

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

Семинар

**ЧТЕНИЯ  
АКАДЕМИКА  
В. Н. БОЛТИНСКОГО**

Сборник статей  
Часть 2

Москва  
ООО «Сам полиграфист»  
2021

УДК 378.4:001:63(092)

ББК 74.48

Ч 77

**Под редакцией:**

**Парлюк Екатерины Петровны** – кандидата экономических наук, доцента кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»;

**Пуляева Николая Николаевича** – кандидата технических наук, доцента кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

**Ч 77 Чтения академика В. Н. Болтинского:**

сборник статей семинара (Москва, 20-21 января 2021 года). Ч. 2; под ред. Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляева. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2021. – 337 с.

ISBN 978-5-00166-360-7

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 20-21 января 2021 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.

УДК 378.4:001:63(092)

ББК 74.48

© ООО «Сам полиграфист», 2021

ISBN 978-5-00166-360-7

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>О. Н. Дидманидзе, М. Ю. Карелина, Е. П. Парлюк</i> Повышение надежности сельскохозяйственной техники.....	8
<i>О. А. Леонов, Г. Н. Темасова</i> Организационный механизм управления качеством послепродажного обслуживания техники .....	15
<i>П. Н. Школьников, С. В. Щитов</i> Результаты исследований по использованию универсального кормораздатчика.....	21
<i>В. И. Игнатов, Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, Д. В. Андреева</i> Состояние инженерно-технической системы АПК России, тенденции ее модернизации и экономического развития.....	28
<i>М. М. Разяпов, Ш. Ф. Нигматуллин, Р. Ф. Самиков</i> Снижение энергозатрат при тепловой подