускаемой погрешности измерения мощности необходимо определить для каждого испытуемого двигателя.

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. 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. Нормирование допускаемой погрешности измерения массы при контроле деталей шатунно-поршневой группы / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Вестник машиностроения. – 2021. – № 9. – С. 40-44.
10. 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.

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. Леонов, О. А. Использование диаграммы Парето при расчете внешних потерь от брака / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГБОУ ВО МГАУ. – 2004. – № 5 (10). – С. 81-82.

13. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1 (52). – С. 128-129.

14. 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.

Об авторах:

Леонов Дмитрий Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Шкаруба Нина Жоровна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», shkaruba@rgau-msha.ru.

About the authors:

Dmitriy O. Leonov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Nina Zh. Shkaruba, D.Sc. (Engineering), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, shkaruba@rgau-msha.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. А. Лосева, Д. А. Недорезов

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 транспорт, существующие методы его выбора, взаимодействие транспортных потоков в сельскохозяйственном производстве с различными видами транспорта.*

***Ключевые слова:** виды транспорта, перевозка, груз, потребитель.*

THE USE OF VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

A. A. Loseva, D. A. Nedorezov

Scientific advisor – A. V. Evgrafov

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

***Abstract.** This article examines transport and the existing methods of its selection. The interaction of traffic flows in agricultural production and with various modes of transport.*

***Keywords:** modes of transport, transportation, cargo, consumer.*

Транспортные перевозки в сельском хозяйстве – это системы и методы, используемые для перемещения сельскохозяйственной продукции с производственных площадок на рынки. Они играют важнейшую роль в обеспечении продовольственной безопасности и экономической стабильности. На выбор вида транспорта – автомобильного, железнодорожного, водного или воздушного – влияют различные факторы, в том числе тип продукции, расстояние до рынка и срочность доставки. Эффективные транспортные системы необходимы для связи сельских производителей с городскими потребителями, что влияет как на свежесть продукции, так и на рентабельность сельскохозяйственных операций. В Соединённых Штатах, например, примерно 70 % сельскохозяйственных грузов перевозится автомобильным транспортом, что отражает значимость этого вида транспорта в цепочке поставок сельскохозяйственной продукции [1].

У каждого вида транспорта есть свои преимущества и недостатки. Автомобильный транспорт популярен благодаря своей гибкости и способности обеспечивать доставку «от двери до двери», особенно для скоропортящихся товаров в то время, как железнодорожный транспорт предпочтителен для массовых перевозок на большие расстояния из-за его экономичности [3-4].

Водный транспорт – экономичный вариант для перевозки больших объёмов, особенно при экспорте, хотя он требует больше времени и зависит от портовой инфраструктуры, а воздушный транспорт, хотя и является самым быстрым, в основном используется для перевозки дорогостоящих и срочных грузов из-за высокой стоимости [1-3].

Выбор вида транспорта дополнительно осложняется соображениями, связанными со стоимостью, доступностью инфраструктуры, воздействием на окружающую среду и характеристиками продукции. Рост транспортных расходов может повлиять на общую стоимость сельскохозяйственной продукции [7, 8].

Последние инновации в сфере сельскохозяйственного транспорта, в том числе технологические достижения и экологичные методы, меняют сельскохозяйственную логистику. От логистики на основе данных до электромобилей – эти разработки направлены на повышение эффективности при минимизации воздействий на окружающую среду.

Однако проблемы остаются, особенно в сфере развития инфраструктуры и решения проблемы затрат, связанных с транспортировкой. Понимание специфики сельскохозяйственных перевозок необходимо для оптимизации цепочек поставок и обеспечения устойчивости сельскохозяйственных практик.

На выбор вида транспорта влияют различные факторы, в том числе тип продукции, расстояние и срочность доставки. Основными видами транспорта, используемыми в сельском хозяйстве, являются автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный транспорт, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки [9-12].

Автомобильный транспорт является наиболее распространённым способом перевозки сельскохозяйственной продукции, особенно на короткие и средние расстояния. Он особенно подходит для скоропортящихся товаров, таких как фрукты и овощи, благодаря своей гибкости и эффективности при доставке, кроме того, единственным способом транспортировать продукцию непосредственно с полей. При исполь-

зовании автомобилей повышенной проходимости и тракторно-транспортных агрегатов реализовывать перевозки в условиях распутицы и бездорожья.

Для перевозки сельскохозяйственной продукции используются различные типы прицепов, в том числе рефрижераторы (рефрижераторы-фургоны), платформы и фургоны. Рефрижераторы поддерживают заданную температуру для скоропортящихся продуктов, а платформы идеально подходят для крупногабаритного или тяжёлого климатического оборудования.

На выбор способа транспортировки сельскохозяйственной продукции влияет несколько ключевых факторов, которые определяют как эффективность, так и рентабельность перевозки товаров на переработку или рынки сбыта.

Транспортные расходы играют важнейшую роль в обеспечении связи между формированием цен и развитием сельского хозяйства. Эффективные транспортные системы жизненно важны для сельскохозяйственного маркетинга, поскольку они напрямую влияют на цены сельскохозяйственной продукции.

Существующая транспортная инфраструктура также определяет возможности, доступные сельскохозяйственным производителям. Отсутствие надлежащих транспортных услуг может ограничивать доступ как к переработке, так и к более крупным рынкам, особенно в случае скоропортящихся товаров, которые нельзя хранить в течение длительного времени.

Географическое расстояние между пунктами производства и потребления – ещё один важный фактор. Более длинные маршруты для автомобилей малой грузоподъемности обычно приводят к более высоким затратам и увеличению количества пройденных километров, что связано с более серьёзным воздействием на окружающую среду и увеличению расхода топлива во время транспортировки в расчете на одну тонну груза.

Сезонная доступность продуктов также влияет на выбор способа транспортировки, поскольку урожай, который можно собрать только в определённые периоды, может нуждаться в быстрой транспортировке, чтобы предотвратить порчу и максимизировать прибыль на рынке.

Транспортные расходы существенно влияют на каждый этап сельскохозяйственного процесса, от закупки семян и удобрений до доставки готовой продукции на рынок.

Высокие транспортные расходы могут увеличить общую стоимость сельскохозяйственных продуктов, что приведёт к росту цен для потребителей и потенциально снизит рентабельность сельскохозяйственных операций. Фермеры могут реагировать на это давление, выбирая более дешёвые или менее эффективные ресурсы, что может негативно сказаться на урожайности и качестве продукции.

Несмотря на эти достижения, сектор сельскохозяйственного транспорта сталкивается с рядом проблем, включая недостаточную инфраструктуру, высокие транспортные расходы и риск порчи продукции во время транспортировки.

Для решения этих проблем требуются инвестиции в развитие инфраструктуры, государственная поддержка и постоянное внедрение инновационных логистических решений. Используя новые технологии и устойчивые методы, сельскохозяйственный транспортный сектор может повысить свою эффективность и способствовать общему росту сельскохозяйственной экономики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Транспорт в агропромышленном комплексе / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – Москва, 2024.
2. Егоров, Р. Н. Основы транспортных технологий и систем на транспорте / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких. – М. : ООО «Автограф», 2021. – 220 с.
3. Егоров, Р. Н. Логистика в грузовых автомобильных перевозках / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : ООО «Автограф», 2021. – 127 с.
4. Механизация растениеводства (термины и определения) : учебное пособие / Н. В. Алдошин, М. А. Мехедов, В. И. Пляка, И. Н. Гаспарян. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 260 с.
5. Пляка В.И. и др. Ploughing quality and energy consumption depending on plough bodies type / Y. P. Lobachevsky, I. V. Liskin, A. I. Panov, N. V. Aldoshin, V. I. Plyaka, N. A. Lylin // IOP Conf.Series : Materials Science and Engineering. – 2021. – 1030. – 012154.
6. Патент на полезную модель № 209650 U1 Российская Федерация, МПК А01В 29/04. Почвообрабатывающий каток : № 2021134659 : заявл. 26.11.2021 : опубл. 17.03.2022 / В. И. Пляка, С. М. Каткова, М. А. Мехедов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».
7. Дидманидзе, О. Н. Пути развития транспортных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов. – М. : ООО «Триада», 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.

8. 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.

9. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев, А. Г. Гамидов. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 68 с.

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. 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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

12. Богданов, В. С. Перевозка нефтепродуктов автомобильным транспортом в условиях АПК / В. С. Богданов, Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких. – М. : ООО «Автограф», 2017. – 260 с.

Об авторах:

Лосева Анастасия Александровна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Недорецов Данил Алексеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Евграфов Алексей Владимирович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», a.v.evgrafov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Anastasia A. Loseva, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Danil A. Nedorezov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Alexey V. Evgrafov, D.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, a.v.evgrafov@rgau-msha.ru.

ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ КОМБАЙНОВ И НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАУЧНЫХ ЦЕЛЯХ

А. Е. Малько, Н. В. Перевозчикова

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

Аннотация. В статье обсуждается возможность улучшения качества семенного материала посредством предварительного отбора при уборке первого полевого поколения посредством модернизации комбайнов. Испытания введенной модернизации проведены на ОП «Аксеново» на примере однорядкового комбайна ККУ-1.

Ключевые слова: посевной материал, навесное оборудование, модернизация.

POSSIBILITIES OF UPGRADING COMBINE HARVESTERS AND ATTACHMENTS FOR SCIENTIFIC USE

A. E. Malko, N. V. Perevozchikova

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

Abstract. The article discusses the possibility of improving the quality of seed material through pre-selection during harvesting of the first field generation through the modernization of combine harvesters. The tests of the introduced modernization were carried out at the Aksenovо plant using the example of the KКУ-1 single-row combine.

Keywords: seed material, attachments, modernization.

Сохранение посевного материала крайне важная задача в современной сельскохозяйственной области. Рассмотрим вопрос увеличения качества продукции с инженерной точки зрения.

Цель данной работы ставит перед собой несколько задач: упрощение процессов транспортировки, переборки, хранения материала для повышения качества продукции.

В настоящее время во время сбора урожая даже при использовании дополнительных мер просеивания вместе с семенами в общем потоке попадают камни, пораженный и маточный семенной материал. Существует ряд комбайнов с предварительно установленными платформами, которые используются для бункеров. Использование данного пространства на комбайнах с целью установки рабочих мест или

сортировочного оборудования с дополнительным питанием, для предварительной сортировки и отбора материала с последующим отбором в биг-бэг (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример проведения уборочных работ

При уборке материала предлагается использовать навесное оборудование крюкового типа «Гусек» для удобной транспортировки сельскохозяйственных сумок типа биг-бэг. Прототип данного оборудования прошел испытания во время проведения уборочных работ в ОП «Аксеново» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Проведение испытаний в ходе сбора семенного материала

Данные нововведения повысят качество продукта, способы манипулирования им, а также сократят время на общую сортировку и транспортировку продукции. Предлагаемые работы для модернизации: варка регулируемой стойки к несущей конструкции (рисунок 3) под биг-бэг, установка креплений под посадочные места для увеличения

комфорта на рабочих местах или сортировочного оборудования, питаемого от двигателя сельскохозяйственной машины (по выбору производителя).

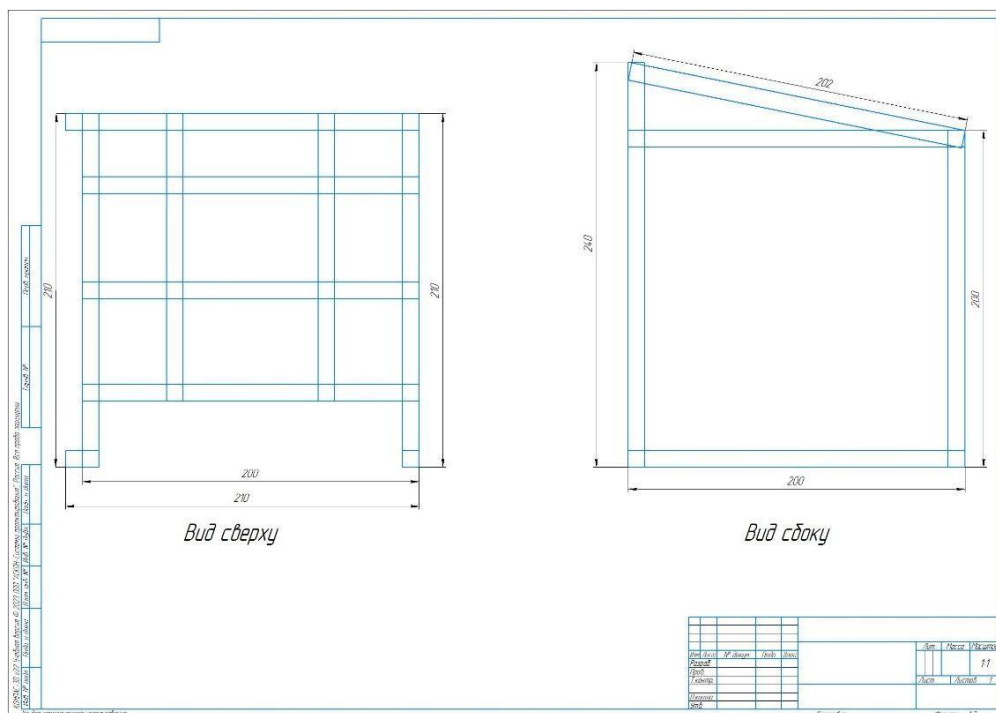


Рисунок 3 – Предварительный чертеж регулируемой стойки

План реализации состоит в отборе производителей семенного картофеля средних и малых объемов и реализации модернизированного оборудования.

Финансовая перспектива заключается в производстве модификации на кун тракторный с установлением крепления под «Гусек», стойки на несущую конструкцию комбайна и креплений под посадочные места. Предлагаемое улучшение имеет малые финансовые затраты, их просто эксплуатировать и есть возможность демонтажа с помощью креплений.

Простота производства: конструкция для производства всех модификаций простая и не требует высокой квалификации при производстве. Для производства требуется сварочное оборудование, материал, заводской чертеж, слесарь, сборщик.

Простота эксплуатации: эксплуатация крайне проста, а при соблюдении всех требований безопасности при эксплуатации риск травматизма минимален. Для эксплуатации необходимо два тракториста и три помощника (в случае автоматического сортировочного оборудования достаточно одного помощника для контроля состояния оборудования).

Расход топлива: расход топлива уменьшается в отличие от использования варианта с бункером, так как при данном способе топливо расходуется на двух машинах постоянно с полной синхронизацией оборудования и скоростей движения, а при предлагаемом способе вторая машина тратит топливо только при перевозке прицепа, использовании куна без синхронной работы.

Присутствует возможность автоматизации производства при постановке данных модификаций с помощью заводских мощностей.

Полевые испытания показали: прототип, изготовленный из стали Ст3 может выдержать вес до 1200 кг. Этот показатель можно увеличить при использовании другого метода сборки конструкции или использовании сплавов.

В результате проведения полевых работ доказано, что предлагаемое переоборудование имеет все возможности для использования при уборке картофеля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – М. : КолосС, 2004 – 624 с. – ISBN 5-9532-0029-3.
2. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, А. С. Зубченко, Ю. В. Каширский и др. – М. : 2014. – 1216 с.
3. Овчинников, В. В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов / В. В. Овчинников. – М. : Издательский центр «Академия», 2016. – 240 с.
4. Устройство тракторов / В. М. Шарипов, К. И. Городецкий, А. П. Маринкин и др. – М. : МГТУ «МАМИ», 2007. – 320 с.
5. Обоснование конструктивно-технологической схемы раздатчика стельчатых кормов / М. С. Елисеев, Д. А. Рыбалкин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарева // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 6. – С. 91-93.
6. Пуляев, Н. Н. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения / Н. Н. Пуляев, А. Р. Зарикеев // Наука без границ. – 2020. – № 5(45). – С. 112-116.
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. 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.
9. Столяров, Д. М. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками / Д. М. Столяров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев // Наука без границ. – 2019. – № 6(34). – С. 56-59.

10. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

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:

Малько Алексей Евгеньевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», malko_aleksey@mail.ru.

Перевозчикова Наталия Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», n.perevozchikokova@rgau-msha.ru.

About the authors:

Aleksey E. Malko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, malko_aleksey@mail.ru.

Natalya V. Perevozchikova, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, n.perevozchikokova@rgau-msha.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСИСТЕНТНОЙ СМАЗКИ С НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫМ ГРАФИТОМ

Е. А. Музалев¹

Научный руководитель – А. М. Пикина²

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе исследуется применение наномодифицированных наполнителей для смазочных композиций на примере эпиламированного графита. Результаты показали, что эпиламированный графит в среде индустриального масла И-20А значительно снижает скорость изнашивания по сравнению с неэпиламированным графитом и чистым маслом. Смазочная композиция на основе эпиламированного графита обладает высокой трибоэффективностью.

Ключевые слова: износ, защитные материалы, наномодифицированный графит, пара трения.

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF NANOMODIFIED GRAPHITE GREASE

E. A. Muzalev^a

Scientific advisor – A. M. Pikina^b

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

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

Abstract. The paper investigates the use of nanomodified fillers for lubricating compositions on the example of epilamed graphite. The results showed that epilamed graphite in an industrial oil and 20A environment significantly reduces the wear rate compared to non-epilamed graphite and pure oil. The lubricant composition based on epilamed graphite has a high triboefficiency.

Keywords: wear, protective materials, nanomodified graphite, friction pair.

Целью получения наномодифицированных наполнителей для смазочных композиций является придание гидрофобности пористым материалам, используемым в качестве наполнителей при производстве смазочных материалов, и повышение их антифрикционных свойств.

Указанная задача решается тем, что пористый материал содержит порошкообразную измельченную основу и импрегнат, причем в качестве импрегната используют эпилам (раствор ПФКК в органическом растворителе).

Испытательное оборудование – стандартная машина трения типа Амслер – «МИ» модернизированная с целью повышения точности и достоверности, и уменьшения сроков проведения экспериментов. Снабжена системами создания, поддержания и измерения температур, нормальных сил, линейных скоростей скольжения, моментов сил трения, скоростей изнашивания и т.д. Основные исследуемые параметры – трение и износ регистрируется с помощью двухканального самописца уровня модели «2309» фирмы «Брюль и Кьер».

Схема трения – «колодка-ролик» с постоянными величинами коэффициентов взаимного перекрытия ($K_{вз}$) и площади соприкосновения независимо от износа – важный фактор достоверности получаемых экспериментальных результатов.

Подготовка исследуемых материалов к испытаниям состояла в создании смазочных композиций на основе масла индустриального И-20А ГОСТ 20799-88 с изм. 1-4 ISO 6743, в которое из расчета 20 % об. добавлялся объект испытаний.

Экспериментальные исследования, проведенные в испытательном узле трения «ролик-колодка» из материалов «сталь-сталь», при описанных выше параметрах испытаний, позволили сделать следующие выводы:

1. Эпиламированный графит в среде И-20А с самого начала испытаний снижает скорость изнашивания по сравнению с неэпиламированным графитом в той же среде почти в 2 раза, и более чем в 3,5 раза по сравнению с чистым И-20А. В дальнейшем, исследуемая смазочная композиция позволяет монотонно снижать $V_{изн}$ до нулевого значения, после чего скорость изнашивания начинает монотонно расти. Тем не менее в течение всего эксперимента рост $V_{изн}$ достиг значений, которые более чем в 4 раза меньше лучшего показателя для графита в И-20А и соответственно более, чем в 8 раз меньше лучшего показателя для И-20А.

2. Сопротивление относительному перемещению ($M_{тр}$ и $f_{тр}$) и температуры в среде исследуемой смазочной композиции также существенно ниже, чем в средах И-20А + графит и И-20А.

3. Смазочная композиция на основе эпиламинированного графита обладает высокой трибоэффективностью и, что особенно важно, указанная трибоэффективность проявляется сразу, без переходного периода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. Кононенко, А. С. Адгезионная прочность герметиков и наноконпозиций на их основе / А. С. Кононенко, С. М. Гайдар // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2011. – № 6. – С. 38-42.

3. Гайдар, С. М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении / С. М. Гайдар, А. Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10 (67). – С. 12-16.

4. Effect of quenching and tempering on structure and mechanical properties of a low-alloy 0.25C steel / E. Tkachev, S. Borisov, A. Belyakov [et al.] // Materials Science and Engineering: A. – 2023. – Vol. 868. – P. 144757. – DOI 10.1016/j.msea.2023.144757.

5. Methodology and results of comparative atmospheric tests of experimental conservation composition / A. E. Shlykov, E. B. Mironov, S. M. Gaidar [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00258.

6. Impact of operational factors on environmental safety of internal combustion engines / S. Gaidar, M. Karelina, A. Laguzin, H. D. Quang // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21-24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 136-144. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.017.

7. Tempering Behavior of Novel Low-Alloy High-Strength Steel / V. Dudko, D. Yuzbekova, S. Gaidar [et al.] // Metals. – 2022. – Vol. 12, No. 12. – P. 2177. – DOI 10.3390/met12122177.

8. Оценка методов подачи спирта в цилиндры дизельного двигателя экспериментальной установкой / С. М. Гайдар, Д. А. Пикин, Я. Д. Павлов [и др.] // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 2. – С. 71-75. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-2-71-75.

9. Патент на полезную модель № 206682 U1 Российская Федерация, МПК F01M 9/02. Устройство для обогащения масла системы смазки легирующим элементом цветного металла : № 2021115224 : заявл. 27.05.2021 : опубл. 22.09.2021 / С. М. Гайдар, Н. А. Ф. Наджи, В. Е. Коноплев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

10. Прогнозирование фрикционно-износных характеристик трибосистем с использованием физического моделирования контактного взаимодействия подвижных соединений / С. М. Гайдар, А. Б. Лагузин, А. Г. Пастухов, А. М. Пикина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 2(30). – С. 98-107.

Об авторах:

Музалев Егор Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)».

Научный руководитель – Пикина Анна Михайловна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», techmash@rgau-msha.ru.

About the authors:

Egor A. Muzalev, student, Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art).

Scientific advisor – Anna M. Pikina, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, techmash@rgau-msha.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ

Г. А. Никитин, Д. А. Москвичев

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

Аннотация. В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал важным инструментом в различных сферах, включая управление общественным транспортом. Эта статья рассматривает возможности применения ИИ для оптимизации работы общественного транспорта, повышения его эффективности и улучшения качества обслуживания пассажиров. Основное внимание уделяется системам прогнозирования, маршрутизации и управления потоками пассажиров, а также их влиянию на устойчивое развитие городских транспортных систем.

Ключевые слова: искусственный интеллект, управление, общественный транспорт, пассажиропоток, прогнозирование.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO CONTROL PUBLIC TRANSPORT

G. A. Nikitin, D. A. Moskvichev

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

Abstract. In recent years, artificial intelligence (AI) has become an important tool in various fields, including public transport management. This article examines the possibilities of using AI to optimize the operation of public transport, increase its efficiency and improve the quality of passenger service. The main focus is on forecasting, routing, and passenger flow management systems, as well as their impact on the sustainable development of urban transport systems.

Keywords: artificial intelligence, management, public transport, passenger traffic, forecasting.

Цель исследования

Цель данного исследования заключается в анализе возможностей использования искусственного интеллекта для управления общественным транспортом. Исследование нацелено на выявление различных ИИ-решений, которые могут повысить эффективность

работы общественного транспорта, улучшить качество обслуживания пассажиров и способствовать устойчивому развитию городских транспортных систем.

Одним из ключевых направлений применения ИИ в управлении общественным транспортом является прогнозирование пассажиропотока. Используя алгоритмы машинного обучения, транспортные компании могут анализировать исторические данные о пассажирских перевозках, учитывать сезонные колебания и события, влияющие на спрос. Это позволяет более точно планировать количество транспортных средств, необходимых для обслуживания маршрутов, и минимизировать время ожидания для пассажиров.

ИИ также может быть использован для оптимизации маршрутов общественного транспорта. Системы на основе ИИ способны анализировать данные о текущем трафике, дорожных условиях и предпочтениях пассажиров, чтобы предлагать наиболее эффективные маршруты. Это не только сокращает время в пути, но и снижает затраты на топливо и эксплуатацию транспортных средств. Схема работы интеллектуальной транспортной системы представлена на рисунке 1.

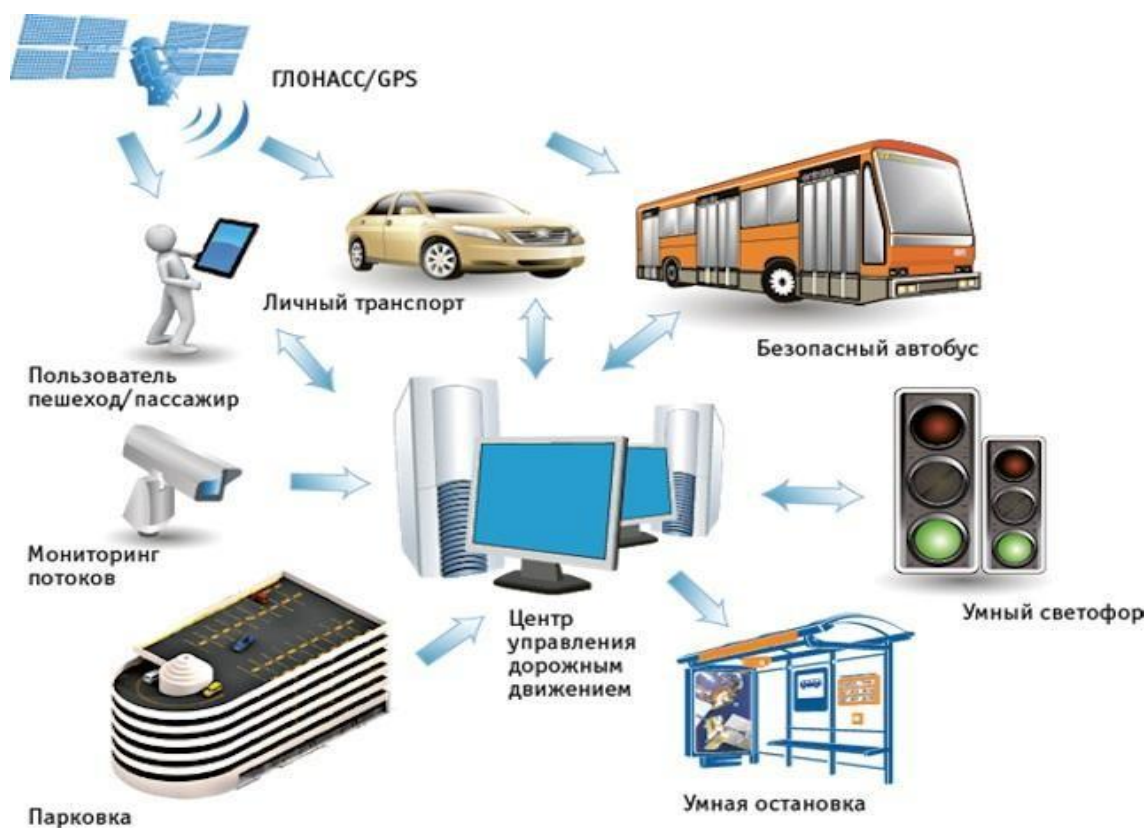


Рисунок 1 – Схема работы интеллектуальной транспортной системы

Системы управления потоками пассажиров, основанные на ИИ, могут помочь в решении проблемы переполненности на остановках и в транспортных средствах. Используя данные о текущем количестве пассажиров и их распределении, такие системы могут предлагать альтернативные маршруты или изменять расписание движения, чтобы сбалансировать нагрузку на транспортные средства. Это улучшает комфорт пассажиров и повышает общую эффективность работы системы.

Современные мобильные приложения, использующие ИИ, могут значительно улучшить взаимодействие пассажиров с общественным транспортом. Они могут предоставлять информацию о времени прибытия транспортных средств в реальном времени, рекомендовать оптимальные маршруты и предлагать альтернативные варианты передвижения. Интеграция таких приложений с системами управления общественным транспортом позволяет улучшить качество обслуживания и повысить удовлетворенность пассажиров.

Заключение

Использование искусственного интеллекта в управлении общественным транспортом представляет собой важный шаг к повышению его эффективности и улучшению качества обслуживания. Прогнозирование пассажиропотока, оптимизация маршрутов, управление потоками пассажиров и интеграция с мобильными приложениями могут значительно улучшить работу общественного транспорта и сделать его более привлекательным для пользователей. В будущем, с развитием технологий ИИ, можно ожидать появления новых решений, которые сделают общественный транспорт более устойчивым и эффективным, отвечая требованиям современного общества.

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. 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.
3. Москвичев, Д. А. Особенности разработки компьютерной программы для систем управления тракторами сельскохозяйственного назначения на основе

искусственного интеллекта / Д. А. Москвичев, Р. Т. Хакимов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 4(121). – С. 29-37. – DOI 10.24412/2713-2641-2024-4121-29-37.

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. Транспорт в агропромышленном комплексе : учебник / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 474 с.

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. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев, А. Г. Гамидов. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 68 с.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683359 Российская Федерация. «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей»: № 2024682911: заявл. 02.10.2024; опублик. 14.10.2024 / Д. А. Москвичев, А. С. Гузалов, А. В. Евграфов, Д. А. Филимонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

9. Планирование автотранспортных перевозок в сельском хозяйстве / Ю. Н. Ризаева, В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 70 с.

10. Дидманидзе, О. Н. Перспективные направления развития транспортной системы России / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев // Чтения академika В. Н. Болтинского : семинар, Москва, 20-21 января 2021 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2021. – С. 20-26.

Об авторах:

Никитин Георгий Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Москвичев Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», moskvichev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Georgy A. Nikitin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Dmitry A. Moskvichev, Cand.Sc. (Engineering), senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, moskvichev@rgau-msha.ru.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ

М. О. Парфенов, Н. С. Рабцун

Научный руководитель – О. П. Андреев

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

Аннотация. Производство зерновых учитывает растущий глобальный спрос на продовольствие и проблемы, связанные с изменением климата. Оптимизация этих комплексов имеет решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.

Ключевые слова: зерновые, перевозка, транспортно-технологический комплекс.

FEATURES OF OPERATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES OF GRAIN HARVESTING

M. O. Parfenov, N. S. Rabtsun

Scientific advisor – O. P. Andreev

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

Abstract. Grain production takes into account the growing global demand for food and the challenges associated with climate change. Optimization of these complexes is crucial for ensuring food security and sustainable agricultural development.

Keywords: grain, transportation, transport and technological complex.

Транспортно-технологические комплексы для сбора урожая зерновых – это интегрированные системы, которые способствуют эффективному сбору, транспортировке зерновых культур от поля до хранилищ или перерабатывающих предприятий. Эти комплексы включают в себя ряд машин, технологий и погодных условий, которые в совокупности повышают эффективность сельскохозяйственных процессов. Учитывая растущий глобальный спрос на продовольствие и проблемы, связанные с изменением климата, оптимизация этих комплексов имеет решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства [1].

Отличительными особенностями этих комплексов являются взаимодействие между различными транспортными циклами, использование современной техники, такой как комбайны и зерновозы, а также

применение передовых технологий, таких как GPS и робототехника, которые оптимизируют работу и сокращают потребность в рабочей силе.

Эффективные логистические и организационные стратегии необходимы для решения сложных задач, связанных с транспортировкой зерна, особенно в различных условиях окружающей среды, которые могут повлиять на эффективность сбора урожая и качество зерна. Кроме того, непрерывный мониторинг и внедрение методов точного земледелия становятся жизненно важными компонентами для повышения производительности и устойчивости операций по сбору урожая.

Эксплуатация транспортных и технологических комплексов сопряжена с определёнными трудностями. Ключевые проблемы включают в себя поиск баланса между производительностью и качеством зерна, решение проблемы сокращения рабочих мест из-за автоматизации и соблюдение нормативно-правовой базы, регулирующей сельскохозяйственную деятельность.

В свете этих факторов ожидается, что будущее в сфере сбора урожая будет определяться технологическими достижениями, совместными усилиями заинтересованных сторон в отрасли и пристальным вниманием к устойчивым методам, которые отвечают двойным требованиям: растущему спросу на продовольствие и сохранению окружающей среды. Интеграция искусственного интеллекта, интернета вещей и других инноваций сыграет ключевую роль в преобразовании систем сбора урожая, обеспечив их способность удовлетворять потребности растущего населения планеты и сохраняя сельскохозяйственные экосистемы для будущих поколений.

Процесс транспортировки зерна включает в себя несколько взаимосвязанных циклов, обозначаемых как Ц ($C_1, C_2, \dots, C_n$), где каждый цикл функционирует в соответствии со своими уникальными параметрами. Математическая модель представляет собой всю технологическую систему транспортировки зерна в рамках уборочно-транспортных комплексов. Эта модель объединяет важнейшие технологические параметры, такие как совместимость транспортных и сельскохозяйственных машин, адаптивность технических систем к изменяющимся условиям окружающей среды и технологические свойства перевозимого груза.

Техника является одним из трёх основных компонентов, необходимых для эффективного производства зерна, наряду с технологиями

и организацией. В контексте уборочно-транспортного комплекса техника включает в себя комбайны, зерновозы и различные типы тракторов. Эти машины играют ключевую роль в оптимизации сбора и транспортировки таких культур, как пшеница, кукуруза и рис, обеспечивая своевременную и эффективную работу.

Современные технологии играют важнейшую роль в оптимизации эффективности транспортировки зерна. Интермодальные перевозки, при которых используются различные виды транспорта, такие как автомобильный и железнодорожный, упрощают доставку зерна.

Эффективная организация крайне важна для управления сложными транспортными циклами при перевозке зерна. Это включает в себя логистическое планирование и координацию различных способов транспортировки для обеспечения бесперебойной работы. Опытный поставщик логистических услуг может существенно повлиять на эффективность и успешность перевозки зерна, особенно при использовании различных способов транспортировки, будь то в мешках или навалом.

Адаптация транспортных систем к условиям окружающей среды необходима для поддержания эффективности работы. Транспортные системы для перевозки зерна должны быть спроектированы таким образом, чтобы справляться с различными погодными условиями и особенностями рельефа, которые могут влиять как на процесс сбора урожая, так и на транспортировку. Такая адаптивность позволяет свести к минимуму потери урожая и транспортировать зерно в оптимальных условиях, сохраняя его качество во время перевозки.

Эффективность сбора урожая зависит от нескольких стратегий оптимизации, направленных на улучшение логистики, управления запасами и процессов доставки. Ключевые подходы включают оптимизацию распределительной составляющей логистики для повышения качества и своевременности обслуживания, что в конечном итоге привлекает больше потребителей транспортных и логистических услуг.

Эффективное управление операционной логистикой имеет решающее значение для обеспечения устойчивого развития агропромышленного комплекса.

Для обеспечения стабильных поставок агропромышленной продукции управление логистикой должно способствовать бесперебойной работе. Постоянный мониторинг маршрутов поставок позволяет создавать надёжные логистические системы, которые способствуют достижению целей устойчивого развития.

Агропромышленный сектор сталкивается с многочисленными угрозами, которые могут нарушить управление логистикой. Внедрение оперативных мер по противодействию этим угрозам необходимо для сохранения целостности цепочки поставок и обеспечения бесперебойной работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, О. П. Эффективное использование техники – основа индустриально-поточной технологии / О. П. Андреев. – М. : ООО УМЦ «Триада», 2016. – 124 с.
2. Егоров, Р. Н. Основы транспортных технологий и систем на транспорте / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких. – М. : ООО «Автограф», 2021. – 220 с.
3. Дидманидзе, О. Н. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, Е. П. Парлюк. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2017. – 77 с.
4. Механизация растениеводства (термины и определения) : учебное пособие / Н. В. Алдошин, М. А. Мехедов, В. И. Пляка, И. Н. Гаспарян. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 260 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. 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.
7. 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.
8. Егоров, Р. Н. Пути повышения экологической безопасности при использовании смазочных материалов / Р. Н. Егоров // В сборнике: Естественные и технические науки. – 2024. – № 10 (197). – С. 66-70.
9. Зангиев, А. А. Оптимизация производственных процессов на уборке и реализации винограда / А. А. Зангиев, О. Дидманидзе, Д. Г. Асадов. – Москва : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 1998. – 136 с.
10. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 1. – С. 33-38.
11. Митягин, Г. Е. Оптимизация числа мобильных агрегатов технического обслуживания в уборочно-транспортных звеньях / Г. Е. Митягин, Н. Н. Пуляев, В. Б. Лукьянов // Вестник Федерального государственного образовательного

учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2008. – № 1(26). – С. 65-66.

Об авторах:

Парфенов Максим Олегович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Рабцун Никита Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Андреев Олег Петрович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», aopmsau@rgau-msha.ru.

About the authors:

Maxim O. Parfenov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Nikita S. Rabtsun, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Oleg P. Andreev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, aopmsau@rgau-msha.ru.

ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ

Е. С. Подшибякин

Научный руководитель – А. В. Чепурин

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

Аннотация. В данной статье исследуются актуальные технологии восстановления подвижных соединений распределительных валов, направленные на повышение их долговечности и надежности. Рассматриваются ключевые факторы, способствующие износу и разрушению этих соединений, а также предлагаются инновационные методы диагностики и решения задач, которые могут улучшить эксплуатационные характеристики восстановленных компонентов.

Ключевые слова: распределительный вал, магнитнопорошковый контроль, газоплазменное напыление, подвижное соединение, дефект, восстановление, ремонт.

TECHNOLOGIES FOR INCREASING THE DURABILITY OF CAMSHAFT MOVABLE JOINTS DURING THEIR RESTORATION

E. S. Podshibyakin

Scientific advisor – A. V. Chepurin

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

Abstract. This article examines current technologies for restoring camshaft movable joints, aimed at improving their durability and reliability. The key factors contributing to the wear and destruction of these compounds are considered, and innovative diagnostic and problem-solving methods are proposed that can improve the performance of refurbished components.

Keywords: camshaft, magnetic powder control, plasma spraying, movable joint, defect, restoration, repair.

Введение

Подвижные соединения системы ГРМ играют важнейшую роль в функционировании распределительного вала и двигателей внутреннего сгорания. В процессе эксплуатации эти соединения подвергаются

значительному износу, что может привести к снижению эффективности работы и увеличению вероятности поломки. Основные причины износа включают механические нагрузки, воздействие высоких температур и агрессивные среды [1-4]. Восстановление подвижных соединений представляет собой актуальную задачу, так как замена распределительных валов может быть дорогостоящей и трудоемкой [1, 4]. Современные технологии восстановления включают в себя методы наплавки, термообработки, а также использование новых композитных и легированных материалов, которые способны значительно повысить износостойкость и механическую прочность. В данной статье рассматриваются методы диагностики и способы повышения долговечности подвижных соединений распределительных валов на базе ремонтных предприятий.

Дефекты, способы выявления и причины их возникновения

Дефектами подвижных соединений распредвалов являются возникновение внутренних и наружных трещин, коррозия, деформация материала, износ поверхности [1, 4]. Температурные колебания приводят к изменениям в структуре, что ослабляет соединения. Коррозионные процессы, вызванные воздействием агрессивных химических веществ, таких как масла и топлива, способствуют разрушению материалов. Загрязнения и абразивные частицы ускоряют износ, а неправильная эксплуатация, включая перегрузки и некачественное и нерегулярное обслуживание, может привести к преждевременному выходу из строя агрегата.

Анализ дефектов подвижных соединений распределительных валов представляет собой процесс, направленный на выявление, оценку и устранение факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики двигателя [5, 6]. Этот процесс начинается с визуального осмотра, который позволяет обнаружить видимые повреждения, такие как механические повреждения, трещины, износ или коррозию. Требуется применение неразрушающей дефектоскопии, позволяющей выявлять скрытые повреждения. После выявления дефектов необходимо провести их классификацию и оценку повреждений, что позволяет определить, какие из них требуют немедленного вмешательства и ремонта, а какие могут быть устранены в порядке планового ТО.

В целях предотвращения подобного важно также проанализировать причины возникновения дефектов, что может включать изучение условий эксплуатации машины, качества материалов детали и технологии производства. На основе полученных данных разрабатываются

рекомендации по ремонту или замене поврежденных частей, а также меры по предотвращению повторного возникновения дефектов [7-9]. Это может включать улучшение технологии обслуживания двигателя, внедрение новых материалов или изменение режимов эксплуатации [10-12]. В итоге, комплексный анализ дефектов способствует повышению надежности и долговечности тракторов и машин, а также снижению затрат на их обслуживание и ремонт [12, 13]. Подвижные соединения распределительного вала могут сталкиваться с различными поломками, которые могут привести к серьезным последствиям для работы двигателя [1, 3]. Самым быстроизнашиваемым соединением распределительного вала, является подшипник скольжения [1-4].

Современные методы восстановления и обеспечения долговечности предлагают множество вариаций решения этого вопроса. Для более качественного выявления внутренних повреждений предлагается использование магнитнопорошковой дефектоскопии (рисунок 1), в виду некоторых плюсов.

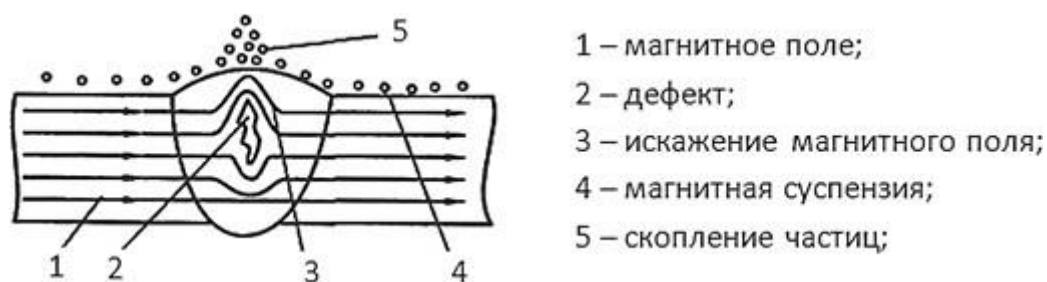


Рисунок 1 – Схема магнитнопорошковой дефектоскопии

Процесс магнитнопорошкового контроля относительно прост и не требует большого количества времени на подготовку и выполнение. Что позволяет быстро и качественно оценить состояние деталей, так же процесс не требует сложносоставного специализированного оборудования, что делает его более доступным для небольших предприятий или в полевых условиях.

Как способ восстановления и обеспечения долговечности предлагается способ газопламенного напыления (рисунок 2). Восстановление подшипника скольжения распределительного вала с использованием газоплазменного напыления представляет собой современный и эффективный метод, который предлагает ряд значительных преимуществ. Во-первых, данный процесс позволяет значительно продлить срок службы подшипников, что особенно важно в условиях высоких нагрузок и агрессивных рабочих сред. Газоплазменное напыление

формирует прочное и износостойкое покрытие, которое защищает детали от механического износа и коррозии, обеспечивая их надежную работу что особенно актуально в сельском хозяйстве.

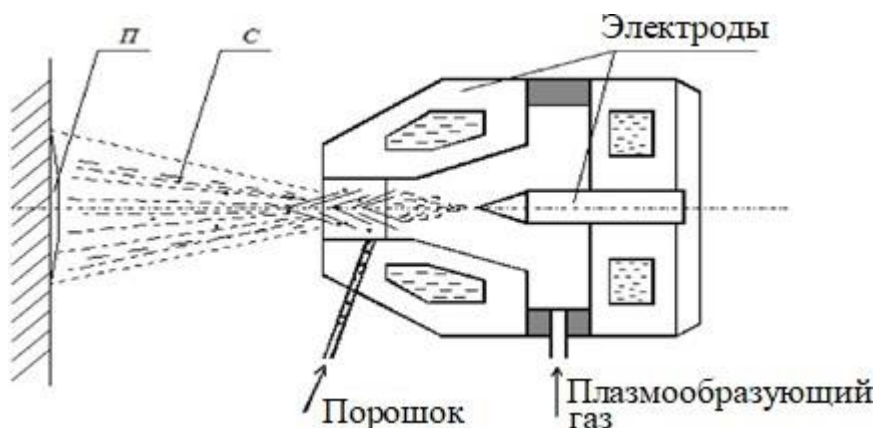


Рисунок 2 – Схема плазменного напыления

Ещё одним из ключевых преимуществ этого метода является высокая адгезия покрытия к основе, что достигается благодаря правильной предварительной подготовке поверхности. В результате подшипники восстанавливаются до первоначальных размеров и характеристик, что позволяет избежать дорогостоящей замены. Более того, газоплазменное напыление является экономически выгодным решением, так как восстановление подшипников зачастую оказывается дешевле, чем их полная замена. Ещё одним важным аспектом является возможность выбора различных порошковых материалов для напыления, что позволяет адаптировать покрытие под специфические условия эксплуатации. Это обеспечивает дополнительную защиту и продлевает срок службы узла ввиду образования композитного внешнего слоя. В итоге, восстановление подшипников скольжения распределительного вала с помощью газоплазменного напыления представляет собой высокоэффективный, экономически рациональный, надежный метод, позволяющий значительно увеличить срок службы деталей и улучшить их эксплуатационные характеристики, что является важным фактором для обеспечения бесперебойной работы техники.

Заключение

Восстановление подшипников скольжения распределительного вала с использованием современных технологий, таких как магнитно-порошковая дефектоскопия и газоплазменное напыление, представляет собой рациональный подход к решению представленной проблемы в рамках ремонтного предприятия на базе МТП. Данный метод не только позволяет эффективно диагностировать и восстанавливать

изношенные детали, но и значительно снижает затраты на обслуживание и эксплуатацию оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепурин, А. В. Повышение долговечности подвижных соединений при восстановлении методом подбора размеров пар трения : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : дис. ... канд. техн. наук / Чепурин Александр Васильевич. – Москва, 2005. – 141 с.
2. Чепурин, А. В. Предпосылки к выбору допусков посадок / А. В. Чепурин // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2005. – № 1(4). – С. 105-110.
3. Валуев, Н. В. Повышение долговечности соединений минимизацией зазоров / Н. В. Валуев, А. В. Чепурин // Технический сервис в АПК : сборник научных трудов. – М. : Лаборатория оперативной полиграфии МГАУ имени В. П. Горячкина, 2002. – С. 44-46.
4. Чепурин, А. В. Повышение долговечности подвижных соединений при восстановлении методом подбора размеров пар трения : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : автореферат дис. ... канд. техн. наук / Чепурин Александр Васильевич. – Москва, 2005. – 16 с.
5. Чепурин, А. В. Курсовое проектирование по надежности технических систем / А. В. Чепурин. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2021. – 77 с.
6. Чепурин, А. В. Методы обработки отказов автотракторных двигателей / А. В. Чепурин. – М. : ООО УМЦ «Триада», 2016. – 69 с.
7. Чепурина, Е. Л. Оценка технического сервиса машин и оборудования животноводства с участием фирм-производителей / Е. Л. Чепурина, А. В. Чепурин, Д. Л. Кушнарева // Сельский механизатор. – 2023. – № 12. – С. 33-35. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-12-33-34-35.
8. Чепурин, А. В. Организация технического сервиса импортных автомобилей / А. В. Чепурин // Технический сервис машин. – 2019. – № 2(135). – С. 12-18.
9. Чепурин, А. В. Анализ организации технического сервиса импортных автомобилей / А. В. Чепурин // Доклады ТСХА : материалы международной научной конференции, Москва, 05-07 декабря 2017 года. Выпуск 290, Часть 2. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – С. 255-257.
10. Чепурин, А. В. Организация фирменного сервиса отечественной сельскохозяйственной техники / А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарева // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 40-43. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-4-40-41-42-43.
11. To the organization of branded technical service of agricultural equipment / A. Chepurin, E. Chepurina, D. Kushnareva [et al.] // E3s web of conferences : IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering

and Sustainable Development, Namangan, Uzbekistan, 26 октября 2023 года. – Web of Conferences: EDP Sciences, 2024. – P. 03009.

12. Чепурина, Е. Л. Технический сервис машин и оборудования животноводства: состояние и перспективы его организации / Е. Л. Чепурина, А. В. Чепурин, Д. Л. Кушнарева // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 6. – С. 49-55. – DOI 10.26897/2687-1149-2024-6-49-55.

13. Efficiency of technical service of machinery and equipment of livestock production with the participation of manufacturing companies / A. Chepurin, E. Chepurina, D. Kushnareva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2023. – Vol. 1231, No. 1. – P. 012019.

Об авторах:

Подшибякин Егор Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», EgorSopsan1@mail.ru.

Научный руководитель – Чепурин Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», av.tchepurin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Egor S. Podshibyakin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, EgorSopsan1@mail.ru.

Scientific advisor – Alexander V. Chepurin, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, av.tchepurin@rgau-msha.ru.

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ ЧЕРЕЗ РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМ АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ

К. В. Полетаев

Научный руководитель – Я. Д. Павлов

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

Аннотация. Разработана концепция, позволяющая увеличить срок службы тракторов посредством внедрения в системы автопилотирования программного обеспечения, контролирующего как непосредственно параметры работы самого трактора, так и сроки проведения технического обслуживания с пошаговым контролем в виде чек-листов, внедрения сценариев различных агротехнических операций, позволяющих сократить ошибки при их выполнении и не допускающих преждевременного износа механизмов. В статье предлагается разработка программной экосистемы, позволяющей объединить рабочие места тракториста-машиниста, инженера службы эксплуатации и агронома для автоматизации и контроля назначения и проведения ремонта, технического обслуживания, постановки задач на выполнение агротехнических операций.

Ключевые слова: срок эксплуатации, автопилот, техническое обслуживание, экосистема.

INCREASING THE SERVICE LIFE OF TRACTORS BY EXTENDING THE FUNCTIONALITY OF AUTOPILOT SYSTEMS

K. V. Poletaev

Scientific advisor – Ya. D. Pavlov

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

Abstract. The concept of increasing the service life of tractors through the introduction of software in autopilot systems that controls both the tractor's operating parameters and the timing of maintenance with step-by-step control in the form of checklists, the introduction of scenarios of various agricultural operations to reduce errors in their performance and prevent premature wear of mechanisms. The article proposes the development of a software ecosystem that allows to combine the workplaces of tractor driver, service engineer and agronomist to automate and control the assignment and implementation of repairs, maintenance, setting tasks for the performance of agricultural operations.

Keywords: lifespan, autopilot, maintenance, ecosystem.

В настоящее время нехватка сельхозтехники в России составляет 65 тысяч штук тракторов и 34 тысячи штук комбайнов. С такими цифрами вышел Минсельхоз в Правительство РФ с предложениями изменений в стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов России на период до 2030 года.

В материалах сообщается, что несмотря на существующую механизацию сезонно-полевых работ, необходимое количество тракторов и комбайнов должно составлять 494,3 и 176,5 тысяч единиц соответственно.

Согласно данным на 1 августа 2024 года, у сельхозпроизводителей имелось 429,5 тысячи тракторов, 127,1 тысячи зерноуборочных и 15,1 тысячи кормоуборочных комбайнов [1].

По классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы, утверждённой постановлением Правительства РФ от 01.01.2002 № 1, зерноуборочные комбайны и сельскохозяйственные трактора относятся к пятой амортизационной группе со сроком полезного использования свыше 7 лет до 10 лет включительно [2].

По расчетам Минсельхоза доля тракторов, чей срок эксплуатации превышает установленный порог в 10 лет составляет около 53 %, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов 45 % и 44 % соответственно [1].

Для снижения доли техники, эксплуатируемой свыше 10 лет, требуется ежегодное обновление на уровне 10 % от числа имеющихся в наличии самоходных машин и других видов техники [1, 10, 11].

Увеличение сроков эксплуатации свыше нормативных оказывает негативное влияние на эффективность и производительность сельскохозяйственных предприятий. Повышенные расходы на содержание техники, увеличение ремонтных сроков негативно сказывается на себестоимости сельхозпродукции.

Выход один – увеличивать выпуск новой техники для снижения негативного роста сроков эксплуатации.

Производители отечественной сельхозтехники отмечают возрастающее падение спроса и грядущую затоваренность складов готовой продукции [3, 8].

По итогам десяти месяцев продажи комбайнов, тракторов и других видов техники российского производства упали на 16,5 %, а зарубежного — примерно на 20 %. Процесс обусловлен высокой ключевой

ставкой, удорожанием техники и низкими темпами роста цен на сельхозпродукцию. По прогнозам, продажи сельхозтехники упадут на 15...20 % [3].

Отгрузки зерноуборочных комбайнов сократились на 27,7 %, до 2,87 тыс. штук, сеялок – на 22,5 %, до 2,76 тыс. штук, сельскохозяйственных тракторов – на 13,2 %, до 3,39 тыс. штук [3].

Таблица 1 – Продажи российской сельхозтехники на внутреннем рынке (январь-октябрь 2024)

Вид техники	Объем продаж, шт.	Динамика год к году, %
Комбайны зерноуборочные	2870	-27,7
Комбайны кормоуборочные самоходные	189	-24,7
Тракторы сельскохозяйственные	3 398	-13,2
Плуги	2 104	-16,2
Культиваторы	1 643	-20,3
Бороны	2 861	-15,2
Сеялки	2 766	-22,5
Машины для внесения удобрений	202	-63,2
Опрыскиватели	881	-23,4
Косилки	2 215	4,1

Исходя из мнения Минсельхоза об обязательном обновлении ежегодно не менее 10 % от существующего парка, выпуск и самое главное продажа должна составлять 42,95 тысячи тракторов и 12,71 тысяч зерноуборочных комбайнов.

К сожалению, производители не успевают за старением техники.

Возможно ли увеличение срока эксплуатации сельхозтехники без повышения роста негативных последствий в виде экономических затрат, простоя техники в ремзоне?

Прежде необходимо опередить факторы, которые влияют на сроки эксплуатации:

- качество комплектующих;
- условия эксплуатации;
- техобслуживание.

Из перечисленных факторов потребитель может воздействовать только на 2 из них – качество комплектующих и техобслуживание. Логично, что произведенное вовремя техобслуживание с применением качественных комплектующих уменьшает износ техники и повышает ее срок службы.

Предлагаемая концепция «Увеличения срока эксплуатации тракторов через расширение функционала систем агропилотирования» заключается в разработке и внедрении электронных устройств, программ, применении искусственного интеллекта, позволяющих конечному потребителю не допускать факторов, снижающих ресурс техники.

На данный момент система агропилотирования состоит из следующих основных блоков:

1. дисплей.
2. антенны GNSS и RTK.
3. блок обработки информации.

На данный момент дисплей лишь выводит информацию о вождении и служит сенсорной клавиатурой.

Заменив экран навигационной системы на съемный планшет, работающий на операционной системе Android, возможна реализация программного обеспечения со следующим функционалом:

Проведение технического обслуживания и ремонта с чек листом

Тракторист посредством подсказок с иллюстрациями (возможна загрузка руководства по эксплуатации и каталога запасных частей в электронном виде) шаг за шагом выполняет все предписанные действия. Отметки о замечаниях напрямую отправляются в службу главного инженера, где принимается решение о допуске или не допуске техники в работу. Так же отметки о выполненных работах автоматически заносятся в память устройства. Большинство работ по ремонту и эксплуатации аграрии стремятся делать самостоятельно, экономя денежные средства. Поэтому контроль, сокращение сроков логистики в цепочке обнаружение неисправности-диагностика-составление дефектовочной ведомости-согласование-закупка-поставка-ремонт имеет крайне важное значение. Ведение электронной истории обслуживания техники позволит обобщить данные, выявить общие проблемные узлы, спрогнозировать с большой долей вероятности наступление событий, оптимизировать закупки [7, 9].

Напоминание о сроках ТО

Используя различную логику, можно настроить систему на запрет запуска двигателя для предотвращения перепробега. Анализируя работу за прошедшее время, планируя работы для каждого трактора или комбайна, можно спрогнозировать сроки ТО и ремонтов, не давая

им появляться в критическое время подготовки к севу или сборки урожая. Данные могут браться для устаревших тракторов усредненно через время работы двигателя. На современных возможна передача через ЭБУ трактора на систему автопилотирования.

Так несоблюдение требований обкатки 30 моточасов и последующего вызова дилера для ТО, повлек за собой снятие с гарантийных обязательств тракторов МТЗ-1221.3, МТЗ-82.1 и экскаватора-погрузчика на базе МТЗ-82.1 находящихся в эксплуатации Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Уже на малых сроках продолжительности работ механизмов (до 200 моточасов), были выявлены нарушения в работе гидросистемы трактора МТЗ-82,1 (замена НШ-32, обрыв шлангов РВД и потеря масла, замена предохранительного клапана гидравлики), МТЗ-1221.3 – многочисленные потеки масла через уплотнения, неудовлетворительная работа клапанов, обрывы шлангов РВД. Теперь работы по устранению данных неисправностей будут выполняться не гарантийными обязательствами, а платными услугами.

Сценарий действий для различных агротехнических операций

Ошибки в настройках как оборудования, так непосредственно и самого трактора, влияют на частоту поломок. Так невыполнение требования о давлении в колесах при их сдваивании (внешнее колесо должно иметь меньшее давление), ведет к росту нагрузок на ступицу, износу дорогостоящей шины. Повышенная пробуксовка колес (более 15 %) ведет как к износу самой шины, так и излишней нагрузки на двигатель, увеличению расхода топлива.

Также при несоблюдении требований по давлению в колесах, идет переуплотнение почвы с неизбежными потерями в урожайности.

В программном обеспечении трактористу будет предложен сценарий действий, характерный именно для данной операции (вспашка, внесение удобрений, транспортные работы и пр.) с соблюдением всех агротехнических требований по выполнению работ. Данный сценарий можно корректировать, вводя необходимые пункты, подгоняя его максимально под место проведения сельхоз работ, учитывая тип почвы, климатические условия и прочие влияющие на конечный результат данные. Многие зарубежные производители сельхозтехники уже внедрили в свои сельскохозяйственные агрегаты протокол ISO BUS, позволяющий управлять работой орудия с места тракториста.

Это только малый перечень, на что можно воздействовать для увеличения срока эксплуатации техники.

Некоторые компоненты уже разрабатываются учеными-энтузиастами. Так, в рамках проведения опытов с пробуксовкой колес, созданы зубчатые диски с метками, установленными на выходных валах заднего моста с датчиками, которые считывают информацию [4]. Получились увеличенные кольца АБС (антиблокировочной системы тормозов автомобиля). Заводское решение может быть гораздо компактнее, а при применении системы АБС и вовсе интегрировано. Однако опыт показывает, что возможно оснастить датчиками старые трактора, с отсутствующими в базовой конфигурации современными датчиками, типа МТЗ-82.

Разработан прототип программы EXXYS, позволяющий по косвенным признакам определять неисправности в работе трактора [5].

Несомненно, это все будет стоить денег. Необходима совместная работа инженеров, программистов как со стороны производителей систем автопилотирования, так и производителей тракторов и комбайнов. Это позволит создать качественный продукт, отвечающий всем современным требованиям к качеству, надежности, функциональности. Создавая совместно, можно получить экосистему, которая позволит бесшовно соединить электронику автопилота и трактора, рабочее место инженера, агронома, сотрудника Ростехнадзора. Контролирующим органам также будет интересна данная концепция. При разработке, можно запрограммировать функцию, при котором техника, не прошедшая технический осмотр, не сможет выехать в поле или на дорогу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минсельхоз заявил о дефиците в 65 тысяч тракторов и 34 тысячи комбайнов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/98898> (дата обращения: 10.01.2025).
2. О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы постановление Правительства РФ от 1 января 2002 г. № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/12125271> (дата обращения: 10.01.2025).
3. Комбайны убрались на склады [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/7344952> (дата обращения: 10.01.2025).
4. Использование индивидуального привода колес трактора посредством электрической тяги / А. В. Бижаев, С. М. Ветрова, А. С. Барчукова, Н. С. Кривых // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2024. – Т. 18, № 2. – С. 78-85.

5. Основные положения системной диагностики машин / В. А. Чечет, А. Г. Левшин, А. Н. Скороходов, В. В. Егоров // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2018. – № 6 (88). – С. 51-55.

6. Evaluation of energy-economic parameters of tractor with electrically driven power unit / A. V. Bizhaev, N. S. Devyanin, V. L. Chumakov [et al.] // E3S Web of Conferences : II International Conference on Environmental Technologies and Engineering for Sustainable Development (ETESD-II 2023), Tashkent, 13-15 сентября 2023 года. Vol. 443. – Tashkent: EDP Sciences, 2023. – P. 03004. – DOI 10.1051/e3sconf/202344303004.

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

8. Работоспособность технических систем : учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Апатенко [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 379 с.

9. Столяров, Д. М. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками / Д. М. Столяров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев // Наука без границ. – 2019. – № 6(34). – С. 56-59.

10. 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.

11. Пуляев, Н. Н. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения / Н. Н. Пуляев, А. Р. Зарикеев // Наука без границ. – 2020. – № 5(45). – С. 112-116.

Об авторах:

Полетаев Кирилл Вячеславович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», U-21214@mail.ru.

Научный руководитель – Павлов Ярослав Дмитриевич, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», ya.pavlov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Kirill V. Poletaev, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, U-21214@mail.ru.

Scientific advisor – Yaroslav D. Pavlov, assistant of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ya.pavlov@rgau-msha.ru.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

В. Е. Прибытко

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

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние аддитивных технологий на автомобильный транспорт. Обсуждаются преимущества и недостатки применения 3D-печати в производственных процессах, а также ее влияние на экономику и экологию. Приводятся примеры успешного внедрения аддитивных технологий в автомобильной отрасли и их перспективы на будущее.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, автомобильный транспорт, эффективность, устойчивое развитие.

THE EFFECTIVENESS OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN ROAD TRANSPORT

V. E. Pribytko

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

Abstract. This article examines the impact of additive technologies on road transport. The advantages and disadvantages of using 3D printing in production processes, as well as its impact on the economy and the environment, are discussed. Examples of successful implementation of additive technologies in the automotive industry and their prospects for the future are given.

Keywords: additive technologies, 3D printing, road transport, efficiency, sustainable development.

Цель исследования: анализ эффективности применения аддитивных технологий в автомобильном транспорте, выявление их влияния на производственные процессы, экономику и экологию, а также определение перспектив их дальнейшего развития.

Аддитивные технологии, или 3D-печать, представляют собой процесс создания трехмерных объектов путем последовательного наложения слоев материала. Эти технологии находят все более широкое применение в различных отраслях, включая автомобильный транспорт. В условиях современного производства, где важны скорость, гибкость и индивидуализация, аддитивные технологии становятся

важным инструментом для оптимизации производственных процессов. В данной статье мы рассмотрим, как аддитивные технологии влияют на эффективность автомобильного транспорта, а также их роль в устойчивом развитии отрасли.

Одним из основных преимуществ аддитивных технологий является возможность быстрого прототипирования. Это позволяет производителям автомобилей сокращать время на разработку новых моделей и компонентов. Например, компании, такие как Ford и BMW, уже используют 3D-печать для создания прототипов и тестирования новых деталей. Корпус автомобиля компании BMW с применением аддитивных технологий представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Корпус автомобиля компании BMW с применением аддитивных технологий

Кроме того, аддитивные технологии позволяют значительно сократить количество отходов. Традиционные методы производства часто требуют вырезания из больших блоков материала, что приводит к значительным потерям. В отличие от этого, 3D-печать использует только необходимое количество материала, что делает процесс более экологически чистым.

Внедрение аддитивных технологий может привести к снижению производственных затрат. Сокращение времени на разработку и уменьшение отходов позволяют компаниям экономить средства. Однако, необходимо учитывать и первоначальные инвестиции в оборудо-

вание и обучение персонала. Тем не менее, многие компании уже отмечают положительный экономический эффект от внедрения 3D-печати.

Многие автомобильные компании уже успешно внедрили аддитивные технологии. Например, компания Local Motors использует 3D-печать для создания автомобилей, что позволяет им быстро адаптироваться к требованиям рынка. Также, компания Mercedes-Benz применяет 3D-печать для производства запасных частей, что значительно сокращает время доставки и затраты на хранение.

С развитием технологий 3D-печати можно ожидать дальнейшего увеличения их применения в автомобильной отрасли. Ожидается, что новые материалы и методы печати позволят создавать более сложные и легкие конструкции, что повысит эффективность автомобилей. Кроме того, аддитивные технологии могут сыграть важную роль в переходе к устойчивому развитию, позволяя производителям снижать углеродный след и использовать переработанные материалы.

Заключение

Аддитивные технологии представляют собой важный шаг вперед для автомобильного транспорта. Их применение позволяет значительно повысить эффективность производственных процессов, сократить затраты и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Несмотря на некоторые вызовы, связанные с внедрением этих технологий, их преимущества делают аддитивные технологии неотъемлемой частью будущего автомобильной отрасли. Важно продолжать исследовать и развивать эти технологии, чтобы максимально использовать их потенциал для устойчивого развития.

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. Радайкина, Н. В. Перспективы использования аддитивных технологий в агропромышленном комплексе / Н. В. Радайкина, Д. А. Москвичев // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей научно-практической конференции, посвященный 90-летию Шарова Николая Михайловича, Москва, 23-24 октября 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 337-341.
3. Москвичев, Д. А. Особенности разработки компьютерной программы для систем управления тракторами сельскохозяйственного назначения на основе

искусственного интеллекта / Д. А. Москвичев, Р. Т. Хакимов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 4(121). – С. 29-37. – DOI 10.24412/2713-2641-2024-4121-29-37.

4. Москвичев, Д. А. Перспектива использования электромобиля в АПК / Д. А. Москвичев // Актуальные проблемы энергетики АПК в современной реальности: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной основателю факультета энергетики и электрификации Валентину Васильевичу Фокину, Ижевск, 15 мая 2024 года. – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2024. – С. 107-112.

5. 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.

6. 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, А. В. Евграфов, Д. А. Филимонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

7. Транспорт в агропромышленном комплексе : учебник / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 474 с.

8. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : Учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.

9. 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.

10. Столяров, Д. М. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками / Д. М. Столяров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев // Наука без границ. – 2019. – № 6(34). – С. 56-59.

11. Коротких, Ю. С. Развитие и современное состояние автомобилизации / Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 108 с

Об авторе:

Прибытко Валерия Егоровна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the author:

Valeria E. Pribytko, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ШПОНОК И ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ В СОЕДИНЕНИИ ПРИВОДОВ МУФТ

Д. А. Пупкова

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

Аннотация. В картофелеуборочных комбайнах шпоночные соединения преимущественно используются в приводных механизмах редукторов. Однако, несмотря на простоту и надежность, шпоночные соединения подвержены износу, интенсивность которого напрямую зависит от множества факторов. В работе рассматриваются виды изнашивания шпонок и шпоночных пазов: абразивное, усталостное, пластическая деформация и фреттинг.

Ключевые слова: изнашивание, дефект, деформация, шпонка, шпоночный паз.

ANALYSIS OF KEYWAY AND KEYWAY GROOVE DEFECTS IN COUPLING DRIVE CONNECTIONS

D. A. Pupkova

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

Abstract. In potato harvesters, keyway joints are mainly used in gear drive mechanisms. However, despite their simplicity and reliability, keyway joints are subject to wear, the intensity of which directly depends on many factors. The paper considers the types of wear of dowels and keyways: abrasive, fatigue, plastic deformation and fretting.

Keywords: wear, defect, deformation, key, keyway.

Производство и ремонт отечественных машин для АПК выходит на новый уровень технологических процессов, обеспечивающих повышенную надежность техники [1-3], проектируются и выпускаются новые агрегаты и сборочные единицы сельхозмашин с применением посадок заданной точности, как с зазорами [4, 5], так и с натягами [6, 7]. Повышение точности изготовления деталей требует использования более точных средств измерений и методик контроля [8-10].

В сельскохозяйственной технике широкое применение нашли шпоночные соединения, так как они обладают такими преимуществами, как простота изготовления и быстрота разборки-сборки [11,

12]. В том числе такие соединения применяются в картофелеуборочных комбайнах [13, 14].

В период эксплуатации могут появляться различные виды износа (рисунок 1) [14].

Виды изнашивания	абразивное	• Самый распространенный вид изнашивания, возникает при загрязнении зазора между шпонкой и пазом
	усталостное	• Возникает из-за частого деформирования поверхности, что приводит к микротрещинам
	пластическая деформация	• Возникает из-за контакта напряжений с динамической нагрузкой
	фреттинг	• Возникает при колебательном движении с малой амплитудой

Рисунок 1 – Износ шпоночных соединений

Абразивный износ появляется в результате деформирующего, режущего или царапающего воздействия частиц минерального происхождения.

Усталостное изнашивание – это сложный процесс разрушения поверхностного слоя материала. В отличие от обычного абразивного износа, где происходит непосредственное удаление материала, усталостное изнашивание развивается постепенно, на микроскопическом уровне (рисунок 2) [14].



а



б

Рисунок 2 – Шпоночный паз вала:

а – трещина в шпоночном пазе; *б* – смятие шпоночного паза

Выбор материалов с высокой усталостной прочностью, применение специальных покрытий, повышающих износостойкость, а также оптимизация смазки являются ключевыми моментами в предотвращении усталостного изнашивания [14].

Фреттинг наблюдается в процессе эксплуатации соединений, которые должны быть неподвижными и плотно прилегающими друг к другу.

При фреттинг-коррозии скорость разрушения поверхностного слоя пропорциональна числу циклов перемещений и резко увеличивается с повышением амплитуды перемещений (рисунок 3). Но с ростом частоты колебаний скорость процесса уменьшается. Фреттинг-коррозия формулирует систему наблюдения за данным изнашиванием поверхностей шпоночных соединений [14]: Fe – O – H₂O (железо – кислород – вода).



Рисунок 3 – Фреттинг-коррозия вала

При увеличении удельного давления площадь увеличивается, но процесс разрушения поверхностного слоя прекращается в случае устранения осциллирующих движений на участках контакта [14].

При применении переходной посадки или посадки с зазором в соединении муфты (шпоночном соединении) шпонка является самым нагруженным элементом, так как она передает крутящий момент. Это зачастую приводит к выходу из строя шпоночных соединений. Такая ситуация обусловлена отсутствием натяга в соединении вала с муфтой, что приводит к перемещениям поверхности отверстия полумуфты относительно вала и увеличению скорости изнашивания.

Исходя из вышеуказанного, крутящий момент передается только через боковую поверхность шпонки и пазы вала и отверстия, что приводит к износу этих поверхностей, смятию пазов и срезу шпонки.

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. 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. 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, 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. 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, 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. Леонов, О. А. Расчет посадок с натягом при комбинированном нагружении / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Вестник машиностроения. – 2021. – № 3. – С. 25-28. – DOI 10.36652/0042-2021-3-25-28.
12. 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. – DOI 10.36652/0042-4633-2023-102-2-96-101.
13. ABC-анализ показателей качества картофелеуборочных комбайнов / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 7. – С. 4-5. – DOI 10.47336/0131-7393-2022-7-4-5.
14. Пупкова, Д. А. Обеспечение норм точности посадок цилиндрических соединений приводов муфт со шпонками при ремонте сельскохозяйственной

техники : специальность 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агро-промышленного комплекса» : дис. ... канд. техн. наук / Пупкова, Д. А. ; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва, 2024. – 128 с.

Об авторе:

Пупкова Дарья Александровна, ассистент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», bogolyubova@rgau-msha.ru.

About the author:

Darya A. Pupkova, assistant of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, bogolyubova@rgau-msha.ru.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПОДВЕСКОЙ ECAS НА А/М КАМАЗ-5490 (КАМАЗ-65206)

В. С. Сазонов, А. С. Апатенко

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

Аннотация. Рассмотрена модернизация схемы работы системы управления пневмоподвеской ECAS автомобиля КАМАЗ с двухканальной на одноканальную.

Ключевые слова: эффективность, изменения, пневмоподвеска, ECAS.

THE EFFECTIVENESS OF CHANGING THE AIR SUSPENSION CONTROL SYSTEM ON KAMAZ-5490 AND KAMAZ-65206 VEHICLES

V.S. Sazonov, A. S. Apatenko

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

Abstract. The modernization of the operation scheme of the ECAS air suspension control system of a KAMAZ car from a two-channel to a single-channel is considered.

Keywords: efficiency, changes, air suspension, ECAS.

Сегодня при обращении в автотехцентры автомобили КАМАЗ, достаточно часто, встречаются с системным дефектом: отсутствие давления в пневмобаллоне (пневмобаллонах) подвески, на одной из сторон автомобиля с сохранением давления в баллонах на другой стороне. В связи с этим, необходимо провести анализ и разработать рекомендации по устранению данного дефекта в условиях ремонтных мастерских.

Поэтому предлагается проработать изменение схемы работы системы управления пневмоподвеской автомобиля КАМАЗ с двухканальной на одноканальную.

Цель исследования: разработать предложения по устранению дефекта пневмоподвески автомобиля КАМАЗ путем модернизации схемы работы системы управления пневмоподвеской.

Основные характеристики и возможности исследуемой пневматической подвески: автоматическая регулировка высоты во время движения; функция демпфирования шасси; память высоты с загрузкой/без загрузки; различные регулировки высоты вождения; определение осевой нагрузки; Drive Assist функция дистанционного управления; управление переключателями альтернативной высоты подвески; автоматическая регулировка высоты движения при достижении автомобилем определенной скорости; управление максимальным крутящим моментом в диапазоне, допустимом нагрузкой на ведущий мост.

Наличие пульта дистанционного управления облегчает и ускоряет процесс подъема и опускания. До 2 различных высот вождения водитель может легко и быстро изменять высоту с помощью переключателей на приборной панели.



Рисунок 1 – Основные компоненты системы ECAS

Результаты исследований и обсуждений

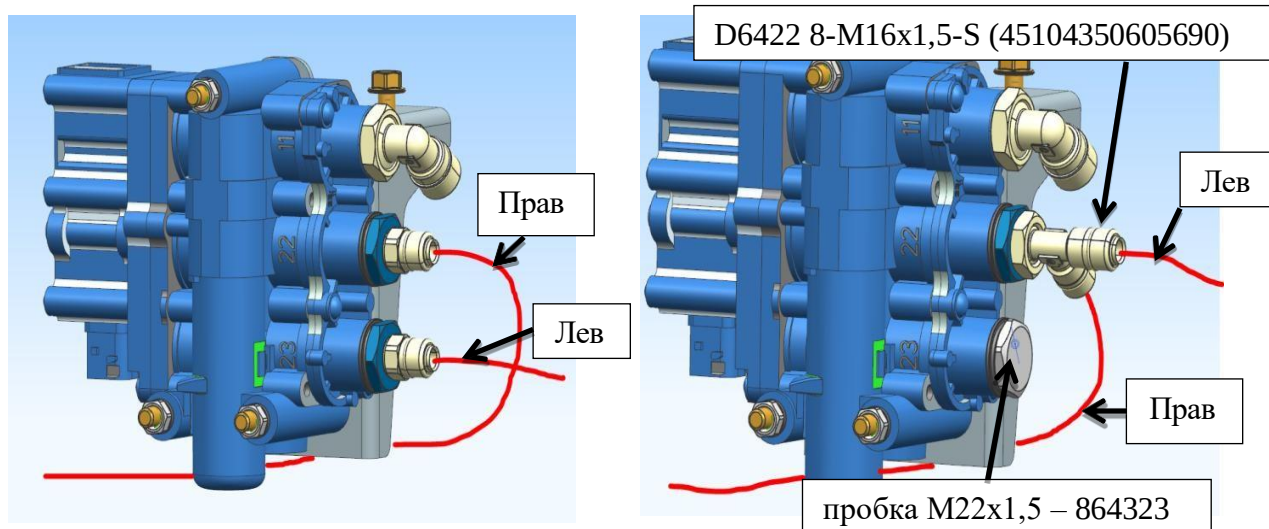
1. Пневматическая часть:

Для изменения двухканальной системы управления пневмоподвеской ECAS автомобиля КАМАЗ на одноканальную необходимо: левый(е) и правый(е) пневмобаллоны соединить между собой и запитать их с одного порта блока электропневмоклапанов ECAS (порт 22). Для этого необходимо:

Для автомобиля КАМАЗ-5490:

Заменить прямой фитинг DS 6510 8-M16x1.5-S (45104350605190), ввернутый в порт 22, на тройник D6422 8-M16x1,5-S (45104350605690). Демонтировать переходник 861340 и прямой фитинг DS 6510 8-M16x1.5-S (45104350605190), ввернутые в порт 23,

и заглушить этот порт пробкой М22х1,5 – 864323. Соединить трубки, идущие к пневмобаллонам с тройником в порту 22 (рисунок 2).



Стандартный вариант

Новый вариант

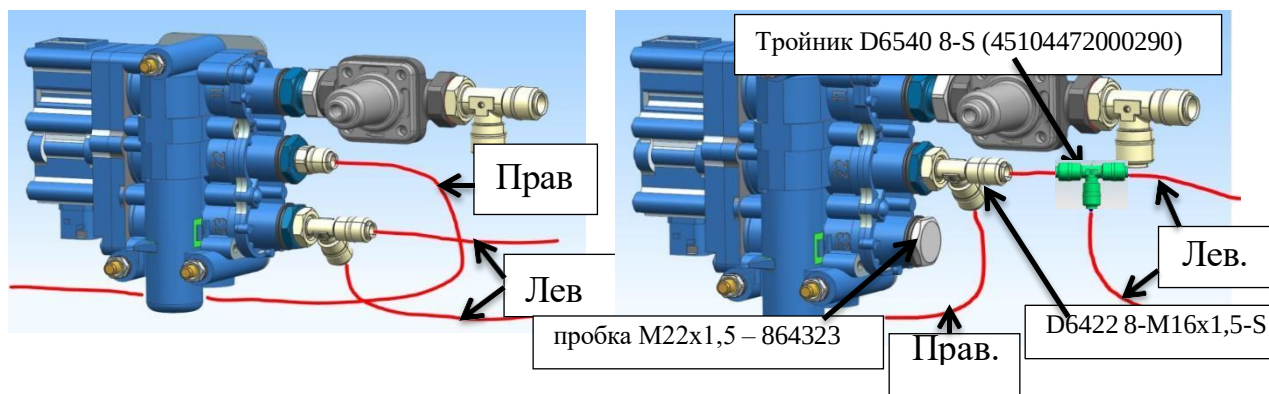
Рисунок 2- Схема доработки автомобиля КАМАЗ-5490

Комплект деталей для доработки автомобилей КАМАЗ-5490:

- тройник D6422 8-M16x1,5-S (45104350605690) – 1 шт.;
- пробка М22х1,5 – 864323 – 1 шт.

Для автомобиля КАМАЗ-65206:

Демонтировать тройник D6422 8-M16x1,5-S (45104350605690), ввернутый в порт 23 блока ECAS, и установить его взамен прямого фитинга DS 6510 8-M16x1,5-S (45104350605190) в порт 22. Демонтировать переходник 861340 из порта 22 и заглушить пробкой М22х1,5 – 864323. Соединение трубок от баллонов пневмоподвески с блоком электропневмоклапанов ECAS должно осуществляться согласно схеме, отображенной на рисунке 3.



Стандартный вариант

Новый вариант

Рисунок 3 - Схема доработки автомобиля КАМАЗ-65206

Все 4 баллона соединены с портом 22 с применением тройника проходного D6540 8-S (45104472000290).

Комплект деталей для доработки автомобилей КАМАЗ-65206:

- пробка M22x1,5 – 864323 – 1 шт.;
- тройник D6540 8-S (45104472000290) – 1 шт.

Для проведения работ как на автомобилях КАМАЗ 5490, так и на КАМАЗ 65206, необходимо:

- получить комплект деталей для доработки пневматической части системы;
- опустошить ресивер 4 контура (питание системы управления пневмоподвеской).

После монтажа тройников и соединения трубок провести проверку на герметичность мест соединения методом обмыливания, предварительно накачав систему воздухом. Появление пузырьков недопустимо.

2. Электрическая часть:

Для изменения двухканальной системы управления пневмоподвеской автомобиля ECAS на одноканальную необходимо:

- демонтировать и изолировать провод W344 из разъема X129 ячейки 5 блока управления ECAS.

- демонтировать и изолировать провод W338 из ячейки 10 разъема X129.

- Запараметрировать блок управления ECAS файлом параметров 5490-4010013 и провести калибровку системы согласно инструкции 5490-4080013И. Файл параметров 5490-4010013 находится в ООО «АвтоЗапчасть КАМАЗ».

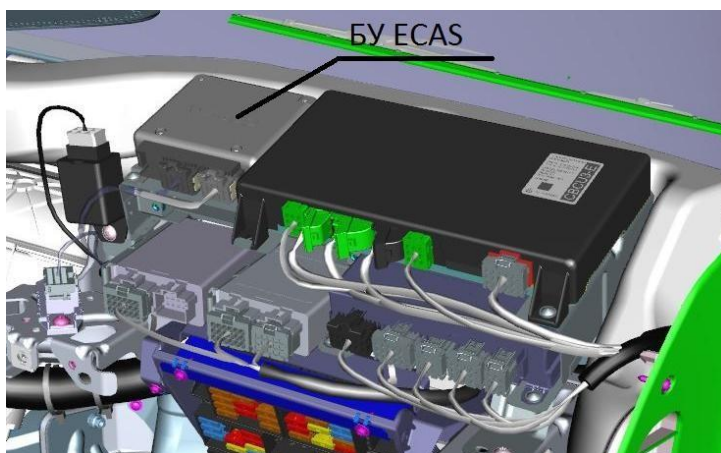


Рисунок 4 – Расположение блока управления ECAS в панели приборов

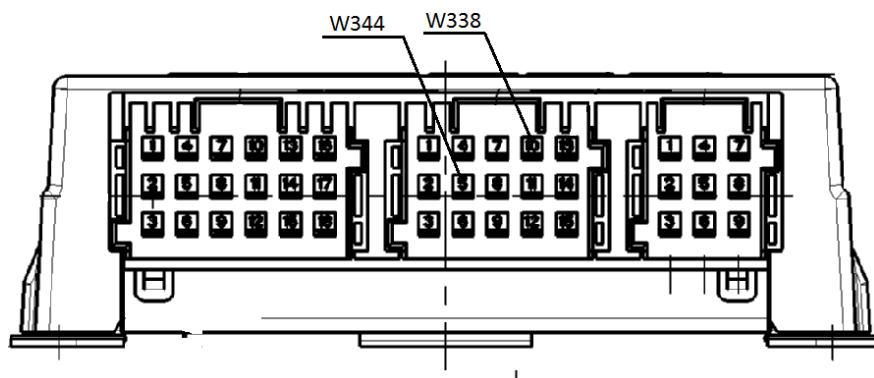


Рисунок 5 – Расположение контактов и проводов в разъеме X129

Выводы

Предложена конструктивная схемы работы системы управления пневмоподвеской ECAS автомобиля КАМАЗ-5490 (КАМАЗ-65206) с двухканальной на одноканальную. Проведенная модернизация позволяет избежать возникновение неисправности во время работы транспортного средства, в процессе проведенной доработки и испытания, которые показали высокую эффективность и безотказность системы.

Предложенные изменения, вносимые в подвеску, позволяют улучшить следующие показатели автомобиля КАМАЗ-5490 (КАМАЗ-65206): управляемость, надёжность, комфорт во время движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цифровизация в сфере технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники : аналитический обзор / И. Г. Голубев, Н. П. Мишуров, В. Ф. Федоренко [и др.]. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – 80 с. – ISBN 978-5-7367-1769-9.
2. Сайт АСП-Мастер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.aspmaster.ru.
3. Общая модель гидродинамической подвески заднего навесного устройства трактора / П. В. Сиротин, Н. Н. Пуляев, М. А. Лесик, Д. А. Федорова // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 17-18 января 2024 года. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 54-69.
4. Ротенберг, Р. В. Теория подвески автомобиля / Р. В. Ротенберг. – М. : Машгиз, 1951 – 217 с.
5. Ролле, В. Е. Теория движения наземных транспортных средств. Расчет плавности хода колесных машин / В. Е. Ролле, А. Г. Семенов. – СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2018.

6. Чепурина, Е. Л. Основы методики проектирования систем технического сервиса / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Севостьянова // Технический сервис машин. – 2019. – № 3(136). – С. 73-80.

7. Величко, А. В. Анализ процесса торможения автотранспортного средства / А. В. Величко // Транспортные средства Сибири : материалы межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск : КГТУ, 1995 – С. 83-89.

8. 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.

9. Менеджмент научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для сельскохозяйственного производства / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, А. В. Шарапова, А. В. Шарапова. – М. : МГУП, 2016. – 180 с.

10. 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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

11. Веденяпин, Г. В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М. : Колос, 1968 – 342 с.

Об авторах:

Сазонов Виктор Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», 89099871171@mail.ru.

Апатенко Алексей Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», a.apatenko@rgau-msha.ru.

About the authors:

Viktor S. Sazonov, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 89099871171@mail.ru.

Alexey S. Apatenko, D.Sc. (Engineering), professor, Head of Department of Mechanical Engineering and Power Engineering, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, a.apatenko@rgau-msha.ru.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТС АПК

А. Н. Самордин

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

Аннотация. Рассмотрены особенности внедрения статистических методов управления качеством на предприятиях ремонтного профиля с учетом требований стандартов ИСО серии 9000. Выделена роль ОТК в вопросах контроля качества.

Ключевые слова: системы качества, ремонт машин, качество ремонта, статистические методы контроля.

FEATURES OF THE INTRODUCTION OF STATISTICAL METHODS OF QUALITY MANAGEMENT AT AGRICULTURAL TECHNICAL SERVICE ENTERPRISES

A. N. Samordin

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

Abstract. The features of the introduction of statistical methods of quality management at repair enterprises, taking into account the requirements of ISO 9000 series standards, are considered.

Keywords: quality systems, machine repair, repair quality, statistical control methods.

Множество факторов определяют качество ремонта оборудования и техники в агропромышленном секторе [1-4]. В настоящее время доступны разнообразные методы для оптимизации как отдельных производственных операций, так и деятельности всего предприятия [5, 6]. Среди них система менеджмента качества (СМК) выделяется как наиболее результативный инструмент [7, 8].

Внедрение СМК демонстрирует значительные преимущества: повышается качество ремонтных работ, растёт конкурентоспособность услуг, сокращаются потери от брака, как внешнего [9, 10], так и внутреннего происхождения [11, 12], что в итоге приводит к снижению затрат на производство.

После того как принято решение о внедрении СМК и определены запросы клиентов, следующим ключевым шагом становится разработка политики качества предприятия и составление реестра процессов [13].

Техническое обслуживание играет основополагающую роль в работе агропромышленного комплекса России [14]. Его главной составляющей является машинно-тракторный парк, который обслуживают различные транспортные средства и сельскохозяйственная техника. Они необходимы для производства любой продукции как растительного, так и животного происхождения. Важно отметить, что затраты на поддержание технического парка в рабочем состоянии напрямую влияют на то, какой будет себестоимость продукции в аграрном секторе.

Для успешного внедрения и поддержания системы менеджмента качества организация обязана проводить регулярный мониторинг и измерения процессов [1], где это применимо, а также осуществлять их тщательный анализ.

В частности, дилерские центры должны:

- планировать и внедрять процессы мониторинга;
- проводить измерения и анализировать полученные данные;
- работать над постоянным улучшением качества услуг;
- демонстрировать соответствие продукции установленным требованиям;
- обеспечивать соблюдение нормативных документов в области СМК;

Особое внимание следует уделять выбору подходящих методов мониторинга. Эффективным инструментом являются статистические методы, которые помогают:

- отслеживать качество предоставляемых услуг;
- выявлять области, требующие улучшения;
- повышать результативность системы менеджмента качества;
- обеспечивать удовлетворенность клиентов.

Такой комплексный подход к мониторингу и анализу позволяет организации не только соответствовать требованиям СМК, но и постоянно совершенствовать свою деятельность

Статистические методы контроля качества стали неотъемлемой частью промышленного производства, демонстрируя ряд существенных преимуществ:

- сокращение времени на проведение контрольных операций;
- повышение эффективности контроля;
- своевременное выявление отклонений в технологических процессах;

- предотвращение выпуска бракованной продукции.

Особое значение этих методов заключается в их соответствии требованиям стандартов ИСО серии 9000, которые акцентируют внимание на предупреждении несоответствий продукции.

При внедрении статистических методов в сфере технического обслуживания и ремонта следует рассматривать их как комплексную систему взаимосвязанных мероприятий, направленных на повышение эффективности производства и улучшение качества предоставляемых услуг.

Успешное внедрение статистических методов требует:

1. поэтапного подхода;
2. учета внутренних и внешних факторов;
3. четкой координации действий между различными службами и подразделениями предприятия.

Такой системный подход к внедрению статистических методов является ключевым фактором для создания эффективной системы менеджмента качества как в дилерских центрах, так и на предприятиях технического сервиса.

На рисунке 1 приведен алгоритм действий служб и подразделений предприятий инженерно-технической системы агропромышленного комплекса при внедрении статистических методов управления качеством продукции.

Отдел технического контроля (ОТК) играет ключевую роль в внедрении статистических методов управления качеством на предприятиях агропромышленного комплекса. Основные функции ОТК включают:

1. Входной контроль:

- проверка качества материалов;
- контроль комплектующих изделий;
- оценка пригодности компонентов для ТО и ремонта.

2. Документационное обеспечение:

- разработка предложений по рекламациям;
- создание и ведение контрольных карт;
- согласование нормативно-технической документации;

- подготовка документации по вопросам точности и стабильности процессов.



Рисунок 1 – Этапы внедрения статистических методов управления качеством на предприятиях ТС АПК

3. Аналитическую работу:

- сбор и анализ данных входного контроля;
- анализ результатов операционного контроля;
- оценка данных приемочного контроля;
- формирование базы данных для последующих оценок.

4. Оперативное управление:

- информирование производственного персонала о выявленных отклонениях;
- принятие мер по устранению несоответствий;

- координация действий с технической и экономической службами.

5. Финальный контроль:

- окончательная приемка отремонтированной продукции;
- проведение летучего контроля;
- подтверждение соответствия продукции установленным требованиям.

Такой комплексный подход к организации работы отдела технического контроля обеспечивает:

- своевременное выявление отклонений;
- предотвращение выпуска некачественной продукции;
- постоянное улучшение качества ремонта;
- эффективное внедрение статистических методов контроля;
- повышение общей эффективности производства.

Важно отметить, что успешное выполнение всех этих функций требует тесного взаимодействия ОТК с другими подразделениями предприятия и постоянного обмена информацией между всеми участниками процесса.

Применение статистических методов управления качеством на предприятиях инженерно-технической системы агропромышленного комплекса является неизбежным следствием формирования рыночных условий в сельскохозяйственном производстве и конкуренции на рынке услуг по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. 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. – № 8. – С. 701-704.
3. Оценка качества услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта / Н. Ж. Шкаруба, Г. Н. Темасова, Ю. Г. Вергазова [и др.]. – М. : ООО «Издательство «Спутник+», 2021. – 172 с.
4. 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. – № 5. – С. 421-426.

5. Внедрение элементов бережливого производства на промышленных предприятиях / Г. Н. Темасова, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2023. – № 6. – С. 41-46.
6. 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.
7. Оценка экономической эффективности функционирования системы менеджмента качества на ремонтных предприятиях / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Научный результат. Серия: Технология бизнеса и сервиса. – 2016. – Т. 2, № 1(7). – С. 51-56.
8. Методика расчета эффективности функционирования системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова // Компетентность. – 2020. – № 3. – С. 26-31.
9. Оценка внешних потерь на предприятиях технического сервиса в АПК / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба [и др.] // Сельский механизатор. – 2020. – № 9. – С. 34-35.
10. 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.
11. Леонов, О. А. Методика оценки внутренних потерь для предприятий ТС в АПК при внедрении системы менеджмента качества / О. А. Леонов, Г. Н. Темасова // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1 (52). – С. 128-129.
12. 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. – DOI 10.24412/1993-8780-2021-2-32-38.
13. Научные основы организации системы менеджмента качества на предприятиях ТС в АПК / М. Н. Ерохин, О. А. Леонов, В. В. Карпузов [и др.]. – Ставрополь : Логос, 2020. – 176 с. – ISBN 978-5-907258-89-1.
14. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : Изд-во ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

Об авторе:

Самордин Андрей Николаевич, соискатель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», asamordin@rgau-msha.ru.

About the author:

Andrey N. Samordin, applicant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, asamordin@rgau-msha.ru.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ОВЦЕВОДСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. А. Самохин

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса», р. п. Правдинский, Московская область, Российская Федерация

Аннотация. В условиях развития сельского хозяйства Российской Федерации возникает необходимость в расширении мер государственной поддержки и развитии взаимодействия между элементами организационно-экономического механизма (ОЭМ). В данной статье особое внимание уделяется описанию возможностей совершенствования ОЭМ овцеводства, так как он нуждается в большем содействии со стороны государства и других субъектов для раскрытия производственного и экспортного потенциала данной отрасли.

Ключевые слова: овцеводство, организационно-экономический механизм, сельское хозяйство, государственная поддержка, экспорт.

THE POSSIBILITIES OF IMPROVING THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM OF SHEEP BREEDING IN THE RUSSIAN FEDERATION

V. A. Samokhin

Russian Scientific Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-industrial Complex, Pravdinsky district, Moscow Region, Russian Federation

Abstract. In the context of the development of agriculture in the Russian Federation, there is a need to expand government support measures and develop interaction between the elements of the organizational and economic mechanism (OEM). In this article, special attention is paid to the description of the possibilities for improving the sheep breeding OEM, as it needs more assistance from the state and other entities to unlock the production and export potential of this industry.

Keywords: sheep breeding, organizational and economic mechanism, agriculture, state support, exports.

Анализ организационно-экономического механизма овцеводства показал, что между его элементами (государственными организа-

ями, производителями, посредниками, финансовыми, научными и другими организациями) существует целая система взаимосвязей. Центральным элементом ОЭМ выступает Министерство сельского хозяйства, которое агрегирует информацию о развитии овцеводства, готовит документы, которые являются третьим элементом ОЭМ овцеводства, и распределяет финансирование государственных институтов, федеральных и региональных программ, грантовую поддержку, проводит мониторинг рынка продукции данной отрасли [5]. В связи с этим оно связано со всеми государственными элементами организационно-экономического механизма овцеводства. Это приводит к существенной его централизации и необходимости концентрации всей информации и ресурсов на уровне федерального министерства, что приводит к снижению его эффективности и увеличению продолжительности процессов принятия решений. Согласование параметров государственной поддержки и субсидирования проводит Министерство экономического развития Российской Федерации. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации изучает особенности работы исследовательских институтов, разрабатывает программы и другие стратегические документы, а также распределяет финансирование на основе грантовых и других программ изучения определенных проблем.

При этом наблюдаются «проблемные узлы» в коммуникации между ними. В первую очередь необходимо отметить высокую продолжительность сбора информации от региональных министерств и ведомств, ответственных за анализ рыночной ситуации в овцеводстве. Необходимо развитие электронных коммуникационных и аналитических инструментов, которые позволят оперативно и просто заполнять показатели по каждому хозяйству как для товаропроизводителей, так и для региональных министерств, ответственных за реализацию соответствующих программ. Важным аспектом является расширение частной поддержки и взаимодействие на уровне ассоциаций представителей различных индустрий: самого овцеводства, производителей мяса, оптовых и розничных сетей, производителей сельскохозяйственной техники и субъектов легкой промышленности.

Это позволит сделать курс расширения поддержки более ориентированным на реальных производителей и на аргументированное и последовательное решение проблем, связанных с развитием рынка. Возникает необходимость и в более тесном взаимодействии между

научными организациями и производителями для эффективной интеграции практико-ориентированных технологий в отрасль. Также важно обеспечивать диалог и дискуссию производителей и образовательных организаций для формирования устойчивых механизмов подготовки актуального пула специалистов для решения проблем отрасли на федеральном и региональном уровнях.

Анализ мер государственной поддержки овцеводства в Российской Федерации показал, что федеральное и региональные Министерства сельского хозяйства содействуют развитию преимущественно мясного овцеводства. Это ограничивает возможности для развития шерстяного овцеводства и расширения поголовья тонкорунных овец. Кроме того, возникает необходимость в расширении мер поддержки не только за счет экономических мер, но и содействия технологическому развитию, образовательных программ, различных мероприятий, направленных на ознакомление с возможностями совершенствования малого и среднего бизнеса в этой отрасли.

Наиболее целесообразным с точки зрения государственной инвестиционной политики в сфере сельского хозяйства представляется предложение о внесении в законодательные акты норм о поддержке российских производителей продукции овцеводства, активно инвестирующих в цифровое сельское хозяйство [8]. При этом речь должна идти о комплексном подходе к этому вопросу и создании методики, на основании которой государство будет поддерживать инвесторов. Для всех видов техники необходимо определить инновационные решения, которые дадут возможность включить ее в перечень на право получения преференций от государства (беспилотное управление, автоматическая обработка или роботизированный сбор урожая с центральным управлением, организация цифрового полива и т. д.). В этом случае разработчик, производитель или приобретатель такой современной техники будет иметь право на государственную помощь. Представляется необходимым на региональном уровне предусмотреть меры поддержки, направленные на развитие племенной и селекционной работы, а также внедрять инновационные решения [3].

Для определения критериев оказания субсидий предприятиям, инвестирующим в цифровую технику, должны быть разработаны специальные технические регламенты, согласно которым техника должна быть разделена по направлениям использования (животноводство, рас-

тениеводство), по виду выполняемых работ, по обрабатываемым культурам и т. д., что позволит сделать процесс мониторинга более прозрачным и понятным для различных элементов ОЭМ овцеводства.

Второй группой заинтересованных сторон являются частные организации, которые вовлечены в различные этапы производства, транспортировки и переработки продукции овцеводства. Особенности деятельности транспортно-логистических компаний заключаются в том, что баранина представляет собой скоропортящийся товар, что актуализирует проблемы поддержания температурного режима на всем протяжении доставки. В нашей стране, где данная отрасль слабо развита и ее услуги не пользуются должным спросом из-за высокой стоимости создания логистических объектов, отсутствует достаточная государственная финансовая поддержка, что ограничивает возможности применения в полной мере эффективных современных материалов и оборудования [1]. Но, несмотря на различные проблемы, отечественные предприниматели делают уверенные шаги в направлении развития этой сферы. Важным для отрасли являются разработка и внедрение единых стандартов холодной логистики.

Следует отметить выраженную роль общественных и религиозных организаций в стабилизации и развитии организационно-экономического механизма овцеводства. Это обусловлено значимостью традиций и культуры в потреблении баранины. В качестве примера такого механизма возможно привести международную сертификацию халяль, которая открывает возможности для сбыта продукции овцеводства в страны с преимущественно мусульманским населением. Это важно в том числе для развития сотрудничества со странами Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока, которые в условиях меняющейся системы международных отношений остаются дружественными для России. Учет традиций и культурных особенностей населения страны-импортера, в том числе через специализированную сертификацию и брендинг продукции, поддержит спрос на продукт, укрепит репутацию вендора как социально-ответственного производителя, что в совокупности обеспечит более глубокое проникновение на зарубежные рынки [2].

При этом цифровизация по всей цепочке оборота продукции облегчает процессы сертификации государственного контроля трансграничной торговли, но при этом сельскохозяйственные предприятия и другие участники рынка становятся более уязвимыми к негативным

внутренним и внешним факторам [4]. Для экспортеров мясной продукции это достаточно болезненный фактор, поскольку любой срыв логистических процессов и замедление в доставке товара могут привести к его порче или даже угрозе жизни потребителей.

Таким образом, существует потенциал к совершенствованию организационно-экономического механизма современного овцеводства для достижения синергетического эффекта от взаимодействия его различных элементов, своевременного выявления и решения проблем, а также обеспечения экономической, организационной, экологической и социальной эффективности данной отрасли. Важнейшим аспектом является повышение значимости и престижности овцеводства в структуре сельского хозяйства. Для этого важно формирование среди потребителей культуры потребления продукции отечественного овцеводства, что в свою очередь повысит инвестиционную привлекательность отрасли и приведет к созданию новых проектов, раскрывающих потенциал данного направления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бекмурзаев, И. Д. Проблемы и перспективы развития рынка холодной логистики / И. Д. Бекмурзаев, В. Я. Серба, А. А. Волкова // Индустриальная экономика. – 2023. – №. 1. – С. 27-32.
2. Голова, А. Г. Факторы, влияющие на экспортный потенциал мясной продукции / А. Г. Голова, Д. И. Дедова // Экономические системы. – 2022. – № 2.
3. Маринченко, Т. Е. Повышение эффективности овцеводства в России / Т. Е. Маринченко, Т. Н. Кузьмина // Аграрная наука и инновационное развитие животноводства – основа экологической безопасности продовольствия. – 2023. – С. 119-124.
4. Перспективы индустриализации овцеводства России / И. В. Церенов, Ю. А. Юлдашбаев, А. М. Абдулмуслимов [и др.] // Индустриальная экономика. – 2022. – Т. 2, № 4. – С. 190-196.
5. Формирование системы аналитического мониторинга рынка продукции овцеводства / Л. И. Хоружий [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2024. – №. 4. – С. 35-39.
6. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2024. – 175 с.
7. Самохин, В. А. Проблемы овцеводства как элемента современного агропромышленного комплекса Российской Федерации / В. А. Самохин // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XVI Международной научно-практической Интернет-конференции, п. Правдинский,

Московская область, 06 июня 2024 года. – М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2024. – С. 720-726.

8. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 1. – С. 33-38.

9. Развитие организационно-экономического механизма в АПК России / А. Г. Папцов, И. Г. Ушачев, В. В. Маслова [и др.]. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2023. – 325 с.

Об авторе:

Самохин Василий Александрович, аспирант, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса».

About the author:

Vasily A. Samokhin, postgraduate student, Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support for the Agro-Industrial Complex.

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СМЕСИТЕЛЯ-КОРМОРАЗДАТЧИКА ПУТЕМ МОДУЛЬНОЙ ЗАМЕНЫ ИЗНАШИВАЕМЫХ ЧАСТЕЙ

Н. Д. Самуков

Научный руководитель – Д. М. Скороходов

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

Аннотация. Рассмотрены особенности восстановления работоспособности смесителя-кормораздатчика путем модульной замены изнашиваемых частей. По результатам анализа рассмотрены основные места износа, определены выводы по ремонту опасных зон.

Ключевые слова: смеситель-кормораздатчик, корм, рабочий орган, звездочка, износ.

FEATURES OF RESTORING THE EFFICIENCY OF THE FEED MIXER BY MODULAR REPLACEMENT OF WEAR PARTS

N. D. Samukov

Scientific advisor – D. M. Skorokhodov

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

Abstract. The features of restoring the operability of the mixer-feed dispenser by modular replacement of wear parts are considered. Based on the results of the analysis, the main places of wear and certain conclusions on the repair of hazardous areas are considered.

Keywords: mixer-feed dispenser, feed, working body, asterisk, wear.

Сейчас сложно представить себе современную животноводческую ферму без кормораздатчика. Это устройство позволяет получать высококачественный, легкоусвояемый смешанный и измельчённый корм для животных.

В этой статье мы рассмотрим ресурс рабочего витка шнека – основного элемента кормораздатчика, отвечающего за крепление ножей, измельчение и перемешивание загруженной массы корма.

Для начала рассмотрим основные места износа шнека кормораздатчика. На рисунке 1 представлено фото основного рабочего органа

горизонтального кормораздатчика KUHN. Как мы можем видеть основной износ приходится на середину шнека. Так происходит из-за принципа перемешивания корма. Шнек сделан таким образом, что загружаемые корма (основными компонентами корма, загружаемого в кормораздатчик, являются: силос, сенаж, сено, солома, концентрированные корма (рапсовый шрот, свекловичный жом, комбикорм и т.д.)) сталкиваются витками шнека в середины, тем самым образуя место повышенного давления. Из данного факта следует, что основной износ будет приходиться на витки шнека, которые находятся по середине, а витки, находящиеся по краям шнека, почти не подвержены износу.

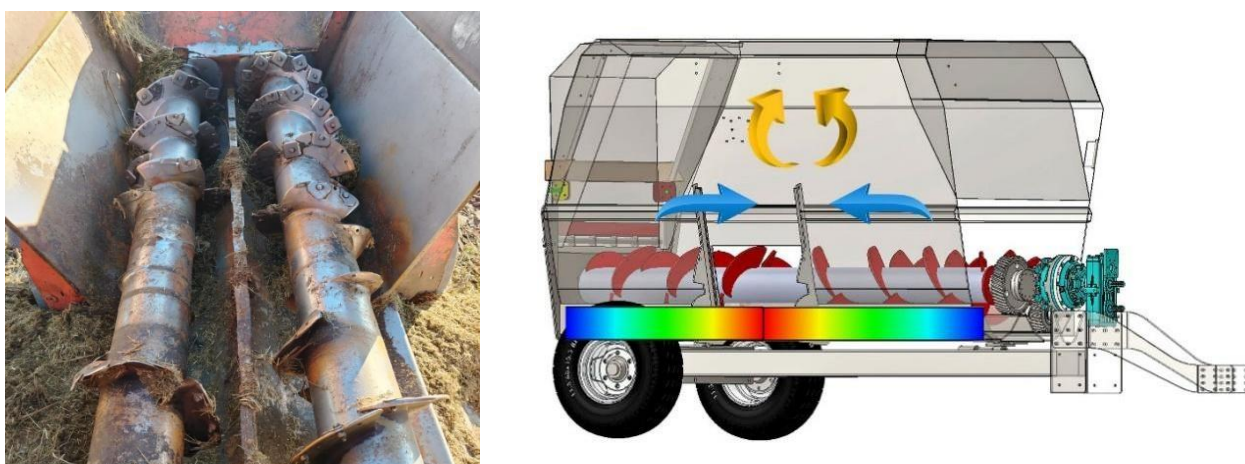


Рисунок 1 – Вид рабочих органов кормораздатчика

Как мы можем наблюдать на рисунке 1, середина шнека пришла в совсем не годное к эксплуатации состояние. Использование кормораздатчика в таком состоянии возможно, но с сопутствующими проблемами. К таким проблемам относятся: увеличение времени перемешивания, неравномерность перемешивания, плохое измельчение, увеличение потребляемой мощности от трактора и т.д. Все эти проблемы приносят дополнительные затраты для хозяйств, что в свою очередь снижает рентабельность производства сельскохозяйственной продукции.

Замена всего шнека это трудоемкая и длительная по времени операция, требующая наличия специального оборудования, но её можно избежать, используя метод модульной замены изнашиваемых частей. На рисунке 2 мы можем видеть разницу изношенного и только изготовленного витка шнека. Данная лопасть была спроектирована, основываясь на геометрические размеры менее изношенных лопастей с учетом износа.



Рисунок 2 – Изношенный виток шнека в сравнении с новым

Принцип модульной замены изнашиваемых частей шнека заключается в замене витков шнека без снятия самого шнека с машины, что в свою очередь помогает экономить время и средства при ремонте смесителей-кормораздатчиков. Процесс делится на 5 этапов:

1. Очистка и подготовка;
2. Удаление изношенных частей;
3. Финишная подгонка изготовленного витка;
4. Приварка нового витка;
5. Установка ножей.

Очистка и подготовка – важный этап, отвечающий за безопасность на рабочем месте при замене витков. Необходимо удалить все остатки корма, находящиеся в кормовой ванне после последнего смешивания, чтобы избежать их возгорания при удалении старого и сварке нового витка.

Удаление изношенных частей. На данном этапе происходит удаление изношенного витка шнека, с трубы на которой он крепится. Можно использовать разные методы резки металла. Наиболее удобным является использование плазмореza, с помощью которого можно добиться ровного реза на криволинейных заготовках. Далее производится обтачивание сердцевины шнека для удаления остатков резки.

Финишная подгонка изготовленного витка. Так как во время работы шнек может изнашиваться не равномерно, новый виток шнека с вырезанной на лазерном станке с ЧПУ нижней дугой может не ровно вставать на место крепления. Плюсом при удалении старого витка могут остаться впадины и бугры прошлой сварки, что в свою очередь затруднит процесс сварки и сделает её менее прочной. Чтобы избежать

таких явлений производят финишную подгонку витка шнека к плоскости сердцевины шнека.

Приварка нового витка – важный этап, требующий специальных навыков и оборудования, но из-за постоянного применения сварочных работ при ремонте сельскохозяйственной техники не вызывающий трудностей в найме специалистов и приобретении оборудования. Именно от этого этапа зависит будущее работы кормораздатчика. Сварка должна осуществляться качественно и без дефектов, так как на виток шнека приходится большие нагрузки практически во всех направлениях. Сварку следует производить специальными электродами, подходящими по составу для свариваемых сталей.

Установка ножей – заключительный этап восстановления работоспособности кормораздатчика. Установка ножей должна производиться в порядке, установленном производителем. Следует использовать только качественные крепежные элементы, которые способны держать большие нагрузки. Обычно производители рекомендуют использовать болты классом прочности не ниже 10.9.

Основываясь на методе, приведенном в статье, можно вернуть рабочее состояние кормораздатчику в течении 1 суток, что в свою очередь не сильно скажется на процессах кормления и раздачи кормов. Оборудование для проведения данных операций есть почти в каждой мастерской, что и делает его доступным для большого количества хозяйств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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. – ISBN 978-5-7367-1569-5.
2. 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» : автореферат дис. ... доктора техн. наук / Казанцев Сергей Павлович. – Москва, 2006. – 32 с.
3. Чеха, О. В. Инновационные подходы к технологическим методам нанесения упрочняющих покрытий на рабочие элементы оборудования и машин для мясопереработки / О. В. Чеха, К. М. Логачев // Заметки ученого. – 2022. – № 7. – С. 201-205.
4. Казанцев, С. П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий / С. П. Казанцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2003. – № 7. – С. 30-32.

5. Унификация расчетов производительности транспортных и транспортно-технологических средств / Н. А. Майстренко, В. П. Уваров, А. Г. Левшин [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 637-658. – DOI 10.15507/2658-4123.030.202004.637-658.

6. 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» : дис. ... канд. техн. наук / Толстоухова Татьяна Николаевна. – зерноград, 2001. – 213 с.

7. Обоснование конструктивно-технологической схемы раздатчика стельчатых кормов / М. С. Елисеев, Д. А. Рыбалкин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарева // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 6. – С. 91-93.

8. Контроль качества запасных частей сельскохозяйственной техники автоматизированным измерительным устройством / А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев, К. А. Краснящих, Д. М. Скороходов // Наука без границ. – 2018. – № 2(19). – С. 44-50.

9. Основы применения теории массового обслуживания для процессов возделывания сельскохозяйственных культур / В. П. Чайка, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк [и др.]. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 200 с.

Об авторах:

Самуков Николай Дмитриевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», Nik.samik@yandex.ru.

Научный руководитель – Скороходов Дмитрий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», d.skorokhodov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Nikolay D. Samukov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Nik.samik@yandex.ru.

Scientific advisor – Dmitry M. Skorokhodov, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, d.skorokhodov@rgau-msha.ru.

ТРАНСПОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А. В. Сендерская, О. Р. Попиль

Научный руководитель – Р. Н. Егоров

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

Аннотация. Эффективные транспортные системы необходимы для обеспечения технологий возделывания сельскохозяйственных культур и снижения затрат при производстве.

Ключевые слова: картофель, транспортировка, транспортно-технологический комплекс.

TRANSPORTATION SERVICES IN THE CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS

A. V. Senderskaya, O. R. Popil

Scientific advisor – R. N. Egorov

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

Abstract. Efficient transportation systems are necessary to ensure crop cultivation technologies and reduce production costs.

Keywords: grain, transportation, transport and technological complex.

Транспортные услуги при выращивании картофеля играют ключевую роль в цепочке поставок сельскохозяйственной продукции, обеспечивая эффективное доведение этого широко потребляемого продукта до рынков сбыта при сохранении его качества и свежести. Важность этих услуг подчеркивается необходимостью в эффективных логистических системах, способных справляться со сложностями распределения продукции в различных географических регионах. Поскольку мировой спрос на картофель продолжает расти, инновации в методах и технологиях транспортировки становятся все более важными для поддержания производства и расширения доступа к рынкам сбыта, тем самым способствуя экономическому развитию в регионах, где выращивают картофель.

В логистике картофеля используются различные виды транспорта, каждый из которых имеет свои уникальные преимущества и недостатки. Грузовики в основном используются для перевозки на дальние расстояния, а по полям может использоваться тракторно-транспортный агрегат.

Внедрение машин с электроприводом привлекает внимание своим потенциалом по сокращению зависимости от нефтяных топлив и сокращению выбросов углекислого газа, что свидетельствует о растущем внимании к экологичным методам в этом секторе.

Усовершенствованные логистические модели, такие как сегментированная модель перевалки, позволяют оптимально распределять ресурсы и планировать маршруты, повышая как экономическую эффективность, так и экологическую устойчивость при транспортировке картофеля.

Однако транспортировка сопряжена с определёнными трудностями. Колебания цен на топливо существенно влияют на операционные решения, а рост цен стимулирует переход к более экономичным транспортным решениям.

Кроме того, такие проблемы, как загруженность дорог и сложности при мультимодальных перевозках, могут препятствовать своевременным доставкам и ухудшать качество продукции.

Решение этих проблем имеет решающее значение для повышения устойчивости цепочки поставок картофеля, особенно в условиях растущего спроса на рынке.

Примечательно, что стремление к экономичным и экологичным транспортным решениям привело к инновациям в сельскохозяйственной логистике, в том числе к использованию автономных машин и робототехники в оптимизации процессов.

Один из эффективных подходов предполагает использование разнородного автопарка, в котором для оптимизации логистических операций объединяются различные типы транспортных средств. Эта модель обычно сочетает транспортные средства, работающие на нефтяном топливе, для перевозок на дальние расстояния с электромобилями для доставки конкретному потребителю в городах. Сегментированная модель перевалки демонстрирует значительные преимущества, в том числе снижение эксплуатационных расходов и выбросов токсичных веществ, тем самым поддерживая экологию городов.

Используя транспортные средства с ДВС для дальних перевозок и электромобили для коротких маршрутов, эта модель повышает эффективность доставки, соблюдая при этом экологические стандарты.

Сегментированная модель перевалки особенно выгодна в контексте логистики свежих продуктов. Такой подход позволяет гибко распределять транспортные задачи в зависимости от расстояния и требований к загрузке, что оптимизирует планирование перевозок и распределение ресурсов.

На транспортные расходы сильно влияют колебания цен на топливо, которые напрямую влияют на выбор типа транспортного средства для перевозки. По мере роста цен на топливо экономические стимулы для использования электромобилей увеличиваются, что может привести к значительному сокращению потребления углеводородов. И наоборот, снижение цен на топливо может привести к увеличению использования транспортных средств с ДВС, что приведёт к увеличению общих выбросов.

Для улучшения планирования маршрутов для разнородных автопарков были разработаны передовые методы оптимизации маршрутов, такие как усовершенствованный алгоритм оптимизации муравьиных колоний. Эта оптимизация направлена не только на минимизацию транспортных расходов, но и на сокращение расстояний и времени.

Применяя эти алгоритмы, поставщики логистических услуг могут повысить общую эффективность систем транспортировки, обеспечивая своевременную доставку и сводя к минимуму энергопотребление и воздействие на окружающую среду.

Внедрение автономных машин меняет подход к сельскохозяйственным перевозкам. Беспилотные тракторы оснащены сложными алгоритмами, которые позволяют им работать непрерывно, устраняя нехватку рабочей силы и повышая производительность, что очень важно в условиях дефицита благоприятных погодных условий в период уборочных работ. Ведущие компании, такие как John Deere и AGCO, внедрив эти инновации, выполняют посадку, внесение удобрений и сбор урожая, с минимальным вмешательством в технологию и в сжатый период. Такая механизация не только повышает эффективность работы, но и экономит моторесурс машин.

Эффективные транспортные системы необходимы для удовлетворения мирового спроса на эту широко потребляемую культуру, позволяя осуществлять ее распределение из регионов-производителей в районы потребления независимо от географических ограничений.

Процесс транспортировки не только обеспечивает потребителям доступ к картофелю, но и стимулирует экономический рост в регионах-производителях картофеля, создавая рабочие места и упрощая торговлю.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобильные перевозки / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, А. М. Карев, Н. Н. Пуляев [и др.]. – М. : ФГБНУ Росинформагротех, 2018. – 554 с.
2. Егоров, Р. Н. Обеспечение качества перевозки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 62-67.
3. Патент на полезную модель № 211830 U1 Российская Федерация, МПК A01B 29/04, A01B 29/06. Почвообрабатывающий каток : № 2022105078 : заявл. 25.02.2022 : опубл. 24.06.2022 / В. И. Пляка, С. П. Казанцев, С. М. Каткова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».
4. Патент на полезную модель № 215975 U1 Российская Федерация, МПК A01B 29/04, A01B 29/06. Почвообрабатывающий каток : № 2022124714 : заявл. 20.09.2022 : опубл. 11.01.2023 / В. И. Пляка, С. П. Казанцев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».
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. 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.
7. Егоров, Р. Н. Логистика в грузовых автомобильных перевозках / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев. – М. : ООО «Автограф», 2021. – 127 с.
8. Богданов, В. С. Перевозка нефтепродуктов автомобильным транспортом в условиях АПК / В. С. Богданов, Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких. – М. : ООО «Автограф», 2017. – 260 с.
9. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев, А. Г. Гамидов. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 68 с.
10. 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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

Об авторах:

Сендерская Алёна Владимировна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Попиль Олег Романович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Егоров Роман Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», egorov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Alena V. Senderskaya, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Oleg R. Popil, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Roman N. Egorov, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, egorov@rgau-msha.ru.

УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

И. С. Сытьков, 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 данной статье рассмотрена устойчивость техники как показатель безопасности перевозки сельскохозяйственной продукции. Проведён анализ факторов, которые оказывают влияние на устойчивость, таких как, распределения груза внутри полуприцепа, виды полуприцепов, тип шин.

Ключевые слова: устойчивость, транспортное средство, сельскохозяйственная продукция, груз, полуприцеп, шины, перевозки.

SUSTAINABILITY AS AN INDICATOR OF THE SAFETY OF TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS

I. S. Sytkov, D. S. Fedotkina

Scientific advisor – D. M. Dudin

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

Abstract. This article examines the stability of machinery as an indicator of the safety of transportation of agricultural products. The analysis of factors that influence stability, such as the distribution of cargo inside a semi-trailer, types of semi-trailers, and type of tires, is carried out.

Keywords: sustainability, vehicle, agricultural products, cargo, semi-trailer, tires, transportation.

Введение

Обеспечение безопасности перевозки сельскохозяйственной продукции является важной задачей в сельском хозяйстве. Сохранение устойчивости транспортных средств имеет решающее значение в предотвращении аварий и сохранении качества перевозимого груза. Потеря же устойчивости может привести к опрокидыванию, гибели людей, потери первоначального вида груза и значительным экономическим потерям.

Влияние шин на устойчивость транспортных средств

На устойчивость движения могут влиять практически все геометрические параметры транспортного средства, конструктивные особенности подвески, некоторые элементы трансмиссии [1, 2].

Перевозки сельскохозяйственных грузов постоянно сопровождаются движением транспортного средства поперёк склона, боковая составляющая силы тяжести груза вызывает перераспределение нагрузки на колёса.

Таблица 1 – Влияние типа шин на устойчивость транспортного средства

Виды шин	Применение	Отличительные особенности
Пневматические шины	Для перевозки груза на твердых покрытиях и транспортировке его на расстоянии по дорогам общего пользования	Ограниченное сцепление на мягких почвах, большой риск уплотнения грунта. При равномерном распределении груза и движении по твердым дорожным покрытиям обеспечивают хорошую устойчивость.
Шины низкого давления	Для перевозки груза по мягким почвам или полям, а также перемещения по влажным, рыхлым, песчаным грунтам	Имеют увеличенную ширину, что позволяет равномерно распределить нагрузку на грунт, большая площадь контакта с поверхностью улучшает сцепление с дорогой. У таких шин лучше устойчивость при движении по мягким и влажным грунтам в сравнении с обычными шинами.
Шины сверхнизкого давления	Используются в условиях особо мягких и слабонесущих грунтов и где требуется минимальное воздействие на почву	Имеют лучшее сцепление на слабонесущих грунтах, снижая риск пробуксовки, на твердых покрытиях устойчивость сильно ухудшается из-за большой деформации и ограниченной скорости.
Шины с технологией VF	Для тракторов и прицепов, используемых на дорогах общего пользования и в полях, а также в условиях, где применяют шины низкого давления	Они универсальны для сельскохозяйственных работ, где техника используется на полях и при перевозке по твердым покрытиям. Обладают такими же характеристиками устойчивости, что и обычные пневматические шины, и шины низкого давления

При движении по сельскохозяйственным площадям могут использоваться обычные пневматические шины, шины низкого давления, шины сверхнизкого давления, шины с технологией VF (Very High Flexion). Шинам с индексом VF требуется меньшее давление воздуха, и они

рассчитаны на эксплуатацию при низком давлении, поэтому пятно контакта у них больше, а значит, снижается уплотнение почвы) [3].

Размещение груза и его влияние на устойчивость

Один из факторов, оказывающий влияние на устойчивость, является размещение груза внутри полуприцепа и распределение его по осям. Неправильное распределение груза может повлиять на устойчивость транспортного средства. При загрузке, например, сыпучего груза выше рекомендуемого уровня (для большинства полуприцепов рекомендуется загружать груз на высоту не более двух третей от общей высоты кузова), центр тяжести смещается вверх, что увеличивает риск опрокидывания на поворотах или при резком маневрировании [4].

Неравномерное размещение груза (например, размещение груза на одной оси больше, чем на другой) приводит к крену транспортного средства, ухудшая устойчивость и затрудняя управление.

Груз, не закрепленный внутри кузова, может перемещаться при торможении, ускорении или поворотах, что вызывает временное перераспределение веса с одной части на другую, так при резком торможении груз смещается вперед, перегружая переднюю ось, что приводит к снижению эффективности рулевого управления, а при резком ускорении наоборот происходит смещение груза назад, что уменьшает сцепление передних колёс с дорогой, затрудняя управление.

Использование полуприцепов для транспортировки груза

Вид полуприцепа оказывает влияние на устойчивость в зависимости от назначения перевозимого в нем груза. Применяются для перевозки сельскохозяйственного груза такие полуприцепы как полуприцепы-самосвалы, бортовые полуприцепы, тентованные полуприцепы, рефрижераторные полуприцепы.

Полуприцепы-самосвалы применяются для перевозки сыпучих сельскохозяйственных грузов, груз выгружается путём высыпания из наклоненного полуприцепа.

Бортовые полуприцепы применяются для перевозки различных видов груза таких как упакованные, паллетированные грузы, оборудование необходимое для ведения сельскохозяйственной деятельности.

Тентированные полуприцепы применяют также для перевозки грузов в упаковках, отличается от бортового полуприцепа закрытой конструкцией.

Рефрижераторные полуприцепы применяются для перевозки грузов, для которых важно обеспечить необходимую влажность и температуру при его транспортировке.

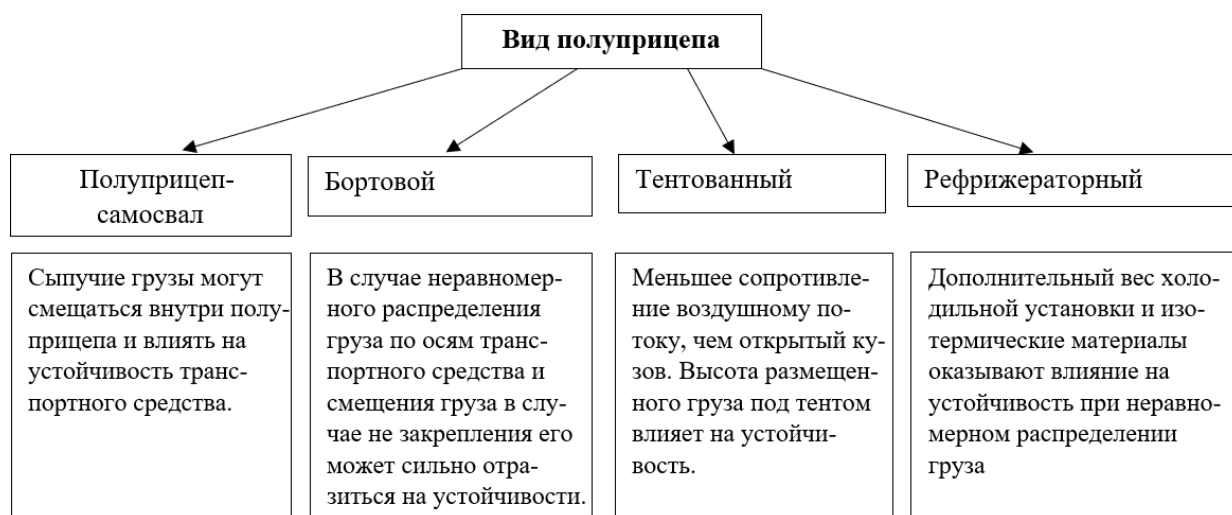


Рисунок 1 – Влияние вида полуприцепа на устойчивость транспортного средства

Вывод

В ходе анализа были рассмотрены факторы, влияющие на устойчивость при движении транспортных средств, перевозящих сельскохозяйственный груз. Были определены типы шин, используемых в различных условиях и их влияние на устойчивость транспортных средств. Выбор тех или иных шин необходимо определять в зависимости от условий движения транспортного средства. Проанализировано влияние размещения груза в транспортном средстве на управляемость при движении. Следует внимательно относиться к распределению груза по полуприцепу, ведь те или иные отклонения могут значительно повлиять на устойчивость, а значит и на безопасность груза, и на жизнь человека. Проведен анализ видов полуприцепов, который зависит от вида перевозимого груза и условий его перевозки. Исходя из вышеописанного, можно сделать вывод, что на устойчивость может влиять множество факторов, которыми нельзя пренебрегать для безопасности перевозок сельскохозяйственной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Обеспечение устойчивости транспортно-технологических машин сельскохозяйственного назначения при торможении на шинах сверхнизкого давления / У. Ш. Вахидов, А. А. Куркин, Л. С. Левшунов [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т. 30, № 4. – С. 609-623.
2. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев, А. Г. Гамидов. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 68 с.

3. Modeling of the curvilinear motion of a vehicle with all steer wheels / O. Didmanidze, A. Lavrov, R. Fedotkin [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 583. – P. 05013. – DOI 10.1051/e3sconf/202458305013.

4. 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.

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. 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.

7. Успенский, И. А. Анализ теоретических исследований устойчивости движения транспортных средств в сельском хозяйстве / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, И. А. Юхин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2010. – № 1. – С. 58-60.

8. Основы применения теории массового обслуживания для процессов возделывания сельскохозяйственных культур / В. П. Чайка, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк [и др.]. – М. : ООО «Автограф», 2018. – 200 с.

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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

Об авторах:

Сытьков Илья Сергеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», sytkov.ilya@gmail.com.

Федоткина Дарья Сергеевна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», dashafedotkina115@gmail.com.

Научный руководитель – Дудин Даниил Максимович, аспирант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», d.dudin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Ilya S. Sytkov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sytkov.ilya@gmail.com.

Daria S. Fedotkina, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dashafedotkina115@gmail.com.

Scientific advisor – Daniil M. Dudin, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, d.dudin@rgau-msha.ru.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНИ-ЭКСКАВАТОРОВ

Ю. К. Терехина, В. В. Шведов

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

Аннотация. *Статья посвящена перспективам развития мини-экскаваторов – компактной и многофункциональной техники, которая активно используется в строительстве, коммунальном хозяйстве и других отраслях. Рассматриваются ключевые направления инноваций, такие как переход на электрические и гибридные двигатели, внедрение систем автономного управления, использование искусственного интеллекта для мониторинга и диагностики оборудования, а также улучшение эргономики и безопасности. Особое внимание уделяется экологическим аспектам, включая снижение углеродного следа и повышение энергоэффективности. В статье также анализируются рыночные тренды и прогнозы развития отрасли.*

Ключевые слова: *мини-экскаватор, искусственный интеллект, технология, строительство, экология, сельскохозяйственная машина.*

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MINI EXCAVATORS

Yu. K. Terekhina, V. V. Shvedov

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

Abstract. *The article is devoted to the prospects for the development of mini-excavators — compact and multifunctional machinery that is actively used in construction, utilities, and other industries. Key areas of innovation are examined, such as the transition to electric and hybrid engines, the implementation of autonomous control systems, the use of artificial intelligence for equipment monitoring and diagnostics, as well as improvements in ergonomics and safety. Special attention is given to environmental aspects, including reducing carbon footprints and increasing energy efficiency. The article also analyzes market trends and industry development forecasts.*

Keywords: *mini-excavator, artificial intelligence, technology, construction, ecology, agricultural machinery.*

Мини-экскаваторы – это компактная и многофункциональная техника, которая широко используется в строительстве, коммунальном хозяйстве, сельском хозяйстве и других отраслях. Их популярность обусловлена мобильностью, универсальностью и способностью

работать в условиях ограниченного пространства. В последние годы развитие мини-экскаваторов связано с внедрением новых технологий, направленных на повышение эффективности, снижение экологической нагрузки и улучшение условий труда операторов.

Одним из наиболее значимых трендов в развитии мини-экскаваторов является активное внедрение электрических и гибридных силовых установок. Этот переход вызван как ужесточением экологических норм, так и экономической выгодой, которая становится всё более очевидной для производителей и пользователей спецтехники. Традиционные дизельные двигатели, долгое время остававшиеся стандартом для мини-экскаваторов, постепенно теряют свои позиции. Новые технологии предлагают ряд преимуществ, делая их востребованными в различных отраслях, включая строительство, коммунальное и сельское хозяйство [1-2].

Электрические модели мини-экскаваторов полностью исключают выбросы вредных веществ, что делает их идеальными для работы в условиях с повышенными требованиями к экологии. Например, в городской среде, где уровень загрязнения воздуха строго контролируется, или в закрытых помещениях, таких как склады или производственные цеха, где выхлопные газы могут представлять угрозу для здоровья людей. Важным преимуществом электрических моделей является их низкий уровень шума. Это особенно важно при работе в жилых районах или в ночное время, когда соблюдение норм по шумовому загрязнению становится критически важным [3, 4].

Гибридные модели сочетают в себе преимущества дизельных и электрических двигателей. Такие установки обычно включают дизельный двигатель, который работает в паре с электромотором и аккумуляторной батареей. Это позволяет значительно снизить расход топлива и уменьшить выбросы вредных веществ, сохраняя при этом высокую мощность и автономность. Гибридные мини-экскаваторы особенно эффективны в условиях, где требуется длительная работа без возможности подзарядки. Например, на удалённых строительных площадках или сельскохозяйственных угодьях. В таких случаях дизельный двигатель может использоваться для подзарядки аккумулятора, что обеспечивает непрерывную работу техники [5, 6].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение электрических и гибридных установок сталкивается с рядом вызовов. Одним из основных является высокая стоимость таких моделей по сравнению с

традиционными дизельными экскаваторами. Однако с развитием технологий и увеличением объемов производства цены постепенно снижаются, делая электрические и гибридные решения более доступными. В перспективе ожидается, что доля электрических и гибридных мини-экскаваторов на рынке будет только расти. Это связано как с ужесточением экологических норм, так и с повышением осведомленности пользователей о преимуществах таких технологий. К 2030 году эксперты прогнозируют, что более 40 % всех мини-экскаваторов будут оснащены электрическими или гибридными установками.

Развивающиеся страны, такие как Индия, Бразилия и страны Юго-Восточной Азии, становятся важными драйверами роста рынка мини-экскаваторов. Это связано с активным развитием инфраструктуры, урбанизацией и увеличением инвестиций в строительство. Согласно исследованиям аналитических агентств, рынок мини-экскаваторов будет расти в среднем на 5...7 % ежегодно в течение ближайших пяти лет. К 2030 году объем рынка может достичь 10 миллиардов долларов [7, 8].

Переход на экологичные решения, внедрение автоматизации и расширение областей применения открывают новые возможности для производителей и пользователей этой техники. В ближайшие годы ожидается дальнейший рост рынка, что делает мини-экскаваторы одним из ключевых элементов современной спецтехники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литвяков, С. В. Перспективы развития малогабаритной строительной техники / С. В. Литвяков, С. В. Арзамасцев // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : сб. тр. I междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 434-438.
2. Ананин, В. Г. О рентабельности применения, достоинстве и недостатках мини-экскаваторов в промышленности и народном хозяйстве / В. Г. Ананин, А. Б. Эмилов // Символ науки: международный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 36-41.
3. Результаты испытаний полимерного радиатора системы охлаждения трактора МТЗ-80 / О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов, Е. П. Парлюк, Н. А. Большаков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14, № 1. – С. 55-60. – DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-1-55-60.
4. Дидманидзе, О. Н. Пути развития транспортных энергоустановок / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов. – М. : ООО «Триада», 2006. – 64 с. – ISBN 5-9546-0035-X.

5. 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.

6. 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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

7. Пугин, К. Г. Электрический мини-экскаватор от Komatsu / К. Г. Пугин, И. Р. Гимадеев // Строительные и дорожные машины. – 2023. – № 7. – С. 3-8.

8. Наземные транспортно-технологические комплексы и средства : учебное пособие / Ш. М. Мерданов, А. А. Серебренников, Д. В. Райшев, А. В. Яркин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет». – Тюмень : ТИУ, 2019. – 323 с. – ISBN 978-5-9961-2126-7.

Об авторах:

Терехина Юлия Константиновна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», terekhinajk@mail.ru.

Шведов Виталий Викторович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the authors:

Yuliya K. Terekhina, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, terekhinajk@mail.ru.

Vitalii V. Shvedov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭПИЛАМИРОВАННОГО МОЛИБДЕНА НА ТРИБОХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ

А. А. Узлов¹

Научный руководитель – С. М. Гайдар²

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Одним из способов повышения ресурса и надежности тяжело нагруженных сопряжений и качества получаемой кабельной продукции является разработка и применение высокоэффективных сухих смазочных материалов на основе нанотехнологий.

Ключевые слова: износ, эпиламированный молибден, узел трения, сельскохозяйственная техника.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF EPILAMATED MOLYBDENUM ON TRIBO-COUPLING CHARACTERISTICS

A. A. Uzlov^a

Scientific advisor – S. M. Gaidar^b

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

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

Abstract. One of the ways to increase the resource and reliability of heavy-duty couplings and the quality of the resulting cable products is the development and use of highly efficient dry lubricants based on nanotechnology.

Keywords: wear, epilamated molybdenum, friction unit, agricultural machinery.

При создании смазочной композиции для сухого волочения в качестве основы будут использованы **кальциевые или натриевые мыла**, поскольку смазки на основе стеаратов имеют наиболее высокие температуры плавления, что важно при тяжелых условиях волочения:

- высокие суммарные и единичные обжатия;
- волочение проволоки из высокоуглеродистых марок стали;

· использование простых подсмазочных покрытий вместо двойных (например, буры вместо сочетания фосфат-бура или медь-бура).

Важным моментом является то, что стеараты легко и дешево производить, они обладают низкой токсичностью.

В дальнейшем необходимо ввести присадки, повышающие антифрикционные, противозадирные, противоизносные и антикоррозионные свойства смазок. Наиболее эффективными показали себя слоистые материалы, такие как дисульфид молибдена и модифицированная фторорганика.

Дисульфид молибдена – твердый смазочный материал слоистой структуры. Из-за слабых сил межмолекулярного взаимодействия между атомами серы слои материала имеют малое сопротивление сдвигу. При этом между атомами серы и молибдена сильные молекулярные связи. Этим объясняются отличные антифрикционные свойства вещества, а именно низкий коэффициент трения. Основные преимущества: высокие термостойкость, несущая способность (около 2800 МПа), стойкость к радиации, инертность к большинству кислот.

Широкое применение в качестве твердых смазок нашли дисульфид молибдена и графит, используемые как в виде порошков, так и в сочетании со связующими.

При сопоставлении эффективности графита и MoS_2 в качестве твердых смазок прослеживаются общность и различия в характере их действия. При определенных условиях дисульфид молибдена легко окисляется до триоксида молибдена MoO_3 , являющегося абразивом. Продуктами окисления, помимо MoO_3 , являются SO_2 и SO_3 , представляющие собой коррозионноопасные агенты. В отличие от MoS_2 графит более инертен к окислительной среде.

По смазывающей способности MoS_2 превосходит графит, так, при натирании на металлическую поверхность коэффициент трения порошкообразного MoS_2 составляет 0,05...0,095, графита – 0,11...0,19.

Методика проведения эксперимента – нанесение исследуемого материала на вращающийся ролик с помощью специально сконструированной рычажной системы, имеющей самоустановку относительно цилиндрической поверхности ролика. Повышенная сложность данной конструкции обусловлена чрезвычайной важностью соблюдения неизменности параметров – нагрузки и ее распределения (эпюры) на поверхности ролика – в течение всей процедуры нанесения. Разработка высокоэффективного, и в тоже время, простого, не требующего боль-

шого времени метода нанесения материала – отдельная серьезная проблема, которая должна решаться параллельно с экспериментальными исследованиями эффективности смазочных материалов с точки зрения трения и износа.

После нанесения на поверхность ролика исследуемого смазочного материала, организации вращения ролика, приложения нормальной силы – констатирования колодки с рабочей поверхностью ролика, осуществляется синхронное измерение скорости изнашивания и момента сил трения в течение всего опыта без разъединения зоны трения в соответствие с ГОСТ 23216-84 и методическими указаниями «Обеспечение износостойкости изделий. Метод оценки служебных свойств смазывающих масел и присадок к ним с использованием роликовых испытательных установок».

MoS₂ эпиламированный показал полное отсутствие износа, как и в случае с И-20, а также минимальное значение $f_{\text{тр}}$ среди всех испытаний ТСП. Особенное следует отметить, что вначале, его $f_{\text{тр}}$ было равно 0,065, что даже меньше минимального значения 0,0686, которым характеризовалось трение в среде И-20.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Кононенко, А. С. Адгезионная прочность герметиков и нанокомпозиций на их основе / А. С. Кононенко, С. М. Гайдар // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2011. – № 6. – С. 38-42.
3. Гайдар, С. М. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении / С. М. Гайдар, А. Г. Чумаков // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10(67). – С. 12-16.
4. Effect of quenching and tempering on structure and mechanical properties of a low-alloy 0.25C steel / E. Tkachev, S. Borisov, A. Belyakov [et al.] // Materials Science and Engineering: A. – 2023. – Vol. 868. – P. 144757. – DOI 10.1016/j.msea.2023.144757.
5. Methodology and results of comparative atmospheric tests of experimental conservation composition / A. E. Shlykov, E. B. Mironov, S. M. Gaidar [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference «Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019), Kazan, 13-14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00258.
6. Impact of operational factors on environmental safety of internal combustion engines / S. Gaidar, M. Karelina, A. Laguzin, H. D. Quang // Transportation Research

Procedia : 14, Saint Petersburg, 21-24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – P. 136-144. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.017.

7. Tempering Behavior of Novel Low-Alloy High-Strength Steel / V. Dudko, D. Yuzbekova, S. Gaidar [et al.] // Metals. – 2022. – Vol. 12, No. 12. – P. 2177. – DOI 10.3390/met12122177.

8. Оценка методов подачи спирта в цилиндры дизельного двигателя экспериментальной установкой / С. М. Гайдар, Д. А. Пикин, Я. Д. Павлов [и др.] // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 2. – С. 71-75. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-2-71-75.

9. Патент на полезную модель № 206682 U1 Российская Федерация, МПК F01M 9/02. Устройство для обогащения масла системы смазки легирующим элементом цветного металла : № 2021115224 : заявл. 27.05.2021 : опубл. 22.09.2021 / С. М. Гайдар, Н. А. Ф. Наджи, В. Е. Коноплев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

10. Прогнозирование фрикционно-износных характеристик трибосистем с использованием физического моделирования контактного взаимодействия подвижных соединений / С. М. Гайдар, А. Б. Лагузин, А. Г. Пастухов, А. М. Пикина // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 2(30). – С. 98-107.

Об авторах:

Узлов Алексей Алексеевич, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Гайдар Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения и технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», techmash@rgau-msha.ru.

About the authors:

Aleksey A. Uzlov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Sergey M. Gaidar, D.Sc. (Engineering), professor, Head of the Department of Materials Science and Technology of Mechanical Engineering at the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, techmash@rgau-msha.ru.

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ

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 рассматриваются современные направления развития в агропромышленном комплексе, проблемы и новые технологии, внедряемые в АПК.

Ключевые слова: АПК, сельское хозяйство, развитие агропромышленного комплекса, цифровизация, современные технологии.

AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN MODERN REALITIES

S. M. Fedorova

Scientific advisor – N. N. Pulyaev

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

Abstract. The article examines the current trends of development in the agro-industrial complex, problems and new technologies being introduced in the agro-industrial complex.

Keywords: agriculture, agro-industrial complex development, digitalization, modern technologies.

Агропромышленный комплекс (АПК) является одной из ключевых отраслей мировой экономики, обеспечивающей население продовольствием и сырьем для промышленности. В современных условиях АПК сталкивается с множеством вызовов и возможностей, обусловленных глобализацией, технологическим прогрессом, климатическими изменениями и меняющимися потребительскими предпочтениями. Эти факторы требуют от АПК постоянной адаптации и инноваций для обеспечения устойчивого развития и продовольственной безопасности.

Одним из важнейших трендов в развитии АПК является цифровизация. Внедрение информационных технологий, таких как системы точного земледелия, датчики мониторинга почвы и климата, автомати-

зированные системы управления производством и логистикой, позволяет повысить эффективность использования ресурсов, снизить издержки и увеличить урожайность. Цифровизация также способствует улучшению качества продукции и ее контролю, что является важным фактором для удовлетворения растущих требований потребителей. Например, системы GPS-навигации и автоматического управления сельскохозяйственной техникой позволяют оптимизировать процессы обработки почвы, посева и уборки урожая, минимизируя потери и повышая точность операций.

В то же время, современные реалии АПК характеризуются усилением конкуренции на мировых рынках. Это требует от производителей не только повышения эффективности, но и разнообразие производства, поиска новых рынков сбыта и адаптации к меняющимся условиям торговли. Глобализация открывает новые возможности для экспорта, но одновременно усиливает зависимость от мировых цен и колебаний спроса. В этих условиях важным становится развитие кооперации между производителями, а также создание эффективных систем сбыта и маркетинга.

Климатические изменения представляют серьезную угрозу для устойчивого развития АПК. Повышение температуры, засухи, наводнения и другие экстремальные погодные явления могут привести к снижению урожайности, потере посевов и увеличению рисков для фермеров. Адаптация к климатическим изменениям требует разработки и внедрения новых агротехнологий, устойчивых к неблагоприятным условиям, а также развития систем орошения и управления водными ресурсами. Кроме того, важным является развитие страхования сельскохозяйственных рисков, которое может помочь фермерам справиться с финансовыми последствиями стихийных бедствий.

Развитие биотехнологий также играет важную роль в современных реалиях АПК. Генная инженерия и селекция позволяют создавать новые сорта растений и породы животных с улучшенными характеристиками, такими как устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям, а также повышенная урожайность и питательная ценность. Однако использование биотехнологий вызывает споры и требует тщательного научного анализа и регулирования для обеспечения безопасности продуктов питания и охраны окружающей среды.

В последние годы наблюдается рост интереса к органическому сельскому хозяйству и экологически чистым методам производства. Потребители все больше внимания уделяют качеству и безопасности

продуктов питания, а также их влиянию на окружающую среду. Это создает новые возможности для производителей, которые могут удовлетворить растущий спрос на органическую продукцию, используя устойчивые методы земледелия и животноводства. Развитие органического сельского хозяйства также способствует сохранению биоразнообразия и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из ключевых вызовов для АПК является обеспечение продовольственной безопасности. По мере роста населения планеты и изменения структуры потребления увеличивается спрос на продовольствие. В этих условиях важно не только повышать производительность сельского хозяйства, но и обеспечивать доступность продовольствия для всех слоев населения, особенно в развивающихся странах. Это требует развития инфраструктуры, систем хранения и транспортировки, а также создания эффективных механизмов социальной поддержки для малоимущих.

Современный АПК также сталкивается с проблемой оттока рабочей силы из сельской местности. Молодежь, как правило, предпочитает городскую жизнь, что приводит к старению сельского населения и нехватке квалифицированных кадров. Для решения этой проблемы необходимо повышать привлекательность работы в сельском хозяйстве, обеспечивать достойные условия труда и возможности для профессионального роста. Также важным является развитие сельского образования и профессиональной подготовки, а также внедрение современных технологий, которые могут облегчить труд фермеров.

В заключение, АПК в современных реалиях является динамично развивающейся отраслью, которая сталкивается с множеством вызовов и возможностей. Успешное развитие АПК требует комплексного подхода, который включает в себя внедрение инновационных технологий, адаптацию к климатическим изменениям, развитие кооперации, обеспечение продовольственной безопасности и создание благоприятных условий для работы в сельском хозяйстве. Только при таком подходе АПК сможет обеспечить устойчивое развитие и удовлетворить растущие потребности населения в продовольствии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтухов, А. И. Агропромышленный комплекс России: состояние, тенденции и перспективы развития / А. И. Алтухов. – М. : Экономика, 2018.
2. Баутин, В. М. Инновации в сельском хозяйстве / В. М. Баутин. – М. : Колос, 2020.

3. Бурмистрова, Л. А. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса / Л. А. Бурмистрова. – М. : Юрайт, 2019.

4. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 1. – С. 33-38.

5. Кузнецова, Е. И. Органическое сельское хозяйство: мировой опыт и перспективы развития в России / Е. И. Кузнецова. – СПб. : Лань, 2021.

6. 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.

7. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/> (дата обращения: 24.01.2025).

8. Портал «Агроинвестор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/> (дата обращения: 25.01.2025).

9. 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.

10. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2024. – 175 с. – ISBN 978-5-00227-190-0.

Об авторах:

Федорова София Михайловна, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», fiafec@mail.ru.

Научный руководитель – Пуляев Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», pulyaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Sofia M. Fedorova, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, fiafec@mail.ru.

Scientific advisor – Nikolay N. Pulyaev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, pulyaev@rgau-msha.ru.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИБРИДНОГО АВТОТРАНСПОРТА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ IT-ТЕХНОЛОГИЙ

А. К. Филиппов

Научный руководитель – Д. А. Москвичев

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

Аннотация. В последние годы гибридный автотранспорт стал важным элементом устойчивой мобильности и экологически чистого транспорта. Однако, несмотря на свои преимущества, такие как снижение выбросов и экономия топлива, гибридные автомобили сталкиваются с рядом эксплуатационных проблем. В данной статье рассматриваются возможности улучшения эксплуатационных свойств гибридного автотранспорта через внедрение информационных технологий (IT). Основное внимание уделяется системам мониторинга, управления и анализа данных, которые могут повысить эффективность работы гибридных автомобилей и улучшить пользовательский опыт.

Ключевые слова: гибридный автотранспорт, информационные технологии, транспортная система, эксплуатационные свойства, система управления.

IMPROVING THE OPERATIONAL PROPERTIES OF HYBRID VEHICLES THROUGH THE INTRODUCTION OF IT TECHNOLOGIES

A. K. Filippov

Scientific advisor – D. A. Moskvichev

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

Abstract. In recent years, hybrid vehicles have become an important element of sustainable mobility and environmentally friendly transport. However, despite their advantages such as reduced emissions and fuel economy, hybrid vehicles face a number of operational challenges. This article discusses the possibilities of improving the operational properties of hybrid vehicles through the introduction of information technology (IT). The focus is on monitoring, management, and data analysis systems that can improve the performance of hybrid vehicles and enhance the user experience.

Keywords: hybrid vehicles, information technology, transport system, operational properties, control system.

Цель исследования

Целью данного исследования является анализ возможностей улучшения эксплуатационных свойств гибридного автотранспорта через внедрение информационных технологий. В рамках исследования будут рассмотрены различные IT-решения, которые могут быть применены для повышения эффективности работы гибридных автомобилей, а также их влияние на эксплуатационные характеристики и пользовательский опыт.

Гибридные автомобили, сочетающие в себе традиционный двигатель внутреннего сгорания и электрический двигатель, представляют собой важный шаг к более устойчивой транспортной системе. Они обеспечивают снижение выбросов углекислого газа и экономию топлива, что делает их привлекательными для потребителей и правительств. Однако, несмотря на эти преимущества, эксплуатационные свойства гибридного автотранспорта могут быть улучшены. Внедрение информационных технологий может сыграть ключевую роль в этом процессе, позволяя оптимизировать работу автомобилей, улучшить их надежность и повысить уровень комфорта для водителей и пассажиров.

Одним из ключевых направлений внедрения IT в гибридный автотранспорт является создание систем мониторинга и диагностики. Эти системы позволяют в реальном времени отслеживать состояние автомобиля, включая уровень заряда батареи, эффективность работы двигателей и другие важные параметры. Использование датчиков и IoT-технологий позволяет собирать данные о работе автомобиля и передавать их на сервер для анализа. Это, в свою очередь, позволяет предсказывать возможные неисправности и проводить профилактическое обслуживание, что значительно увеличивает надежность и срок службы автомобиля.

Внедрение умных систем управления, основанных на алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта, может значительно повысить эксплуатационные свойства гибридного автотранспорта. Такие системы могут оптимизировать работу двигателей в зависимости от условий эксплуатации, например, изменяя режимы работы в зависимости от дорожной ситуации, уровня заряда батареи и стиля вождения. Это позволяет не только улучшить экономию топлива, но и повысить динамические характеристики автомобиля. Схема гибридного автомобиля с системой мониторинга представлена на рисунке 1.

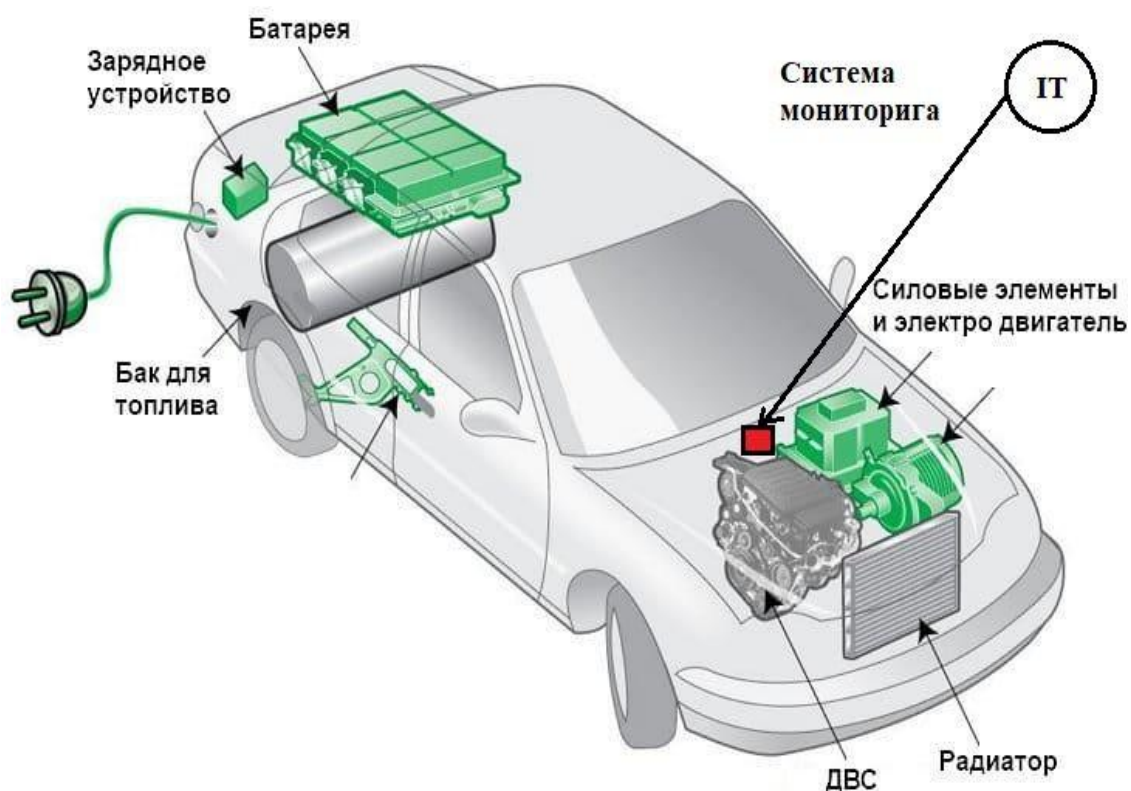


Рисунок 1 – Схема гибридного автомобиля с системой мониторинга

Современные мобильные приложения могут стать важным инструментом для владельцев гибридных автомобилей. Они могут предоставлять информацию о состоянии автомобиля, рекомендовать оптимальные маршруты с учетом трафика и уровня заряда батареи, а также предлагать советы по экономии топлива. Интеграция с такими приложениями позволяет водителям более эффективно управлять своим автомобилем и улучшает общий пользовательский опыт.

Сбор и анализ данных о работе гибридного автотранспорта открывает новые возможности для улучшения его эксплуатационных свойств. Использование предсказательной аналитики позволяет выявлять закономерности в работе автомобилей и предсказывать их поведение в различных условиях. Это может помочь производителям в разработке более эффективных моделей и улучшении существующих технологий.

Заключение

Внедрение информационных технологий в гибридный автотранспорт представляет собой важный шаг к улучшению его эксплуатационных свойств. Системы мониторинга, умные системы управления, мобильные приложения и анализ данных могут значительно повысить эффективность работы гибридных автомобилей, улучшить их надежность и повысить уровень комфорта для пользователей. В будущем, с

развитием технологий, можно ожидать появления новых решений, которые сделают гибридный автотранспорт еще более привлекательным и эффективным.

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. 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.
3. Митягин, Г. Е. Разработка программного обеспечения для организации технического обслуживания и ремонта автомобилей на автотранспортном предприятии / Г. Е. Митягин, Д. А. Москвичев, В. Л. Пильщиков // Международный технический журнал. – 2024. – № 5(93). – С. 7-15. – DOI 10.34286/2949-4176-2024-93-5-7-15.
4. Москвичев, Д. А. Особенности разработки компьютерной программы для систем управления тракторами сельскохозяйственного назначения на основе искусственного интеллекта / Д. А. Москвичев, Р. Т. Хакимов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 4(121). – С. 29-37. – DOI 10.24412/2713-2641-2024-4121-29-37.
5. Москвичев, Д. А. Перспектива использования электромобиля в АПК / Д. А. Москвичев // Актуальные проблемы энергетики АПК в современной реальности: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной основателю факультета энергетики и электрификации Валентину Васильевичу Фокину, Ижевск, 15 мая 2024 года. – Ижевск : Удмуртский государственный аграрный университет, 2024. – С. 107-112.
6. 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, А. В. Евграфов, Д. А. Филимонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».
7. Транспорт в агропромышленном комплексе : учебник / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет, 2024. – 474 с.
8. 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.

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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

10. 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. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 15-21.

Об авторах:

Филиппов Артём Константинович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Москвичев Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», moskvichev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Artem K. Filippov, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Dmitry A. Moskvichev, Cand.Sc. (Engineering), senior lecturer, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, moskvichev@rgau-msha.ru.

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРОВ

В. В. Шведов, Ю. К. Терехина

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

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в работу бульдозеров для повышения их производительности. Автор анализирует текущие проблемы эксплуатации тяжелой техники, такие как низкая точность выполнения задач, высокие эксплуатационные расходы и ограниченная безопасность. Представлены примеры использования ИИ для автоматизации процессов, оптимизации расхода топлива, прогнозирования технического обслуживания и повышения безопасности. Особое внимание уделено реальным примерам внедрения технологий ИИ компаниями Caterpillar и Komatsu. В заключение обсуждаются преимущества и вызовы, связанные с интеграцией ИИ в тяжелую технику, а также роль молодых специалистов в развитии этой области.

Ключевые слова: бульдозер, искусственный интеллект, рабочее оборудование, техника и электроника, сельскохозяйственная машина.

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF BULLDOZERS

V. V. Shvedov, Yu.K. Terekhina

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

Abstract. The article explores the prospects of integrating artificial intelligence (AI) into bulldozers to enhance their productivity. The author examines current challenges in the operation of heavy machinery, such as low task accuracy, high operational costs, and limited safety. Examples of AI applications for process automation, fuel consumption optimization, predictive maintenance, and safety improvement are presented. Special attention is given to real-world cases of AI technology implementation by companies like Caterpillar and Komatsu. In conclusion, the advantages and challenges associated with AI integration into heavy machinery are discussed, along with the role of young professionals in advancing this field.

Keywords: bulldozer, artificial intelligence, working equipment, machinery and electronics, agricultural machinery.

Современные технологии стремительно меняют облик промышленности, и строительная отрасль не является исключением. Одним из ключевых направлений развития становится внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в специализированную технику, такую как бульдозеры. Эти машины, традиционно используемые для земляных работ, теперь могут стать более эффективными, безопасными и автономными благодаря интеграции ИИ. В данной статье мы рассмотрим, как искусственный интеллект может улучшить производительность бульдозеров и какие перспективы это открывает для строительной отрасли.

Одним из главных преимуществ внедрения ИИ в бульдозеры является возможность автоматизации рутинных задач. Современные системы на основе ИИ способны анализировать окружающую среду, определять оптимальные маршруты движения и корректировать работу оборудования в реальном времени. Например, бульдозер с ИИ может самостоятельно планировать траекторию движения, учитывая рельеф местности, наличие препятствий и поставленные задачи. Это позволяет минимизировать время выполнения работ и снизить нагрузку на оператора. Современные бульдозеры, оснащенные системами ИИ, используют датчики, камеры и лидары для сбора данных об окружающей среде. Эти устройства позволяют машине «видеть» и анализировать пространство вокруг себя. Например, ИИ может определить тип грунта, его плотность и влажность, что помогает выбрать оптимальный режим работы отвала. Кроме того, система способна распознавать препятствия, такие как камни, деревья или строительные материалы, и автоматически корректировать маршрут движения.

Искусственный интеллект способен обрабатывать большие объемы данных, что позволяет бульдозерам выполнять задачи с высокой точностью. Системы компьютерного зрения и датчики, установленные на бульдозере, могут анализировать состояние грунта, определять его плотность и влажность, а также корректировать параметры работы отвала. Это особенно важно при выполнении задач, требующих высокой точности, таких как планировка площадок или создание насыпей [1-3].

ИИ может помочь снизить расход топлива и других ресурсов за счет оптимизации работы двигателя и гидравлической системы. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные о нагрузке на машину, условиях работы и других параметрах, чтобы подобрать наиболее эффективный режим работы. Это не только снижает эксплуатационные затраты, но и уменьшает вредное воздействие на окружающую

среду. Искусственный интеллект способен регулировать работу двигателя бульдозера в зависимости от текущих условий. Например, если машина работает на ровной поверхности с минимальной нагрузкой, система может снизить обороты двигателя, чтобы уменьшить расход топлива. В то же время, при работе на сложном рельефе или с тяжелыми грузами, ИИ автоматически увеличивает мощность, чтобы обеспечить эффективное выполнение задач. ИИ не только оптимизирует текущие процессы, но и помогает планировать работу бульдозера на перспективу. Алгоритмы машинного обучения анализируют исторические данные о работе машины, чтобы предсказать, какие режимы будут наиболее эффективными в будущем. Это позволяет заранее настроить оборудование для работы в оптимальных условиях, что дополнительно снижает расход топлива и других ресурсов [4-5].

Бульдозеры, оснащенные системами ИИ, могут стать более безопасными для операторов и окружающих. ИИ способен распознавать потенциально опасные ситуации, такие как приближение людей или других машин, и автоматически принимать меры для предотвращения аварий. Кроме того, автономные бульдозеры могут работать в условиях, опасных для человека, например, в зонах с повышенным уровнем радиации или на неустойчивых грунтах [6-8].

Внедрение ИИ в бульдозеры открывает новые горизонты для строительной отрасли. В будущем можно ожидать появления полностью автономных бульдозеров, способных работать в составе «умных» строительных бригад, где каждая машина будет взаимодействовать с другими через единую систему управления. Это позволит значительно ускорить темпы строительства и снизить затраты на выполнение сложных проектов. Уже сегодня компании, такие как Caterpillar и Komatsu, активно внедряют системы автоматизации на основе ИИ в свою технику. Например, бульдозеры Cat D11 с технологией Cat Command позволяют операторам управлять машиной дистанционно или даже полностью автоматизировать процесс работы. Это особенно полезно в условиях, где присутствие человека затруднено или опасно, например, на горных разработках или в зонах стихийных бедствий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Переход сельского хозяйства к цифровым, интеллектуальным и роботизированным технологиям / Е. А. Скворцов, Е. Г. Скворцова, И. С. Санду, Г. А. Иовлев // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, Вып. 3. – С. 1014-1028.

2. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства / В. Ф. Федоренко, В. И. Черноиванов, В. Я. Гольяпин, И. В. Федоренко. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 232 с.
3. Смирнов, Е. Н. Формирование и развитие глобального рынка систем искусственного интеллекта / Е. Н. Смирнов, С. А. Лукьянов // Экономика региона. – 2019. – Т. 15, Вып. 1. – С. 57-69.
4. Лазарева, А. А. Анализ состояния цифровизации сельскохозяйственных предприятий рязанской области / А. А. Лазарева, Н. В. Пчелинцева // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 47.
5. 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.
6. 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.
7. Дидманидзе, О. Н. Повышение параметрической надежности автомобильных двигателей / О. Н. Дидманидзе, Д. В. Варнаков // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2007. – № 5. – С. 2-7.
8. Цифровизация – основной вектор развития сельского хозяйства / А. Д. Бычков, Н. В. Пчелинцева, Т. А. Полякова, И. В. Чепраков // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Мичуринск-наукоград РФ, 2021. – С. 53-55.

Об авторах:

Шведов Виталий Викторович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Терехина Юлия Константиновна, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», terekhinajk@mail.ru.

About the authors:

Vitalii V. Shvedov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Yuliya K. Terekhina, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, terekhinajk@mail.ru.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РЕФРИЖЕРАТОРНОГО ТРАНСПОРТА

А. Г. Абаймов

Научный руководитель – А. С. Гузалов

Аннотация. В статье описывается методика оценки теплоизоляционной и охлаждающей способности холодильных транспортных средств согласно Международному соглашению по перевозке скоропортящихся пищевых продуктов. Указывается, как рассчитываются коэффициенты теплопередачи и проводятся испытания для определения класса изоляции транспортных средств. Также отмечается, что со временем тепловые характеристики ухудшаются из-за износа изоляции. Предложена идея разработки системы охлаждения с использованием материала с фазовым переходом для поддержания необходимых температурных условий в авторефрижераторах.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, рефрижераторные установки, теплоизоляционная способность, экологическая безопасность.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF REFRIGERATED TRANSPORT

A. G. Abaimov

Scientific advisor – A. S. Guzalov

Abstract. The article describes the methodology for assessing the thermal insulation and cooling capacity of refrigerated vehicles according to the International Agreement on the Transport of Perishable Foodstuffs. It indicates how heat transfer coefficients are calculated and tests are carried out to determine the insulation class of vehicles. It is also noted that thermal performance deteriorates over time due to insulation deterioration. The idea of developing a cooling system using phase transition material to maintain the required temperature conditions in refrigerated trucks is proposed.

Keywords: motor transport, refrigerator units, heat insulation capacity, environmental safety.

В 1970 году в Женеве было подписано Международное соглашение по перевозке скоропортящихся пищевых продуктов (СПП). Соглашение СПП периодически обновляется и вводит стандарты, касающиеся автомобильных, железнодорожных и морских перевозок (морские перевозки на расстояние менее 150 км, предшествующие или следующие за сухопутными перевозками, при условии, что грузы перевозятся

в оборудовании, используемом для автомобильных и/или железнодорожных перевозок без перегрузки груза) [1].

Согласно соглашению СПП, теплоизоляционная способность изолированного оборудования характеризуется значением общего коэффициента теплопередачи K , рассчитываемого по уравнению (1) (Приложение к Соглашению СПП) [1, 2]:

$$K = \frac{W}{S\Delta T} \quad (1)$$

где W – охлаждающая или тепловая мощность, необходимая для поддержания постоянной разницы температур ΔT между средней внутренней и внешней температурой во время работы, а S – средняя поверхность теплообмена, определяемая уравнением (2):

$$S = \sqrt{S_i \cdot S_e} \quad (2)$$

Поверхности S_i и S_e – это внутренние и внешние поверхности холодильного отделения, рассчитанные с учетом наличия любых неровностей.

Соглашение СПП определяет методики испытаний для оценки изолирующей и охлаждающей способности холодильных транспортных средств. В случае транспортных средств в форме параллелепипеда средняя внутренняя температура может быть рассчитана как среднее арифметическое температур, измеренных на расстоянии 10 см от стенок в восьми внутренних углах холодильного отделения и центрах четырех внутренних граней, характеризующихся наибольшей площадью [2]. Расчет средней внешней температуры происходит таким же образом, размещая датчики в соответствующих точках снаружи транспортного средства. Если форма транспортного средства не является параллелепипедом, распределение точек измерения должно осуществляться наилучшим образом с учетом фактической формы кузова [3, 4].

Расчет изолирующей способности K стенок транспортного средства осуществляется в постоянном режиме методом внутреннего охлаждения или нагрева, помещая транспортное средство внутрь изотермической камеры. Система охлаждения или отопления размещается внутри отсека, чтобы гарантировать разницу температур с внешней средой в $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. После установки измерительных приборов внутренняя система отопления или охлаждения включается в работу до тех пор, пока не будет получен стационарный тепловой поток через стенки. При этих условиях можно выполнить расчет общего коэффициента теплопередачи. Соглашение СПП определяет транспортные

средства с усиленной изоляцией со значениями K , равными или меньшими $0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, и транспортные средства с нормальной изоляцией со значениями K , равными или меньшими $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Испытания проводятся при поддержании температуры внутри климатической камеры на уровне $30 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Мощность охлаждения W_0 рассчитывается по уравнению (3):

$$W_0 = W_j + U \cdot \Delta T \quad (3)$$

где W_j – тепло, рассеиваемое блоком тепловентилятора для поддержания каждой разницы температур в равновесии, а U ($\text{Вт}/\text{К}$) – коэффициент теплоотдачи изолированного кузова.

Рефрижераторные транспортные средства также классифицируются в соответствии с температурой, которую холодильная система позволяет достичь и поддерживать внутри отсека. Независимо от классификации тепловые характеристики транспортных средств со временем ухудшаются из-за обычного ухудшения изоляции. По оценкам, потеря теплоизоляции составляет $3 \dots 5 \%$ в год [5-7]. Это приводит к увеличению теплопроводности стен и, следовательно, к потреблению энергии и выбросам CO_2 . Изменчивость до 50% относительно значения меньше, чем для аналогичных транспортных средств может быть вызвана процессом производства изоляционного материала [8].

Таким образом, определен вектор направления исследования – разработка системы охлаждения, включающей материал с фазовым переходом, для поддержания желаемых температурных условий в авто-рефрижераторах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе, О. Н. Применение мобильных энергетических средств в сельском хозяйстве / О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов, И. П. Гусев // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 25-26 января 2022 года. Часть 1. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2022. – С. 89-95.
2. Температурные показатели охлаждающих жидкостей для аккумуляторов электротракторов и электромобилей / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, А. И. Сучков [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 4. – С. 55-61. – DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-4-55-61.
3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624348 Российская Федерация. Научное обоснование блочно-модульной системы охлаждения : № 2024624050 : заявл. 27.09.2024 : опубл. 14.10.2024 / О. Н. Дидманидзе, О. П. Андреев, А. С. Гузалов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

4. Патент № 2780381 С1 Российская Федерация, МПК G01N 25/20, G01N 25/72, B60K 11/00. Способ определения теплодинамических показателей блочно-модульной системы охлаждения двигателя тягово-транспортного средства : № 2021121322 : заявл. 14.09.2021 : опубл. 22.09.2022 / Е. П. Парлюк, О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

5. Дидманидзе, О. Н. Формирование подхода к созданию цифрового двойника трактора сельскохозяйственного назначения / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. С. Гузалов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2022. – № 61. – С. 33-37.

6. 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. – ISBN 978-5-7367-1436-0.

7. 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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

8. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев, А. Г. Гамидов. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 68 с.

Об авторах:

Абаимов Артем Глебович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Гузалов Артёмбек Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», guzalov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Artyom G. Abaimov, master 's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

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

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТЯГОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

М. Ж. Алешин, Т. С. Петров, Е. А. Солдатов

Научный руководитель – Г. Е. Митягин

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

***Аннотация.** В статье рассматриваются основные аспекты организации повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов электромобилей, так как это является необходимым для обеспечения смягчения воздействия на окружающую среду, связанного с утилизацией аккумуляторов. Отмечается, что повторное использование высоковольтных тяговых аккумуляторов дает значительные преимущества с точки зрения экологии, экономики и ресурсосбережения. Перепрофилирование отработавших рекомендуемый срок службы батарей для вторичного использования позволяет продлить их срок службы и сократить количество образующихся отходов. Кроме того, использование вторичных батарей является экономически эффективным решением, поскольку они могут быть на 30...70 % дешевле, чем новые батареи для аналогичных целей использования.*

***Ключевые слова:** литий-ионная аккумуляторная батарея, электромобиль, экология, вторичное использование батарей, ресурсосбережение.*

ORGANIZATION OF REUSE HIGH-VOLTAGE TRACTION BATTERIES ELECTROMOBILES

M. Zh. Aleshin, T. S. Petrov, E. A. Soldatov

Scientific advisor – G. E. Mityagin

***Abstract.** The article discusses the main aspects of organizing the reuse of high-voltage traction batteries of electric vehicles, as it is essential to ensure the mitigation of environmental impacts associated with battery disposal. It is noted that the reuse of high-voltage traction batteries offers significant environmental, economic and resource-saving benefits. Repurposing batteries that have reached their recommended service life for recycling extends their service life and reduces the amount of waste generated. In addition, the use of recycled batteries is a cost-effective solution as they can be 30...70% cheaper than new batteries for similar uses.*

***Keywords:** lithium-ion battery, electric vehicle, ecology, recycling of batteries, resource saving.*

Введение

Электрификация мирового автомобильного парка повысила спрос на высоковольтные тяговые аккумуляторы, в частности литий-ионные, которые считаются наиболее прогрессивным решением для использования в конструкции электромобилей. Эти аккумуляторы обеспечивают значительный запас хода, а для транспортно-технологических машин производительность [3, 4]. Прогнозы указывают на то, что доля электромобилей в продажах новых транспортных средств к 2030 году может составить более 25 % всех продаваемых в мире легковых автомобилей, а к 2040 году – более 50 % [3]. При этом уже в настоящее время в отдельных странах их доля превысила 50 %, например, в Китае и 80 % в Норвегии. По мере расширения использования электромобилей растет потребность в методах повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов, позволяющих отказаться от их утилизации, так как невозможность использования их в электромобиле не означает потерю ими работоспособности. Учитывая эти факторы, организация повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов играет ключевую роль в развитии экономики замкнутого цикла в индустрии электромобилей. По мере старения аккумуляторов и снижения их эффективности необходимо их перепрофилирование для использования по другому назначению, например, как накопителей для систем резервного питания или источника энергии малогабаритных транспортных или транспортно-технологических машин [5-7] Это значительно продлевает срок их службы и сокращает количество отходов [8].

Цель статьи заключается в исследовании подходов к организации повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов электромобилей.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- определить проблемы обеспечения повторного использования аккумуляторных батарей;
- предложить наиболее приемлемые на настоящее время способы организации повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов электромобилей.

Материалы и методы

Существующие в Российской Федерации подходы в области обращения с отходами не решают проблем, связанных с ростом потока выбывающих из эксплуатации аккумуляторов в целом, например, от

бытовой техники, и аккумуляторов для электромобилей в частности, а также самих электромобилей, что требует обоснования новых подходов к обращению с этим типом отходов для обеспечения безопасной утилизации и ресурсосбережения [9]. Внедрение типовой маркировки химического состава аккумулятора, а также создание базы данных, где будет фиксироваться история каждого аккумулятора, будет способствовать внедрению стратегии повторного использования аккумуляторов [10].

Ключевые методы повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов включают в себя модернизацию, перепрофилирование и интеграцию аккумуляторов в системы вторичного использования, особенно в системах хранения энергии.

Модернизация – это процесс ремонта и восстановления аккумуляторов для использования в аналогичных целях или в различных транспортных средствах, в то время как перепрофилирование предполагает использование этих аккумуляторов для альтернативных целей, отличающихся от их первоначального использования. Например, аккумуляторы электромобилей в сборе при условии наличия достаточной остаточной емкости могут быть перепрофилированы для использования в стационарных источниках энергии, позволяя обеспечивать резервное питание домов, предприятий или даже стабилизировать электросеть [2, 11]. Согласно исследованиям, аккумуляторы будут эффективны в рамках альтернативного варианта использования, если сохранили около 70 % своей емкости по истечении срока службы в электромобиле [2]. Системы вторичного использования играют решающую роль в повторном использовании электромобильных батарей. Одним из важных применений являются аккумуляторные системы накопления энергии, где перепрофилированные батареи накапливают энергию, полученную из возобновляемых источников, таких как солнце или ветер. Эти системы могут обеспечивать электроэнергией потребителей в периоды пикового спроса, эффективно заменяя потребность в источниках энергии на основе ископаемого топлива [12]. Однако такой вариант использования практически не применяется в Российской Федерации в силу отсутствия дефицита ископаемых источников энергии и монополизированной энергосистемы.

Переход к эффективным стратегиям повторного использования зависит от сотрудничества между заинтересованными сторонами в цепочке создания стоимости аккумуляторных батарей, включая произво-

дителей автомобильной техники, переработчиков отходов. Обмениваясь данными и аналитической информацией, они могут обеспечить стабильную поставку аккумуляторов для новых вариантов использования, предполагающих длительную эксплуатацию и повысить общую эффективность усилий по обеспечению ресурсосбережения [1, 13]. Совместные усилия также могут способствовать разработке новых бизнес-моделей, основанных на экономическом потенциале повторно используемых аккумуляторов, примером чему служат зарубежные компании, как, например, Renault, которые участвуют в инициативах по переработке и повторному использованию [1].

Несмотря на то, что применение аккумуляторов с истекшим сроком службы полезно, они могут отсрочить процесс утилизации, что может снизить ожидаемую выручку предприятий-переработчиков и требует скоординированного подхода, включающего управление сроком службы с самого начала разработки аккумулятора [13]. Экономическая целесообразность восстановления отдельных аккумуляторных элементов, как показывает практика, часто нецелесообразна, что подчеркивает необходимость создания эффективных систем управления батареями для обеспечения успешного повторного использования и оптимального использования аккумуляторных модулей или даже отдельных ячеек [11, 14].

Результаты и обсуждение

Обеспечение вторичного использования аккумуляторных батарей, как извлекаемых из электромобилей, так и из другой техники, необходимо начинать с повышения осведомленности общественности о такой возможности, так как это необходимо для продвижения инициатив по переработке аккумуляторных батарей и активизации участия общественности. Такие кампании информируют общественность о важности переработки аккумуляторных батарей для уменьшения ущерба окружающей среде. Повышая осведомленность и влияя на поведение, можно повысить уровень утилизации и заручиться поддержкой законодательных изменений в политике утилизации аккумуляторных батарей [15].

Сотрудничество участников оборота с аккумуляторами имеет жизненно важное значение для решения законодательных проблем, связанных с повторным использованием и переработкой аккумуляторных батарей. Создание коалиций между различными организациями, включая предприятия, некоммерческие организации, общественные группы и государственные органы, поможет повысить эффективность

этой работы. Работая сообща, заинтересованные стороны могут согласовать свои цели и ресурсы, создавая консорциум для решения сложных задач в рамках инициатив по утилизации аккумуляторных батарей [16].

Появились региональные предприятия по переработке, специализирующиеся на отдельных моделях электромобилей, что позволяет оптимизировать затраты и свести к минимуму сложности транспортировки, связанные с различиями в конструкции аккумуляторов. Используя данные диагностики, можно предварительно подтвердить работоспособность аккумуляторных модулей перед повторным использованием, что приводит к снижению затрат примерно на 20 долларов за киловатт-час (кВт·ч) в сравнении с традиционными способами оценки состояния [17].

Организация повторного использования высоковольтных тяговых батарей электромобилей сталкивается с рядом серьезных проблем и барьеров, которые препятствуют эффективному внедрению и масштабируемости. Эти проблемы включают в себя сложности регулирования, экономические факторы, ограниченный доступ к ресурсам и неэффективную коммуникацию между заинтересованными сторонами.

Экономические факторы играют решающую роль в эффективности политики использования литий-ионных аккумуляторов. Высокие затраты, связанные с утилизацией аккумуляторов, и первоначальные инвестиции, необходимые для создания необходимой инфраструктуры, создают значительные препятствия. Исследование, проведенное Национальной лабораторией возобновляемых источников энергии (США) в 2019 году, показало, что колебания цен на материалы и непоследовательные темпы извлечения могут затруднить переработку отходов с экономической точки зрения [18]. Еще одним существенным препятствием является ограниченный доступ к необходимым материалам и технологиям. Согласно исследованию, проведенному в 2021 году для Всемирного экономического форума, производители часто испытывают трудности с поиском источников вторичного сырья из-за несогласованности цепочек поставок, что препятствует их усилиям по переработке и уверенности в стабильных поставках материалов [19].

Заключение

Управления высоковольтными батареями благодаря инновациям и растущему стремлению обеспечить сохранение ресурсов становится все более реальным. Ожидается, что инвестиции в научные исследования и разработки приведут к созданию передовых технологий, которые

повысят эффективность процессов переработки и расширят сферу применения отработавших батарей, что внесет значительный вклад в более экологичное будущее [20]. С расширением индустрии электромобилей количество использованных аккумуляторов будет расти, поддержание стабильной цепочки поставок выбывших из эксплуатации аккумуляторов сопряжено с трудностями. Однако, точное прогнозирование количества и типа аккумуляторов, которые появятся в продаже в ближайшие годы, имеет решающее значение для создания устойчивой системы сбора и управления для аккумуляторов, предназначенных для вторичного использования, которая может помочь защитить заинтересованные стороны от колебаний объемов или цен. Ключевые действия, необходимые для преодоления существующих проблем, включают разработку передовых технологий и систем управления, обеспечение стабильности цепочки поставок и учет соображений безопасности. Поскольку индустрия повторного использования аккумуляторов в Российской Федерации готовится к росту, у нее есть запас времени для преобразования традиционных подходов к хранению энергии, или подготовить наиболее подходящие варианты повторного использования, что требует активных научных исследований в этой области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. EV Battery Supply Chain Sustainability [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/ev-battery-supply-chain-sustainability> (дата обращения 13 января 2025 года).
2. Traction Batteries in Heavy-Duty EVs: Challenges and Solutions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.evmechanica.com/traction-batteries-in-heavy-duty-evs-challenges-and-solutions/> (дата обращения 13 января 2025 года).
3. Battery chemistries driving the electric vehicles and the evolution of battery materials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://evreporter.com/evolution-of-the-battery-materials/> (дата обращения 13 января 2025 года).
4. Бисенов, М. К. Специфика использования литий-ионных аккумуляторных батарей и ее влияние на образование отходов / М. К. Бисенов, Г. Е. Митягин, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2023. – № 2. – С. 19-28.
5. Анашин, Д. В. Использование универсального робота в фермерских хозяйствах / Д. В. Анашин // Современные материалы, техника и технологии. – 2015. – № 1 (1). – С. 17-18.
6. Анашин, Д. В. Оценка энергетических показателей роботизированных газонокосилок / Д. В. Анашин, С. А. Андреев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». – 2018. – № 5(87). – С. 63-69.

7. 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.
8. Митягин, Г. Е. Вторичное использование агрегатов и узлов электромобилей / Г. Е. Митягин, М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2024. – № 3. – С. 74–90.
9. Бисенов, М. К. Теоретические основы формирования производственно-технической базы для обеспечения повторного использования выбывших из эксплуатации аккумуляторных батарей электромобилей и гибридных автомобилей / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2023. – № 2. – С. 44-61.
10. Traction Battery Packs for High-Performance Electric Vehicles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.evmechanica.com/traction-battery-packs-for-high-performance-electric-vehicles> (дата обращения 13 января 2025 года).
11. Government Policies Impacting Lithium-Ion Battery Sustainability And Recycling Efforts [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poweringautos.com/how-government-policies-have-affected-lithium-ion-battery-sustainability> (дата обращения 13 января 2025 года).
12. Бисенов, М. К. Ресурсный потенциал выведенных из эксплуатации тяговых аккумуляторных батарей электромобилей / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции «Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов». – М. : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2023. – С. 74-78.
13. Бисенов, М.К. Исследование стратегии эксплуатации тяговых аккумуляторных батарей и потенциала их повторного использования / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Сборник материалов научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича – М. : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2024. – Том 2. – С. 200-210.
14. 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.
15. Lijun Yang, Yi Wang Electric Vehicle Traction Battery Recycling Decision-Making Considering Blockchain Technology in the Context of Capacitance Level Differential Demand [Электронный ресурс] // World Electr. Veh. J. – 2024. – № 15 (12). – P. 561. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/wevj15120561> (дата обращения 13 января 2025 года).
16. Утилизация техники в системе АПК / Н. В. Алдошин, А. А. Ивлев, Ю. А. Лесконог, Н. А. Лылин. – М. : ООО «Издательство «Триада», 2014. – 222 с.
17. ECE R136: A Key Regulation for Electric Vehicle Safety [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tritekbattery.com/ece-r136-electric-vehicle-safety> (дата обращения 13 января 2025 года).

18. Powering the future: Top 5 EV battery chemistries and formats across the world [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.automotivemanufacturingsolutions.com/top-5-ev-battery-chemistries-and-formats-across-the-world/ 45901.article (дата обращения 13 января 2025 года).

19. Дидманидзе, О. Н. Эффективность тягово-транспортных средств при использовании накопителей энергии / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев. – М. : Мегалит, 2018. – 189 с. – ISBN 978-5-907095-06-9.

20. Tasbirul, I. Lithium-Ion Battery Recycling in the Circular Economy: A Review [Электронный ресурс] / I. Tasbirul, I. Usha // Recycling. – 2022. – № 7 (3). – P. 33. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/recycling7030033> (дата обращения 13 января 2025 года).

Об авторах:

Алешин Максим Жанович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Петров Тимур Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Солдатов Егор Алексеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Митягин Григорий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», mityagin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Maksim Zh. Aleshin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Timur S. Petrov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Egor A. Soldatov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Grigory E. Mityagin, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mityagin@rgau-msha.ru.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ СТАНЦИЙ ЗАМЕНЫ АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

М. Ж. Алешин

Научный руководитель – Г. Е. Митягин

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

Аннотация. В статье рассматривается концепция стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственного электротранспорта. Анализируются технические, экономические и экологические преимущества такой системы, а также препятствия на пути её внедрения. Особое внимание уделяется проблемам повторного использования аккумуляторных батарей и способам их решения.

Ключевые слова: литий-ионная аккумуляторная батарея, электромобиль, экология, вторичное использование батарей, ресурсосбережение.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF STANDARDIZED BATTERY CHANGING STATIONS FOR AGRICULTURAL ELECTRIC VEHICLES

M. Zh. Aleshin

Scientific advisor – G. E. Mityagin

Abstract. The article deals with the concept of standardized battery replacement stations for agricultural electric transport. Technical, economic and ecological advantages of such a system as well as obstacles to its implementation are analyzed. Special attention is paid to the problems of reuse of accumulator batteries and ways of their solution.

Keywords: lithium-ion accumulator battery, electric car, ecology, battery reuse, resource saving.

Введение

Современное сельское хозяйство стремится к повышению эффективности и снижению воздействия на окружающую среду, что приводит к активному внедрению электротранспорта. Однако одним из ключевых ограничений его использования остается продолжительное время зарядки аккумуляторных батарей, что снижает производительность и усложняет эксплуатацию в интенсивных рабочих циклах.

Одним из перспективных решений этой проблемы является внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторов, позволяющих оперативно заменять разряженные батареи на заряженные без длительных простоев техники. Такая система может существенно повысить рентабельность и удобство использования электротранспорта в сельском хозяйстве, обеспечивая его бесперебойную работу.

В данной статье рассматриваются ключевые аспекты разработки и внедрения стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственного электротранспорта. Анализируются технические, экономические и экологические преимущества такой системы, а также возможные препятствия и пути их преодоления.

Цель статьи заключается в анализе и разработке концепции стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственного электротранспорта с целью повышения эффективности его эксплуатации, сокращения времени простоя и улучшения экономической и экологической устойчивости сельскохозяйственного сектора.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- определить проблемы обеспечения повторного использования аккумуляторных батарей;
- предложить наиболее приемлемые на настоящее время способы;
- организовать повторное использование высоковольтных тяговых аккумуляторов электромобилей.

В основе электромобилей лежит аккумулятор, который служит основным источником энергии для работы. Современные достижения в области аккумуляторных технологий, особенно на основе литиевой химии, имеют решающее значение для повышения эффективности и жизнеспособности сельскохозяйственных электромобилей.

Такие инновации, как твердотельные и литий-серные батареи, становятся многообещающими решениями, которые могут значительно увеличить плотность энергии и сократить время зарядки, делая электромобили более практичными для широкого использования в сельском хозяйстве.

Внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственных электромобилей (EV) позволит значительно преобразовать сельскохозяйственный сектор. В связи с расту-

щими проблемами роста населения, изменения климата и нехватки рабочей силы сельскохозяйственная отрасль остро нуждается в инновациях, которые повышают эффективность и устойчивость.

Переход на электромобили, работающие на возобновляемых источниках энергии, играет решающую роль в декарбонизации сельского хозяйства.

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) наметило пути достижения этих энергетических переходов, которые включают интеграцию передовых технологий, таких как электромобили на аккумуляторных батареях и гибридные системы, в сельскохозяйственную практику.

Благодаря использованию электроприводов сельскохозяйственная техника может достичь более высокой энергоэффективности, сократить выбросы парниковых газов и соответствовать строгим экологическим нормам.

Внедрение станций замены аккумуляторов способствует более широкому внедрению электромобилей в сельском хозяйстве, решая проблемы, связанные со временем зарядки и инфраструктурой. Устройства с электроприводом и автономные системы, поддерживаемые технологиями замены аккумуляторов, обещают улучшенную функциональность и производительность.

Это не только повышает общую производительность, но и позволяет сельскохозяйственному сектору удовлетворять растущие потребности в продовольствии растущего населения мира, которое, по прогнозам, к 2050 году достигнет 10 миллиардов человек.

Автоматизация процессов ведения сельского хозяйства за счет использования робототехники и электромобилей может сократить нехватку рабочей силы, снизить зависимость от химических веществ и оптимизировать использование ресурсов.

Станции замены аккумуляторов могут поддерживать производство энергии на месте и использование возобновляемой энергии в сельскохозяйственных операциях. Этот переход к устойчивым методам ведения сельского хозяйства имеет решающее значение для смягчения последствий изменения климата. Более того, эффективность, полученная от использования электроприводов, может привести к снижению расхода топлива, что не только снижает эксплуатационные расходы, но и минимизирует экологический след сельскохозяйственной деятельности.

Переход на электромобили, поддерживаемый станциями замены аккумуляторов, также представляет экономические выгоды для сельскохозяйственного сектора. Поскольку затраты на аккумуляторные технологии снижаются и становятся более эффективными, фермеры могут извлечь выгоду из снижения эксплуатационных расходов и повышения производительности. Кроме того, правительственные инициативы и финансовая поддержка устойчивых методов ведения сельского хозяйства могут способствовать внедрению электромобилей, создавая благоприятную среду для инвестиций в чистые технологии. Используя достижения в области аккумуляторных технологий и инфраструктуры, сельскохозяйственная отрасль может позиционировать себя как лидера в области устойчивых методов, что в конечном итоге приведет к повышению прибыльности и конкурентоспособности на мировом рынке.

Внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторов дает многочисленные преимущества. Для пользователей возможность быстрой замены разряженных аккумуляторов на полностью заряженные устраняет трудности традиционных методов зарядки, что делает это удобным и экономически эффективным решением.

Эта модель может быть особенно выгодна для операторов автопарков, систем общественного транспорта и служб заказа поездок, где минимизация простоев имеет решающее значение для поддержания операционной эффективности.

Более того, системы замены аккумуляторов могут оптимизировать потребление энергии за счет использования электроэнергии в непиковые периоды для зарядки, тем самым снижая выбросы углерода и воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционными методами быстрой зарядки.

Стратегии внедрения

Стандартизация аккумуляторных систем

Для повышения эффективности станций замены аккумуляторов (BSS) для сельскохозяйственных электромобилей крайне важно стандартизировать конструкции аккумуляторов по всей отрасли. Такая стандартизация сведет к минимуму разнообразие типов аккумуляторов, которые должны производить производители, что в конечном итоге снизит затраты и оптимизирует процессы массового производства. Приняв унифицированную конструкцию аккумулятора, операторы BSS могут поддерживать упрощенный инвентарь, устраняя необходимость хранить несколько типов аккумуляторов.

Реализация этой стратегии может потребовать законодательной поддержки, что может повлечь за собой первоначальные затраты, но, скорее всего, приведет к долгосрочным экономическим выгодам за счет повышения эффективности.

Анализ затрат и выгод

Переход к стандартизированной модели замены батарей предполагает комплексный анализ потенциальных затрат и выгод. Этот анализ должен включать такие факторы, как первоначальные инвестиции в инфраструктуру, текущие расходы на техническое обслуживание и потенциал повышения эксплуатационной эффективности за счет снижения сложности управления батареями.

Финансовые последствия принятия этой модели можно дополнительно оценить посредством детального моделирования ожидаемой окупаемости инвестиций (ROI) на основе расширенного использования возобновляемых источников энергии и снижения эксплуатационных расходов, связанных с подзарядкой аккумуляторов и управлением запасами.

Технологическая интеграция

Интеграция передовых технологий имеет решающее значение для успешного внедрения станций замены аккумуляторов. Это включает разработку интеллектуальных систем управления и использование решений IoT (Интернет вещей) для мониторинга состояния аккумуляторов и оптимизации графиков зарядки.

Кроме того, использование алгоритмов машинного обучения может повысить эффективность управления аккумулятором за счет прогнозирования моделей использования и оптимизации распределения ресурсов на основе данных в реальном времени.

Поскольку сельскохозяйственные методы все больше опираются на цифровые решения, внедрение таких технологий может значительно повысить эксплуатационную устойчивость и способность реагировать на требования рынка.

Совместная структура

Создание совместной структуры, включающей различные заинтересованные стороны, такие как производители, сельскохозяйственные предприятия и государственные учреждения, имеет важное значение для успешного развертывания стандартизированных станций замены аккумуляторов. Эта структура должна способствовать передаче

знаний между отраслями и академическими кругами, поощряя инициативы в области исследований и разработок, которые фокусируются на устойчивых методах ведения сельского хозяйства.

Поощряя партнерские отношения между различными заинтересованными сторонами, инициатива может использовать коллективный опыт и ресурсы для решения таких проблем, как нехватка рабочей силы и экологическая устойчивость, а также получать выгоду от финансовой поддержки, предоставляемой государственными программами.

Пилотные проекты и циклы обратной связи

Запуск пилотных проектов может стать практическим шагом на пути к внедрению стандартизированных станций замены аккумуляторов. Эти проекты должны быть разработаны для сбора отзывов пользователей и данных о производительности, которые будут использоваться для последующих итераций системы.

Позволяя фермерам и операторам тестировать технологии замены батарей в реальных условиях, разработчики могут настраивать системы на основе практических знаний, гарантируя, что окончательная реализация будет соответствовать конкретным потребностям сельскохозяйственного сектора.

Благодаря этим многогранным стратегиям разработка и внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторных батарей может внести значительный вклад в модернизацию и устойчивость сельскохозяйственных методов, позволяя фермерам лучше управлять ресурсами и одновременно снижать воздействие на окружающую среду.

Проблемы и ограничения

Разработка и внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторных батарей для сельскохозяйственных электромобилей сталкивается с рядом проблем и ограничений, которые могут препятствовать прогрессу в этом секторе.

Технические препятствия

Одной из основных проблем являются технические условия, необходимые для широкого внедрения электромобилей в сельскохозяйственных условиях. К ним относится необходимость усовершенствования технологии аккумуляторов, поскольку текущие системы часто страдают от высокой стоимости и значительного веса, что делает их менее практичными для использования в тяжелых сельскохозяйственных условиях.

Более того, отсутствие взаимодействия между различными аккумуляторными системами создает препятствие, поскольку заинтересованные стороны опасаются, что стандартизация может ограничить инновации и создать невыгодные условия для конкуренции для малых предприятий в отрасли.

Ограничения производительности

Электромобили часто сталкиваются с ограничениями производительности по сравнению с традиционными машинами с двигателем внутреннего сгорания. В частности, такие проблемы, как ограниченный диапазон, тяговая способность и скорость, могут повлиять на их пригодность для различных сельскохозяйственных задач.

Фермерам требуются надежные транспортные средства, способные преодолевать большие расстояния и перевозить тяжелые грузы, что многие современные электрические модели могут не обеспечить в полной мере.

Проблемы инфраструктуры

Существующая инфраструктура для зарядки и замены аккумуляторов по-прежнему недостаточно развита, что приводит к неэффективности энергоснабжения и еще больше усложняет эксплуатацию электромобилей в сельском хозяйстве.

Низкие показатели использования имеющихся мощностей по энергоснабжению могут привести к плохому восприятию со стороны клиентов и снижению общих показателей внедрения среди фермеров, которые могут не захотеть инвестировать в электротехнологии без надежной сети поддержки.

Динамика рынка

Рынок сельскохозяйственных электромобилей находится под влиянием динамических факторов, включая меняющиеся потребительские предпочтения, государственное регулирование и конкурентное давление. В то время как растет спрос на устойчивые методы ведения сельского хозяйства и сокращение выбросов, рост рынка также зависит от четких политических рамок и стимулов, которые поощряют фермеров переходить на электрические модели сельскохозяйственной техники.

Соображения стоимости

Хотя электромобили могут обеспечивать более низкие эксплуатационные расходы по сравнению с традиционными видами топлива, требуемые первоначальные инвестиции могут стать серьезным препятствием для многих фермеров.

Высокие затраты, связанные с приобретением электромобилей и созданием станций замены аккумуляторов, могут отпугнуть потенциальных пользователей, особенно в регионах, где сельскохозяйственная маржа уже ограничена. Решение этих проблем потребует согласованных усилий заинтересованных сторон отрасли, государственных органов и разработчиков технологий для создания благоприятной среды для успешного внедрения стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственных электромобилей.

Перспективы на будущее

Технологические достижения

Будущее технологии замены аккумуляторов для сельскохозяйственных электромобилей (AEV) выглядит многообещающим, с постоянными инновациями, направленными на повышение эффективности и удобства использования. Поскольку рынок электромобилей (EV) продолжает расширяться, компании инвестируют в исследования и разработки для создания более эффективных и стандартизированных решений для аккумуляторов. Этот сдвиг в сторону стандартизации имеет важное значение, поскольку он может привести к созданию универсально совместимых аккумуляторных батарей, которые облегчают более быструю и легкую замену на станциях обмена

Экологические соображения

Системы замены аккумуляторов не только направлены на повышение эффективности работы AEV, но и способствуют усилиям по обеспечению устойчивости в сельском хозяйстве. Эффективное использование и переработка аккумуляторов может значительно сократить отходы и способствовать развитию круговой экономики в сельскохозяйственном секторе.

Поскольку акцент на устойчивом развитии растет, интеграция возобновляемых источников энергии в станции замены аккумуляторов может еще больше сократить углеродный след, связанный с зарядкой этих транспортных средств.

Расширение рынка и внедрение

Глобальный толчок к электрификации сельского хозяйства представляет существенные возможности роста для инфраструктуры замены аккумуляторов. Северная Америка и Европа в настоящее время лидируют в принятии этих технологий, в то время как рынки Азиатско-Тихоокеанского региона, особенно Китай и Индия, готовы к значительному росту из-за их крупных сельскохозяйственных секторов и растущего акцента на устойчивых методах ведения сельского хозяйства.

Правительства признают важность этих систем и внедряют политику и стимулы для поддержки создания сетей обмена аккумуляторами, что будет способствовать более широкому их внедрению среди фермеров и сельскохозяйственных предприятий.

Проблемы внедрения

Несмотря на позитивный прогноз, остается несколько проблем в реализации систем замены аккумуляторов для AEV. Отсутствие стандартизированных спецификаций аккумуляторов и высокие затраты, связанные с созданием станций замены, могут помешать широкому внедрению. Кроме того, информирование фермеров и заинтересованных сторон о преимуществах и практичности замены батарей будет иметь решающее значение для преодоления сопротивления этой модели.

Заключение

Внедрение стандартизированных станций замены аккумуляторов для сельскохозяйственного электротранспорта является перспективным решением, способным значительно повысить эффективность эксплуатации электротехники в аграрном секторе. Разработанная система позволит устранить проблему длительной зарядки, минимизировать простои и оптимизировать использование энергетических ресурсов.

Результаты исследования показывают, что стандартизация аккумуляторных блоков и автоматизация процесса их замены могут привести к снижению эксплуатационных затрат, увеличению производительности сельскохозяйственных машин и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Кроме того, интеграция таких станций с возобновляемыми источниками энергии усилит экологическую и экономическую устойчивость системы.

Таким образом, дальнейшее развитие данной технологии требует детальной проработки технических стандартов, экономической оценки и проведения пилотных испытаний. Внедрение подобных станций станет важным шагом к цифровизации и модернизации сельскохозяйственного производства, способствуя переходу к более устойчивым и энергоэффективным методам ведения сельского хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Столяров, Д. М. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками / Д. М. Столяров, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев // Наука без границ. – 2019. – № 6(34). – С. 56-59.

2. Traction Batteries in Heavy-Duty EVs: Challenges and Solutions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.evmechanica.com/traction-batteries-in-heavy-duty-evs-challenges-and-solutions/> (дата обращения 13 января 2025 года).
3. Бисенов, М. К. Специфика использования литий-ионных аккумуляторных батарей и ее влияние на образование отходов / М. К. Бисенов, Г. Е. Митягин, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2023. – № 2. – С. 19-28.
4. 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.
5. Митягин, Г. Е. Вторичное использование агрегатов и узлов электромобилей / Г. Е. Митягин, М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2024. – № 3. – С. 74–90.
6. Бисенов, М. К. Теоретические основы формирования производственно-технической базы для обеспечения повторного использования выбывших из эксплуатации аккумуляторных батарей электромобилей и гибридных автомобилей / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2023. – № 2. – С. 44-61.
7. Traction Battery Packs for High-Performance Electric Vehicles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.evmechanica.com/traction-battery-packs-for-high-performance-electric-vehicles> (дата обращения 13 января 2025 года).
8. Пуляев, Н. Н. Инновационное развитие сельского хозяйства / Н. Н. Пуляев, Д. Г. Асадов // Доклады ТСХА, Москва, 02-04 декабря 2020 года. Выпуск 293 Часть III. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2021. – С. 186-188.
9. Бисенов, М. К. Ресурсный потенциал выведенных из эксплуатации тяговых аккумуляторных батарей электромобилей / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции «Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робото-технических комплексов». – М. : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2023. – С. 74-78.
10. Бисенов, М.К. Исследование стратегии эксплуатации тяговых аккумуляторных батарей и потенциала их повторного использования / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Сборник материалов научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича – М. : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2024. – Том 2. – С. 200-210.
11. 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.
12. Powering the future: Top 5 EV battery chemistries and formats across the world [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.automotivemanufacturingsolutions.com/top-5-ev-battery-chemistries-and-formats-across-the-world/ 45901.article (дата обращения 13 января 2025 года).

13. Дидманидзе, О. Н. Эффективность тягово-транспортных средств при использовании накопителей энергии / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев. – М. : Мегалит, 2018. – 189 с. – ISBN 978-5-907095-06-9.

14. Tasbirul, I. Lithium-Ion Battery Recycling in the Circular Economy: A Review [Электронный ресурс] / I. Tasbirul, I. Usha // Recycling. – 2022. – № 7 (3). – Р. 33. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/recycling7030033> (дата обращения 13 января 2025 года).

Об авторах:

Алешин Максим Жанович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Митягин Григорий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», mityagin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Maksim Zh. Aleshin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Grigory E. Mityagin, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mityagin@rgau-msha.ru.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В. А. Полищук

Научный руководитель – Р. Н. Егоров

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

Аннотация. *Сельское хозяйство России является одной из стратегических отраслей экономики страны. Стабильность и эффективность сельского хозяйства определяют продовольственную безопасность страны. Без организации технического сервиса нового поколения невозможно будущее сельского хозяйства страны.*

Ключевые слова: *сельскохозяйственная техника, машинно-тракторный парк, система технического сервиса, техническое обслуживание, автоматизация, цифровизация, система ГЛОНАСС/GPS, Агрокомплекс-2.1 «АСУТО».*

ORGANIZATION AND TECHNOLOGY OF TECHNICAL SERVICE OF NEW GENERATION AGRICULTURAL MACHINERY

V. A. Polishchuk

Scientific advisor – R. N. Egorov

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

Abstract. *Russian agriculture is one of the strategic sectors of the country's economy. The stability and efficiency of agriculture determine the food security of the country. The future of the country's agriculture is impossible without the organization of the new generation technical service.*

Keywords: *agricultural machinery, machine-tractor park, technical service system, maintenance, automation, digitalization, GLONASS/GPS system, Agrocomplex-2.1 «ASUTO».*

Введение

Система технического сервиса (ТС) машин в АПК имеет сложную организационную структуру и различные уровни управления. Регламентируемые заводами-изготовителями машин мероприятия технического обслуживания (ТО) в гарантийный период выполняются

фирменными или дилерскими сервисными центрами, а по его истечении владельцы машин могут самостоятельно выполнять ТО. За весь этап эксплуатации отечественных машин объем сервисных работ, выполняемых механизаторами и инженерно-техническими работниками (ИТР) предприятий-владельцев, существенно превосходит объем работ дилерских центров и других исполнителей. Поэтому вопрос организации и развития технологии и технического сервиса нового поколения тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин (СХМ) в условиях предприятий-владельцев является актуальной задачей [1-5].

Объект исследований, материалы исследований. Объектом исследований являются результаты модернизации организационного и технологического процессов технического сервиса машин, используемых в производстве продукции АПК. В качестве материалов исследований используются последние научные данные и результаты производственного опыта осуществления технического сервиса на современном этапе хозяйствования сельхозпроизводителей (научные и прочие работы, содержащие сведения о формах осуществления мероприятий по поддержанию в работоспособном состоянии современной сельскохозяйственной техники).

Анализ результатов исследований

Агропромышленный сектор является основным потребителем техники сельскохозяйственного назначения: тракторов, самоходных и прицепных комбайнов, сельскохозяйственных машин, автомобилей различного назначения, а также различного оборудования сферы животноводства. Вся эта техника составляет машинно-тракторный парк сельхозпредприятий [6, 7].

Сейчас тракторы, комбайны и прочая техника для АПК изготавливаются из новых материалов, оснащаются электроникой и высокотехнологичными техническими устройствами, в том числе оборудованием для применения технологий точного земледелия. Механизатор, который управляет современными тракторами, комбайнами и прочей сложной техникой играет роль оператора, контролирующего функционирование различных, насыщенных электроникой систем. Теперь трактор, благодаря наличию бортового компьютера, может сам находить решение проблемной ситуации и оповещать об этом оператора [8, 9].

Современное ведение сельского хозяйства тесно связано с применением современных информационных технологий и инструментов цифровой экономики: интернета-вещей (IoT), облачных технологий,

ГЛОНАСС/GPS, больших данных, методов искусственного интеллекта [2, 10]. Однако в области управления технической эксплуатацией отечественной сельскохозяйственной техники перечисленные инструменты на практике используются весьма слабо.

В настоящее время при осуществлении технического сервиса техники, используемой в АПК, все более широкое применение получают программные комплексы, обеспечивающие реализацию запасных частей, ГСМ (умный нефтесклад). Используются системы мониторинга технического состояния МТП и др. Все упомянутые системы являются составной частью цифровизации сельхозпроизводства [1, 11]. Например, разработанное программное обеспечение представляет собой рабочее место мастера-наладчика, механика отделения или инженера по эксплуатации МТП [3].

Программа написана в среде программирования Delphi, база данных создана на платформе СУБД Firebird. Программа зарегистрирована в государственном реестре с наименованием «Агрокомплекс-2.1 «АСУТО» под номером 2020614673 (далее просто «АСУТО»). Главное окно программы показано на рисунке 1.

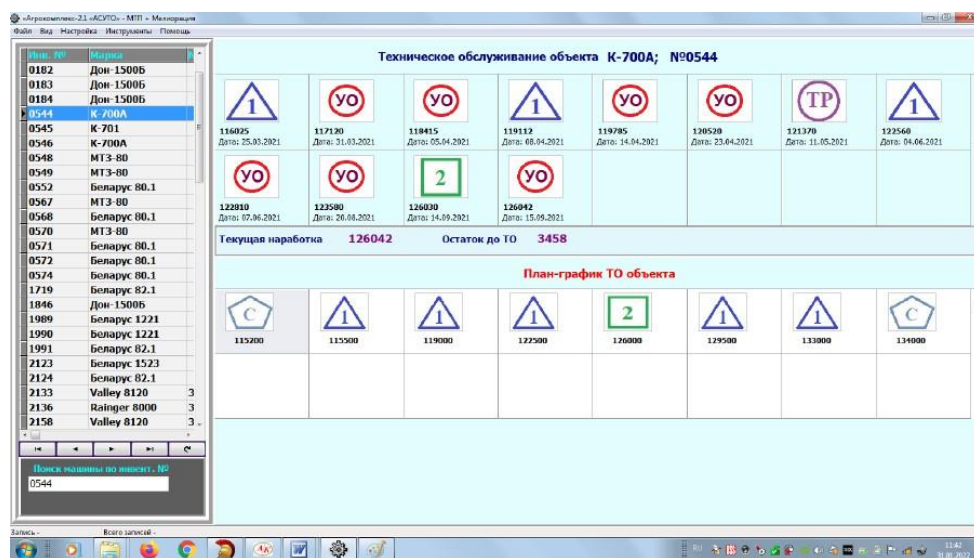


Рисунок 1. – Главное окно программы «Агрокомплекс-2.1 «АСУТО»

Существующее программное обеспечение в сфере технического сервиса машин сформировано на основе многолетнего научно-производственного опыта организации технического сервиса сельскохозяйственной техники. Если ранее рекомендательная база и нормативные документы по организации и технологии технического обслуживания (ТО) машинно-тракторного парка сельхозпредприятий были заложены в 60-80-е годы двадцатого века, то в настоящее время система ТО и

ремонта машин отечественного и зарубежного производства по-прежнему является планово-предупредительной (согласно рекомендациям производителей) [4].

Разработанная программа «АСУТО» устанавливается на рабочий компьютер инженера и на ноутбук мастера-наладчика.

При этом ввод первичной информации о наработке машин может осуществляться в трех вариантах:

1. Ручной ввод данных пользователем программы;
2. Интеграция программы с имеющимся на предприятии программным обеспечением и информационными системами первичного учета расхода топлива машинами;
3. Интеграция программы с системой ГЛОНАСС/GPS мониторинга работы сельскохозяйственной техники.

Заключение

Сегодня техническое обслуживание отечественной сельскохозяйственной техники осуществляется преимущественно с помощью бумажного документооборота, что приводит к увеличению затрат времени на управленческие операции. Именно поэтому необходимы новые инновационные цифровые решения организации технического сервиса.

Управление техническим обслуживанием сельскохозяйственной техники с помощью разработанного программного обеспечения способствует повышению эксплуатационной надёжности сельскохозяйственной техники и снижению трудоёмкости управления процессами ТО. Снижение простоев машин в период эксплуатации обусловлено уменьшением числа отказов отдельных составных частей за счёт их предупреждения по результатам диагностирования и соблюдения периодичности и регламента ТО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая диагностика тракторов / В. А. Чечет, В. В. Егоров, Н. А. Майстренко [и др.]. – М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2018. – 100 с.
2. Чепурин, А. В. Организация фирменного сервиса отечественной сельскохозяйственной техники / А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 40-43. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-4-40-41-42-43.
3. Эйдис, А. Л. Управление техническими системами / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк. – М. : Издательство ООО «ВНИПР», 2010. – 72 с.

4. 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.
5. Журавлев, С. Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения / С. Ю. Журавлев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 7 (213).
6. Brodny, J. Assessing the level of digitalization and robotization in the enterprises of the European Union Member States / J. Brodny, M. Tutak // PLoS ONE. – 2021. – № 16 (7). – Pp. 0254993. – DOI: 10.1371/journal.pone.0254993.
7. Лесник Н. А. Совершенствование организации технического обслуживания сельскохозяйственной техники с применением специализированного программного обеспечения : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : дис. ... канд. техн. наук / Лесник Наталья Александровна. – зерноград, 2022. – 223 с.
8. Журавлев, С. Ю. Современная концепция организации технического сервиса машин в АПК / С. Ю. Журавлев. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3 (89). – 2021. – С. 119-125.
9. Никитченко. С. Л. Управление техническим обслуживанием сельскохозяйственной техники в условиях автоматизации и цифровизации производства / С. Л. Никитченко, Н. А. Лесник, С. В. Смыков // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 33-42.
10. Основные направления развития транспортно-производственных процессов / Егоров Р.Н., Карев А.М., Пильщиков В.Л., Коротких Ю.С. // Монография – М. : Издательство ООО «Автограф» 2017. – 70 с.
11. Егоров, Р. Н. Проектирование автотранспортных процессов в АПК / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин, Ю. С. Коротких. – М. : Издательство ООО «УМЦ Триада» 2016. – 125 с.

Об авторах:

Полищук Валерий Александрович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», valerochkapolishuck@yandex.ru.

Научный руководитель – Егоров Роман Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», egorov@rgau-msha.ru.

About the authors:

Valerii A. Polishchuk, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, valerochkapolishuck@yandex.ru.

Scientific advisor – Roman N. Egorov, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, egorov@rgau-msha.ru.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ФОРСУНКИ ДВИГАТЕЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА НА СВОЙСТВА МОТОРНОГО МАСЛА

А. С. Павлов

Научный руководитель – Н. Н. Пуляев

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований выбранных физико-химических показателей и содержания металлов в образцах отработанного моторного масла. Образцы отбирались как после выхода из строя топливной системы, так и в процессе эксплуатации сельскохозяйственного трактора в соответствии с предполагаемой производителем датой замены моторного масла. В ходе изменений они были проанализированы с учетом их влияния на свойства моторного масла.

Ключевые слова: моторное масло, мониторинг состояния масла, разложение отложений, топливная аппаратура, микроэлементы.

EVALUATION OF THE EFFECT OF DAMAGE TO THE FUEL OF AGRICULTURAL TRACTOR ENGINE INJECTOR ON ENGINE OIL PROPERTIES

A. S. Pavlov

Scientific advisor – N. N. Pulyaev

Abstract. The paper presents the results of research of selected physicochemical parameters and metal content in samples of used engine oil. The samples were taken both after the fuel system failure and during the operation of an agricultural tractor in accordance with the manufacturer's assumed date of engine oil change. During the changes they were analyzed with regard to their influence on the engine oil properties.

Keywords: engine oil, oil condition monitoring, decomposition of deposits, fuel equipment, microelements.

Снижение интенсивности износа элементов двигателя внутреннего сгорания является необходимым условием его эффективной и длительной работы, что может быть достигнуто за счет эффективной смазки взаимодействующих трущихся поверхностей. Моторное масло является эффективным смазочным и защитным средством, поскольку оно выполняет множество функций, определяемых приемлемыми

уровнями физико-химических параметров в разнообразных и сложных условиях эксплуатации. Оно представляет собой барьер между подвижными частями двигателя, что снижает трение и износ отдельных элементов двигателя. Моторное масло также является ценным носителем информации о процессах и изменениях, которые происходят внутри приводного агрегата во время его эксплуатации [1-4].

Особенно важно для дальнейшей эксплуатации масла определить его состояние при использовании в процессе эксплуатации транспортного средства. Чаще всего моторное масло необходимо менять по истечении требуемого срока службы независимо от его реальных эксплуатационных параметров. Однако масло может использоваться и более длительное время, если его параметры соответствуют требованиям производителя. Для этого требуется регулярный сбор образцов моторного масла из транспортных средств. Исследование собранных образцов может определить реальное состояние масла [5-7]. Таким образом, можно продлить период замены и сэкономить финансовые и экологические ресурсы [8-10].

Топливо, попадающее в масляный поддон, представляет собой существенную проблему для правильной эксплуатации масла. Неиспарившееся топливо вместе с масляным слоем на стенках цилиндра стекает в масляный поддон и разбавляет масло. Другой причиной попадания топлива может быть неисправный топливный насос и использование фильтров, которые требуют периодической очистки [2]. В результате разбавления масла топливом происходит снижение его вязкости, иногда ниже значения, требуемого производителями. Дизельное масло в двигателях с самовоспламенением представляет собой особую проблему. Из-за довольно высокой температуры кипения затрудняется процесс его испарения из моторного масла. Когда дизельное топливо попадает в моторное масло в количестве нескольких процентов, оно значительно снижает его вязкость [2]. Чрезмерное разбавление моторного масла приводит к серьезным проблемам, включая постепенное снижение потребительских и эксплуатационных свойств масла, которое предшествует его полной деградации – через окисление и полимеризацию ненасыщенных элементов топлива, содержащихся в нем [2].

Целью статьи является анализ влияния неисправности топливной системы сельскохозяйственного трактора и повышенного содержания топлива в моторном масле на его эксплуатационные параметры.

Материалом для исследования послужили три образца полусинтетического масла, один из которых был свежим, а два были отобраны

при замене масла в тракторе. Образцы были отобраны при стандартной процедуре замены масла в соответствии с рекомендациями производителя трактора. Первый образец отработанного масла был отобран в начале плановой исследовательской задачи при замене масла в зимний период и был определен как масло после штатной эксплуатации ввиду отсутствия наблюдаемых неисправностей топливной системы. Вторым образец был отобран при замене масла после очередного сезона эксплуатации и был определен как масло после неисправности топливной системы. В обоих случаях срок эксплуатации масла составил около 12 месяцев и 100 часов работы трактора.

Трактор работал на полусинтетическом масле с классом вязкости SAE 15W-40 и качеством, рекомендованным производителем трактора. Характеристики свежего масла, которые использовались в исследовании, были определены на основе собственных исследований и приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры и физико-химические свойства свежего моторного масла

Параметр	Единицы измерения	Моторное масло
Класс вязкости SAE	-	15W40
Класс качества ACEA	-	A3/B5, E7
Класс качества API	-	CL-4, SL
Кинематическая вязкость при 40°C	(мм ² ·с ⁻¹)	110,1
Кинематическая вязкость при 100°C	(мм ² ·с ⁻¹)	12,5
Температура воспламенения	(°C)	197
Общее кислотное число (TAN)	(мг KOH·г ⁻¹)	0,50
Общее базовое число (TBN)	(мг KOH·г ⁻¹)	11,89
Степень окисления	(Абс·(0,1 мм) ⁻¹)	0,10
Степень азотирования	(Абс·(0,1 мм) ⁻¹)	0,06
Степень сульфирования	(Абс·(0,1 мм) ⁻¹)	0,17

Изменения параметров образцов масла, отобранных из тракторов, были соотнесены с параметрами образцов свежего масла, которые были установлены в таблице 1. Кроме того, полученные значения для свежего масла служили точкой отсчета для определения пороговых значений. Включенные граничные значения были представлены в таблице 2.

При наблюдении за результатами параметра кинематической вязкости при 100°C в случае образца масла после нормальной эксплуата-

ции было зафиксировано значение $14,43 \text{ мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, что означает увеличение на 15 % по сравнению со свежим маслом, в то же время предельное значение для этого параметра не было превышено.

Таблица 2 – Предельные значения параметров моторного масла, принятые в испытаниях

Параметр	Единицы измерения	Значения, измеренные для свежего масла	Предельные значения на основе литературных данных	Предельные значения анализируемых параметров
Класс вязкости SAE	$(\text{мм}^2 \cdot \text{с}^{-1})$	12,60	$\pm 15 \%$	10,79...14,49
Класс качества ACEA	$(\text{мм}^2 \cdot \text{с}^{-1})$	110,11	$\pm 15 \%$	93,59...126,63
Класс качества API	$(\text{мг КОН} \cdot \text{г}^{-1})$	11,89	$< 50 \%$	$< 5,95$
Кинематическая вязкость 40°C	$(\text{мг КОН} \cdot \text{г}^{-1})$	0,50	+2,5 мг	3 мг
Кинематическая вязкость 100°C	$(\text{Абс} \cdot (0,1 \text{ мм})^{-1})$	0,10	$> 0,4$	$> 0,4$
Температура воспламенения	$(\text{Абс} \cdot (0,1 \text{ мм})^{-1})$	0,06	$> 0,4$	$> 0,4$
Общее кислотное число (TAN)	$(\text{Абс} \cdot (0,1 \text{ мм})^{-1})$	0,17	$> 0,4$	$> 0,4$

Исследуемое масло по-прежнему также соответствовало предполагаемой классификационной вязкости SAE 40 (15W40), поскольку значение этого параметра не превышало $16,3 \text{ мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. В случае масла после отказа топливной системы значение параметра составило $9,97 \text{ мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, что означает снижение на 20 % по сравнению со свежим маслом. Предельное значение анализируемого параметра вязкости масла было превышено и оказалось слишком низким для поддержания вязкости SEA 40 (15W40), рекомендованной производителем трактора, поскольку вязкость снизилась ниже $12,5 \text{ мм}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ (SAE 30).

Общее кислотное число (TAN), которое для свежего масла составляло $0,50 \text{ мг КОН} \cdot \text{г}^{-1}$, увеличилось до $0,80 \text{ мг КОН} \cdot \text{г}^{-1}$ после периода нормальной эксплуатации, в то время как в образце моторного масла также наблюдалось увеличение – до значения $0,90 \text{ мг КОН} \cdot \text{г}^{-1}$ после отказа топливной системы как представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Набор качественных показателей исследуемой нефти

Образец масла	Щелочное число (мг КОН·г ⁻¹)	TAN (мг КОН·г ⁻¹)	Окисление (Абс·(0,1 мм) ⁻¹)	Нитрация (Абс·(0,1 мм) ⁻¹)	Побочный продукт серы (Абс·(0,1 мм) ⁻¹)
Свежее масло	11,89	0,50	0,10	0,06	0,17
Нормальное использование	10,67	0,80	0,15	0,10	0,23
Отказ топливной системы	9,29	0,90	0,20	0,09	0,21

Общее щелочное число (TBN) в образце масла после нормальной эксплуатации снизилось на 10 % по сравнению со свежим маслом, начальное значение которого составляло 11,89 мг КОН·г⁻¹. Наибольшее изменение этого параметра было зарегистрировано для образца масла после отказа топливной системы (22 %). Двукратное снижение может быть связано, в том числе, с большим содержанием топлива, для образца с меньшим содержанием топлива эти изменения не столь велики. На основании результатов испытаний кислотности и щелочного числа можно утверждать, что значения этих параметров не превысили установленных предельных значений (таблица 2).

При анализе изменений окисления, нитрации и сульфирования после нормальной эксплуатации в сравнении с маслом после отказа топливной системы было замечено, что влияние разбавления топливом масла оказало существенное влияние только на степень окисления. Прогрессирующее окисление масла может быть связано с проникновением биокомпонентов, содержащихся в топливе, что в результате влияет на повышенный износ элементов двигателя. В процессах сульфирования и нитрования было замечено, что содержание оксидов серы и азота, которые образуются в камере сгорания и проникают в картер, было схожим и в то же время ниже значений для масла после нормальной эксплуатации. Измеренные значения параметров окисления, нитрации и сульфирования не превышали предполагаемых предельных значений (таблица 2). Аналогичные результаты других авторов можно наблюдать в статье [2]. В случае легковых автомобилей содержание топлива в масле достигало 30 %, что приводило к превышению предельного значения, в основном степени окисления более 1,067 Абс·(0,1 мм)⁻¹, остальные показатели были заметно ниже: нитрация 0,457 Абс·(0,1 мм)⁻¹, сульфирование 0,045 Абс·(0,1 мм)⁻¹, как и в случае

настоящих исследований. При этом наблюдалась тенденция увеличения показателей окисления, нитрования и сульфирования под влиянием большего содержания топлива в смазочном масле.

Таблица 4 – Содержание элементов-металлов и элементов-улучшителей исследуемого масла

Образец масла	Fe (млн д.)	Sn (млн д.)	Cu (мг/л)	Pb (ppm)	P (млн ⁻¹)	Zn (млн д.)	Ca (м.д.)
Свежее масло	1,15	0	0	0,34	762	1072	3750
Нормальное использование	57,94	0	6,10	7,38	865	1200	4160
Отказ топливной системы	27,23	146	1,93	4,43	568	798	2794

При анализе содержания типичных элементов для процессов износа деталей двигателя, представленных в таблице 4, было отмечено очень высокое содержание олова, составляющее 146 млн д. в моторном масле после неисправности топливной системы. Олово использовалось в качестве легирующего материала с медью и свинцом для вкладышей подшипников. Предельное значение для этого элемента в масле составляло 25 млн д. Высокое содержание этого элемента в моторном масле может указывать на повышенный износ подшипников скольжения в двигателе. При анализе состава отработанных масел сельскохозяйственных тракторов в работе [3] обнаружили содержание олова в трех из двадцати исследованных масел, что может подтверждать, что присутствие этого элемента является результатом износа элементов двигателя.

Разбавление смазочного масла топливом приводит к значительному снижению его вязкости – превышение 4 % содержания топлива в масле приводит к снижению кинематической вязкости при 40°C на 27 %. Кинематическая вязкость при 100°C показала снижение на 20 % до значения 9,97 мм²·с⁻¹. При этом превышения предельных значений для процессов окисления, нитрования и сульфирования не зафиксировано. Результаты этих исследований подтверждают исследования в работах [4, 5], определяющие влияние регенерации сажевого фильтра на содержание топлива в масле, согласно которым концентрация топлива в моторном масле выше 4 % крайне опасна для двигателя, так как значительно разбавляет масло, вызывая тем самым снижение его вязкости, более быструю деградацию улучшающих присадок и увеличение износа деталей двигателя. Существенные изменения вязкости масла,

наблюдаемые в этих исследованиях, привели к снижению способности масляной пленки переносить большие нагрузки, что могло произойти в некоторых узлах, таких как коренные подшипники. Было отмечено значительное превышение концентрации олова, составляющего элемента подшипников, содержание которого составило 146 млн д. при предельном значении, составляющем 25 млн д. Остальные элементы металлов не показали значительного увеличения концентрации.

В результате проведенных испытаний было отмечено, что при более высокой степени разбавления моторного масла топливом наблюдались гораздо более низкие концентрации типичных элементов металлов от износа деталей двигателя, чем в случае масла, полученного при нормальной эксплуатации, что может стать основой для дальнейшего тщательного исследования этого вопроса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика оценки технического состояния ЦПГ автотракторных двигателей / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, А. И. Сучков [и др.]. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Сам Полиграфист», 2023. – 83 с.
2. Оценка уровня эксплуатационных свойств смазочных материалов / К. В. Шаталов, А. Н. Приваленко, Н. Н. Пуляев, С. В. Дунаев // Международный научный журнал. – 2012. – № 3. – С. 103-106.
3. Использование смесей дизельного топлива и метилового эфира подсолнечного масла в качестве моторного топлива / В. А. Марков, С. Н. Девянин, Е. А. Улюкина, Н. Н. Пуляев // Грузовик. – 2016. – № 1. – С. 37-48.
4. Москвичев, Д. А. Проектирование автотранспортных предприятий / Д. А. Москвичев, Е.А. Евграфов, А. С. Гузалов. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2024. – 70 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. 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. 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. Пуляев, Н. Н. Моделирование и эксплуатация топливозаправочных комплексов в АПК / Н. Н. Пуляев. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2016. – 175 с.

9. Новый подход в прогнозировании сохраняемости моторных топлив / В. А. Середа, Ю. М. Пименов, А. А. Рудакова, Н. Н. Пуляев // Международный научный журнал. – 2012. – № 4. – С. 101-105.

10. Богданов, В. С. Обеспечение качества топливно-смазочных материалов при хранении – резерв повышения ресурса машин в АПК / В. С. Богданов, Н. Н. Пуляев, Ю. С. Коротких. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2014. – 234 с.

Об авторах:

Павлов Александр Сергеевич, аспирант кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Пуляев Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», pulyaev@rgau-msha.ru.

About the authors:

Aleksandr S. Pavlov, graduate student of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Nikolay N. Pulyaev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, pulyaev@rgau-msha.ru.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛООБЪЕМНЫХ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

Т. С. Петров, Е. А. Солдатов, М. Ж. Алешин

Научный руководитель – Г. Е. Митягин

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

Аннотация. В статье рассматриваются основные проблемы обеспечения перевозки охлажденной и замороженной пищевой продукции, оцениваются перспективы перевозки в малообъемных автономных рефрижераторных контейнерах в сравнении с контейнерами и специализированными автомобилями, оснащенными холодильными установками. Предложены наиболее приемлемые в настоящее время способы обеспечения автономной работы малообъемных рефрижераторных контейнеров на основе бортовой холодильной установки, использующей вторичные тяговые аккумуляторы электромобилей. Отмечается, что перепрофилирование отработавших рекомендуемый срок службы батарей для вторичного использования в составе бортовой холодильной установки малообъемного автономного рефрижераторного контейнера позволяет продлить их срок службы и сократить количество образующихся отходов.

Ключевые слова: контейнер, рефрижератор, литий-ионная аккумуляторная батарея, электромобиль, вторичное использование батарей.

EFFICIENCY OF USING LOW-VOLUME REFRIGERATED CONTAINERS FOR TRANSPORTATION OF PERISHABLE GOODS

T. S. Petrov, E. A. Soldatov, M. Zh. Aleshin

Scientific advisor – G. E. Mityagin

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

Abstract. The article considers the main problems of providing transportation of chilled and frozen food products, evaluates the prospects of transportation in low-volume autonomous refrigerated containers in comparison with containers and specialized vehicles equipped with refrigeration units. The most acceptable at present ways of providing autonomous operation of low-volume refrigerated containers on the basis of on-board refrigeration unit using secondary traction batteries of electric vehicles are proposed. It is noted that the re-profiling of the batteries used out the recommended service life for secondary use as a part of the on-board refrigeration unit of a low-

volume autonomous refrigerated container makes it possible to extend their service life and reduce the amount of waste generated.

Keywords: *container, refrigerator, lithium-ion battery, electric vehicle, battery recycling.*

Введение

Малообъемные рефрижераторные контейнеры играют решающую роль в транспортировке скоропортящихся грузов, предлагая эффективные решения для сохранения качества скоропортящихся продуктов за счет поддержания точных температурных режимов, что увеличивает срок хранения и сводит к минимуму количество отходов. Они могут быть оснащены передовыми системами охлаждения, которые обеспечивают оптимальный температурный режим для широкого спектра продуктов, чувствительных к температуре, включая пищевые продукты. Их значение в современной логистике возросло в связи с глобализацией торговли и растущим потребительским спросом на свежие и безопасные продукты. Кроме того, их универсальность позволяет предприятиям перевозить широкий ассортимент продукции, используя обычный подвижной состав, обеспечивая более широкий доступ на рынок и способствуя росту местных и нишевых производителей [1-4].

Рефрижераторные контейнеры, представляют собой специально разработанные мобильные холодильные камеры, предназначенные для транспортировки скоропортящихся и чувствительных к температуре продуктов, таких как фрукты, овощи, молочные продукты и фармацевтические препараты [2, 3]. Эти контейнеры оснащены встроенными системами охлаждения, которые регулируют внутреннюю температуру независимо от внешних погодных условий, что делает их незаменимыми в логистике и цепочках поставок.

Стандартные рефрижераторные контейнеры являются наиболее распространенным типом рефрижераторов. Они поддерживают постоянную температуру и сконструированы таким образом, чтобы выдерживать различные условия транспортировки. Эти контейнеры изолированы, чтобы гарантировать, что внешние температуры не влияют на внутреннюю среду, тем самым сохраняя целостность перевозимых грузов [3, 7]. Возможность регулировки температурных параметров является существенным преимуществом.

В дополнение к стандартным моделям существуют специальные рефрижераторные контейнеры, предназначенные для конкретных целей. Например, некоторые рефрижераторы могут быть адаптированы

к определенным температурным диапазонам, подходящим для определенных скоропортящихся продуктов, таких как цветочные композиции, которые могут потребовать более строгого контроля температуры [2, 8].

Для предприятий, работающих с небольшими партиями скоропортящихся товаров, малообъемные рефрижераторные контейнеры являются рациональным выбором. Эти контейнеры могут быть различных размеров, включая компактные конструкции, которые могут помещаться в ограниченном пространстве, обеспечивая при этом эффективный контроль температуры для доставки на короткие расстояния [10]. Они особенно полезны для местных производителей и дистрибьюторов, которым необходимо сохранять свежесть продуктов, не прибегая к использованию более вместительных стандартных рефрижераторных контейнеров или специализированных автомобилей, предназначенных для перевозки охлажденной или замороженной продукции.

Малообъемные рефрижераторные контейнеры обеспечивают целый ряд преимуществ при транспортировке и хранении скоропортящихся продуктов. В них могут быть использованы передовые системы охлаждения, которые обеспечивают оптимальный температурный режим и потребляют значительно меньше энергии, что не только снижает затраты на электроэнергию, но и сводит к минимуму воздействие на окружающую среду [6]. Это делает их особенно подходящими для небольших и краткосрочных операций, где потребление энергии имеет решающее значение.

Цель статьи заключается в исследовании подходов к организации повторного использования высоковольтных тяговых аккумуляторов электромобилей в бортовых холодильных установках малообъемных рефрижераторных контейнеров.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- определить проблемы обеспечения перевозки охлажденной и замороженной пищевой продукции традиционными способами и оценить перспективы перевозки охлажденной и замороженной пищевой продукции в малообъемных автономных рефрижераторных контейнерах;
- предложить наиболее приемлемые на настоящее время способы обеспечения автономной работы малообъемных рефрижераторных контейнеров на основе бортовой холодильной установки, использующей вторичные тяговые аккумуляторы электромобилей.

Материалы и методы

Одним из главных преимуществ малообъемных рефрижераторных контейнеров является их способность сохранять качество и безопасность скоропортящихся продуктов. В этих контейнерах поддерживается точный температурный режим, что крайне важно для предотвращения порчи таких продуктов, как свежие овощи, молочные продукты и морепродукты. Создавая контролируемую среду, рефрижераторные контейнеры помогают продлить срок хранения деликатесов, тем самым сокращая количество отходов и гарантируя, что товары придут в пункт назначения в оптимальном состоянии [2].

Современные рефрижераторные контейнеры часто оснащены усовершенствованными системами контроля температуры, которые предоставляют данные о внутренних условиях в режиме реального времени. Эта технология позволяет операторам непрерывно отслеживать температуру, обеспечивая соответствие необходимым стандартам и вызывая оповещения при возникновении любых отклонений. Такой уровень контроля значительно снижает риск брака из-за неисправностей оборудования или ошибок персонала [4].

Использование малообъемных рефрижераторных контейнеров при перевозке скоропортящихся грузов сопряжено с рядом проблем и ограничений, которые необходимо учитывать для обеспечения безопасности и качества отгружаемых продуктов. Одной из основных проблем является поддержание надлежащего температурного режима на протяжении всего процесса транспортировки. Несоответствие температуры может привести к порче, изменению цвета или загрязнению скоропортящихся продуктов [1, 5]. Неисправности оборудования представляют серьезную угрозу для логистики холодной цепи, приводя к потенциальной потере доходов и репутационному ущербу. Непредсказуемые поломки холодильного оборудования контейнера или специализированного транспортного средства нарушают работу, вызывая непредвиденные задержки, которые нарушают целостность поставок [9], при этом деление охлажденного груза на несколько независимых друг от друга малообъемных контейнеров может частично решить эту проблему.

Первоначальные инвестиции, необходимые для создания специализированных холодильных установок, могут быть значительными, особенно для малых и средних предприятий [1, 17]. Например, необходимость перевозки грузов, предъявляющих различные температурные требования при перевозке (рисунок 1), усложняют и удорожают

транспортное средство, которое должно будет их перевозить. При этом использование независимых друг от друга малообъемных контейнеров может позволить увеличить спектр номенклатуры грузов, требующих разных условий перевозки.



Рисунок 1 – Кузов специализированного транспортного средства с зонированием температурных режимов [11]

Сравнение цельнометаллических фургонов в обычном исполнении (рисунок 2,а) и в изотермическом (рисунок 2,б) указывает на уменьшение внутреннего объема и сокращение номенклатуры перевозимых грузов из-за необходимости сохранения теплоизоляции установленной внутри.



Рисунок 2 – Внутренний объем кузова до и после установки теплоизоляции [12, 13]

Использование независимых друг от друга малообъемных контейнеров имеет значительное преимущество при транспортировке грузов, чувствительных к температуре, и чтобы их стоимость не стала препятствием для внедрения в условиях небольших предприятий, особенно если учесть текущие эксплуатационные расходы, такие как топливо и техническое обслуживание, необходимо оснастить каждый собственным источником энергии на основе элементов и аккумуляторов, демонтированных с выведенных из эксплуатации электромобилей [14, 15, 16, 19].

Результаты

Примером эффективного использования малообъемных рефрижераторных контейнеров является растущее движение «от фермы к столу» в пищевой промышленности [18]. Мелкие сельскохозяйственные производители и фермеры используют рефрижераторные фургоны для доставки свежих продуктов непосредственно ресторанам и потребителям. Контролируемая среда в этих фургонах обеспечивает свежесть и качество фруктов, овощей и молочных продуктов от фермы до порога. Внедрение системы поставок по холодильной цепочке дает фермерам уверенность в том, что их продукция будет неизменно соответствовать высоким стандартам качества. Надлежащий контроль температуры в холодильной цепочке сводит к минимуму риск заболеваний пищевого происхождения и сохраняет качество продуктов, сокращая тем самым количество отходов. Эта практика особенно важна для продуктов, подверженных высокой степени порчи, таких как молочные продукты, мясо и морепродукты, срок хранения которых увеличивается благодаря эффективным методам транспортировки.

Индустрия цветоводства также демонстрирует преимущества использования малообъемных холодильных контейнеров. Дистрибьюторы цветов и специализированные флористы используют эти фургоны для поддержания оптимального уровня влажности и температуры, гарантируя, что цветочная продукция остается свежей и насыщенной во время транспортировки. Используя рефрижераторные контейнеры, предприятия могут удовлетворить потребности свадеб, мероприятий и розничных магазинов, сохраняя при этом целостность своей продукции. Такое эффективное использование рефрижераторных перевозок применительно к небольшим объемам грузов не только сохраняет качество, но и повышает удовлетворенность клиентов.

Производители продуктов питания кустарного производства, такие как крафтовые пивоварни и сыроварни для гурманов, отмечают

важность использования малообъемных холодильных контейнеров, позволяющих поддерживать определенную температуру, необходимую для сохранения вкуса и качества их товаров. Эта возможность позволяет им расширить охват своей деятельности, предлагая специализированную доставку узкоспециализированным клиентам в отдаленных регионах, используя обычные неспециализированные транспортные средства.

Обзор конструкций транспортных средств показал, что переоборудование кузова обычного цельнометаллического фургона в изотермический приводит к сокращению его внутреннего объема и увеличению снаряженной массы. Теряется также универсальность автомобиля и набор перевозимых грузов сводится только к перевозке охлажденной продукции. В такой ситуации небольшим производителям содержание специализированной машины будет обходиться очень дорого и иногда даже невозможно, арендовать специализированную машину может быть также дорого или невозможно из-за дефицита таких машин на рынке транспортных услуг.

Заключение

Транспортировка скоропортящихся грузов претерпевает кардинальные изменения, обусловленные технологическим прогрессом и меняющимися требованиями потребителей. По мере роста потребности в эффективных логистических решениях в индустрии рефрижераторных контейнеров наметились несколько ключевых тенденций. Одной из наиболее значимых тенденций является интеграция технологии Интернета вещей (IoT). «Умные контейнеры» обеспечивают мониторинг температуры и влажности в режиме реального времени, саморегулирующийся климат-контроль и профилактическое обслуживание. Это снижает риск перепадов температур и отказов оборудования, гарантируя, что скоропортящиеся грузы будут оставаться в оптимальных условиях во время транспортировки. Кроме того, достижения в области систем дистанционного мониторинга и слежения значительно повысили эффективность и безопасность рефрижераторных перевозок. Этот технологический прогресс имеет решающее значение, поскольку спрос на свежие, органические и натуральные продукты продолжает расти, что требует от компаний инвестиций в современную инфраструктуру, отвечающую ожиданиям потребителей.

Еще одной важной тенденцией является повышение энергоэффективности и экологической безопасности. Современные рефрижераторные контейнеры спроектированы таким образом, чтобы быть более

энергоэффективными, в них используются передовые системы охлаждения, которые потребляют меньше энергии и поддерживают необходимую температуру для скоропортящихся продуктов. Такие инновации, как использование вторичных аккумуляторов для питания оборудования холодильных систем контейнера, сводят к минимуму зависимость от традиционных источников энергии и снижает общий углеродный след, предотвращая преждевременную утилизацию аккумуляторов.

Различные скоропортящиеся продукты требуют особых условий хранения, а современные контейнеры-рефрижераторы позволяют гибко регулировать температурный режим в соответствии с требованиями заказчика. Такая адаптивность гарантирует, что каждый продукт хранится в оптимальных условиях, тем самым сохраняя качество и безопасность не только во время перевозки, но и во время пребывания контейнера у потребителя.

По мере роста рынка рефрижераторных перевозок становится все более очевидной экономическая эффективность использования малообъемных холодильных контейнеров. В отличие от традиционных холодильных установок, которые требуют значительных первоначальных инвестиций и постоянных эксплуатационных расходов, малообъемные рефрижераторные контейнеры представляют собой более экономичное решение для транспортировки скоропортящихся грузов. Их мобильность и эффективность могут привести к снижению общих затрат, что делает их привлекательным вариантом для предприятий в различных секторах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров, Р. Н. Обеспечение мелкопартионных перевозок грузов в автономных малых изотермических контейнерах / Р. Н. Егоров, В. Л. Пильщиков // Международный технический журнал. – 2023. – № 2 (92). – С. 62-69.
2. Chapter 6.4 – Port Cold Chains [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part6/port-cold-chains> (дата обращения 14 января 2025 г.).
3. A Guide to Refrigerated Container Ships [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.freightcourse.com/refrigerated-container-ships> (дата обращения 14 января 2025 г.).
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 имени К. А. Тимирязева, 2016. – С. 180-182.

5. Daniel Shultz Guide To Container Types In Shipping And Choosing The Right One [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sphere-resources.com/container-types-in-shipping-guide> (дата обращения 14 января 2025 г.).
6. Keep Perishable Goods Fresh For Global Markets: A Guide to Storage-Tech Refrigerated Containers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://storage-tech.ca/refrigerated-containers> (дата обращения 14 января 2025 г.).
7. Парлюк, Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса / Е. П. Парлюк // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 7. – С. 29-40.
8. Парлюк, Е. П. Жизненный цикл технической системы как экономическая категория / Е. П. Парлюк // Международный технико-экономический журнал. – 2013. – № 2. – С. 43-47.
9. Менеджмент научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для сельскохозяйственного производства / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, А. В. Шарапова, А. В. Шарапова. – М. : МГУП, 2016. – 180 с.
10. Reefer STL: The Growing Trend of Small Refrigerated Vans in Diverse Industries [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reefervannetwork.com/blog/reefer-stl-the-growing-trend-of-small-refrigerated-vans-in-diverse-industries> (дата обращения 14 января 2025 г.).
11. Температурное зонирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avatars.mds.yandex.net/get-altay/11047345/2a0000018d58c763968ebdfc1cda6cbe524d/XXXL> (дата обращения 14 января 2025 г.).
12. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В. Л. Пильщиков, Ю. С. Коротких, Н. Н. Пуляев, А. Г. Гамидов. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 68 с.
13. Грузовой отсек с теплоизоляционной отделкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forumimage.ru/uploads/20140528/140127978399117273.jpg> (дата обращения 14 января 2025 г.).
14. Бисенов, М. К. Теоретические основы формирования производственно-технической базы для обеспечения повторного использования выбывших из эксплуатации аккумуляторных батарей электромобилей и гибридных автомобилей / М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2023. – № 2. – С. 44-61.
15. Митягин, Г. Е. Разработка технологического процесса разборки высоковольтной тяговой батареи электромобилей / Г. Е. Митягин, М. К. Бисенов // Международный технический журнал. – 2024. – № 1. – С. 24-35.
16. Митягин, Г. Е. Вторичное использование агрегатов и узлов электромобилей / Г. Е. Митягин, М. К. Бисенов, В. С. Шейкин // Международный технический журнал. – 2024. – № 3. – С. 74-90.
17. Многофункциональная имитационная модель / О. Н. Дидманидзе, Г. Е. Митягин, Г. В. Легеза, Е. Ф. Шульга // Объединенный научный журнал. – 2006. – № 25. – С. 66-69.
18. Didmanidze, O. N. The development of the automobile transport in agriculture / O. N. Didmanidze, G. E. Mityagin, A. M. Karev // TAE 2016 – Proceedings of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016 : 6, Kamyska

129, Praha 6, Prague, 07-09 сентября 2016 года. Vol. 2016-September. – Камуска 129, Praha 6, Prague, 2016. – P. 138-149.

19. Митягин, Г. Е. Основы эффективного использования средств обслуживания и заряда накопителей транспортных средств с комбинированными энергетическими установками / Г. Е. Митягин, Г. В. Легеза, Е. Г. Ивакина // Международный научный журнал. – 2009. – № 1. – С. 69-72.

Об авторах:

Петров Тимур Сергеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Солдатов Егор Алексеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Алешин Максим Жанович, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Научный руководитель – Митягин Григорий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», mityagin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Timur S. Petrov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Egor A. Soldatov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Maksim Zh. Aleshin, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Scientific advisor – Grigory E. Mityagin, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, mityagin@rgau-msha.ru.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ НА РЫНОК АПК РФ

С. К. Тойгамбаев, М. А. Карапетян, С. С. Гусев

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

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития информационных технологий, таких как цифровизация и автоматизация в АПК и фермерских хозяйствах РФ. Определены основные аспекты продвижения smart-устройств для мониторинга и повышения урожайности, животноводства и других направлений. Приведены преимущества ИТ, которые позволяют оперативно получать информацию, что влияет на эффективные решения по поливу, удобрению, химизации посевов, борьбой с сорняками и вредителями, исходя из особенностей культур и природных условий.

Ключевые слова: сельское хозяйство, автоматизация, цифровизация, информационные технологии, продуктивность, урожайность.

IMPACT OF DIGITALIZATION AND AUTOMATION ON THE RUSSIAN AGRICULTURAL MARKET

S. K. Toigambaev, M. A. Karapetyan, S. S. Gusev

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

Abstract. The article deals with the prospects of development of information technologies such as digitalization and automation in the agro-industrial complex and farms of the Russian Federation. The main aspects of promotion of smart devices for monitoring and increasing crop yields, livestock breeding and other areas are defined. The advantages of IT are given, which allows to promptly obtain information, which affects effective decisions on irrigation, fertilization, chemicalization of crops, weed and pest control, based on the characteristics of crops and natural conditions.

Keywords: agriculture, automation, digitalization, information technology, productivity, productivity.

Введение

После падения такой великой страны как СССР, сельское хозяйство было брошено на произвол судьбы и процесс освоения рынка был затруднён не только в связи с отсутствием инвестиций, господдержки, в том числе и длинным производственным циклом подверженным природным рискам и большим потерям урожая при выращивании, сборе и

хранении, невозможностью автоматизации биологических процессов и отсутствием прогресса в повышении производительности, но и политическими решениями по интеграции в европейское и западное сообщество. Информационные технологии в сельском хозяйстве ограничивались применением оргтехники с программным обеспечением. После введения ряда санкций в отношении большинства отраслей РФ, в том числе АПК и частных фермеров, произошёл волевой рывок в сторону развития и укрепления собственного, конкурентного рынка сельского хозяйства. Сегодня АПК РФ имеет тенденции активного развития в области цифровизации и автоматизации технологических процессов, в частности систем мониторинга сельскохозяйственных культур, домашнего скота и различных элементов сельскохозяйственного процесса, рециклинга фермерских хозяйств, сбора информации, хранения и обработки данных, в том числе с помощью спутников, системы ГЛОНАСС и точного земледелия. Конкуренция сельскохозяйственных предприятий растет и поэтому потребность в обработке огромного количества информации требует оперативных и взвешенных решений [1-3].

Заинтересованность технологических компаний в огромном рынке сельского хозяйства РФ была всегда, и наконец им дали возможность в полной мере применить свои разработки и инновации в таких сферах как переработка, животноводство, кормопроизводство, растениеводство, снабжение, хранение и использование автоматизированных процессов в производстве. Развитие веб-интерфейса позволяет моментально получать нужную информацию о компании и ее устремлениях в собственном развитии. Различные smart-устройства позволяют получать оперативную информацию по текущим параметрам каждого объекта и его окружения, измерять параметры почвы, растений, микроклимата, характеристики животных. Благодаря созданию программного обеспечения и облачных платформ, стало возможным автоматизировать максимальное количество сельскохозяйственных процессов за счет создания виртуальной модели всего цикла производства и с математической точностью принимать экстренные меры для предотвращения потерь в случае угрозы, просчитывать возможные варианты развития по всем направлениям, таким как переработка, животноводство, кормопроизводство, растениеводство и финансовые результаты деятельности предприятия [4, 5].

Сельскохозяйственное производство всегда было рискованной экономической моделью, поскольку сильно зависит от погоды и природных явлений.

Полив, удобрение, химизация, засуха или избыток влаги, недостаток или превышение нормы удобрений, сорняки и насекомые без применения smart-устройств и локальных особенностей, природной изменчивости приводят к неэффективному результату и не выявленным проблемам, а это означает, что процесс не отслеживается и повторяется вновь и вновь.

Задачей ИТ становится максимальная автоматизация всех этапов производственного цикла для сокращения потерь, повышения продуктивности бизнеса, оптимального управления ресурсами. Но даже в этом случае, результат относится только к растениям, готовым к сбору урожая или животным, но не гарантирует получение прибыли, т.к. урожай еще необходимо собрать, хранить, осуществить первичную обработку и транспортировать до покупателя/потребителя. Дальнейшая автоматизация представляет собой более высокий уровень цифровой интеграции, который затрагивает сложнейшие организационные изменения в бизнесе, однако их реализация способна кардинально повлиять на прибыль и конкурентоспособность продукции и компании в целом. 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 [6-8]. При этом, чем больше датчиков, сенсоров и полевых контроллеров подключены в единую сеть и обмениваются данными, тем более умной становится информационная система и больше полезной информации для пользователя она способна предоставить.

На основе научных расчетов информационная система способна создавать рекомендации по обработке и уходу за растениями или инструкции для автоматического исполнения роботизированной техникой. Например, предиктивная аналитическая модель помогает определить, что повышение температуры на 2 градуса способствует вылуплению насекомых, или увеличение влажности выше оптимальной границы может привести к вспышке болезни. Управление этими факторами создает реальную ценность моделирования микроклиматических условий: если это теплица, то можно не допускать повышение температуры, а если поле – то предусмотрительно наблюдать за участком и

воздействовать химикатом при появлении паразитов. Впервые за всю историю сельского хозяйства у фермера появляется возможность контролировать природные факторы, проектировать точные бизнес-процессы, и, кроме того, прогнозировать результат с математической точностью [9, 10].

Выводы

Развитие smart-устройств, программного обеспечения, ИИ и применение их в производстве позволяют:

1. Специальные сенсоры способны отслеживать здоровье и состояние растений и животных, эффективность работы техники и пр. Благодаря системам картографирования можно выявлять неоднородности на полях и принимать решения на основе точных данных. Сбор и анализ всевозможных показателей в режиме реального времени дает возможность оптимизировать операции и, следовательно, снизить затраты.

2. Технологии ИИ в растениеводстве помогает проводить оценку состояния почвы и растений, контролировать процесс обработки посевных площадей и сбора урожая, повышать производительность сельскохозяйственных угодий. В сфере животноводства ИИ дает возможность подбирать корма, следить за поголовьем, осуществлять мониторинг передвижения, а также прогнозировать возможные проблемы со здоровьем. Все это помогает поднять эффективность работы предприятий, минимизировать издержки и повысить конкурентоспособность.

3. Использование роботов в различных сферах сельского хозяйства, таких как посев и посадка растений, уборка урожая, обслуживание складов и транспортировка грузов, позволит выполнить работу быстрее и точнее, чем человек.

4. Прогноз урожайности через геоаналитику, позволяет рассчитывать оптимальные маршруты движения и др. Информация об условиях произрастания сельскохозяйственных культур стратегически важна при принятии решений в области сельского хозяйства.

Все это помогает оптимизировать использование земель, максимизировать сбор урожая и повысить рентабельность АПК. Использование цифровых технологий будет способствовать повышению производительности труда и росту добавленной стоимости.

Господдержка в развитии цифровизации АПК: Госдума РФ приняла закон, который позволит организациям развивать и внедрять ИТ-решения для планирования заказов, управления транспортом и решения других управленческих задач. Реализация таких инициатив

должна существенно ускорить цифровизацию российского АПК, в том числе, поможет эффективно перевести на замкнутый процесс переработки отходов производства (рециклинг) и уменьшить негативное влияние на экологическую обстановку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пряхин, В. Н. Цифровая трансформация в сервисно-эксплуатационной сфере / В. Н. Пряхин, М. А. Карапетян, С. С. Гусев. – М. , 2024.
2. 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» : автореферат дис. ... канд. техн. наук / Гусев Сергей Сергеевич. – Москва, 2006. – 19 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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 агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2015. – № 2. – С. 76.
6. Работоспособность технических систем / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Апатенко [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 379 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. 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.
9. Дидманидзе, О. Н. О перспективах развития автомобильного транспорта в агропромышленном комплексе / О. Н. Дидманидзе, А. М. Карев, Г. Е. Митягин / Международный научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 53-65.

10. Дидманидзе, О. Н. Перспективы развития сельского хозяйства России в современных условиях / О. Н. Дидманидзе, Г. Е. Митягин // Агробизнес – Россия. Агробизнес: экономика, оборудование, технологии. – 2006. – № 5. – С. 13-14.

Об авторах:

Тойгамбаев Серик Кокибаевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», toygambaev@rgau-msha.ru.

Карапетян Мартик Аршалуйсович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», karapetyn@rgau-msha.ru.

Гусев Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», gusev.s@rgau-msha.ru.

About the authors:

Serik K. Toigambaev, D.Sc. (Engineering), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, toygambaev@rgau-msha.ru.

Martik A. Karapetyan, D.Sc. (Engineering), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, karapetyn@rgau-msha.ru.

Sergei S. Gusev, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, gusev.s@rgau-msha.ru.

Научное издание

ЧТЕНИЯ
АКАДЕМИКА
В. Н. БОЛТИНСКОГО

Сборник статей

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано в печать 31.03.2025. Формат 60×90/16.
Усл.-печ. л. 25,25. Тираж 100 экз.

Заказ №

Отпечатано в типографии «OneBook.ru»
ООО «Сам Полиграфист»
129090 г. Москва, Протопоповский пер., 6
www.onebook.ru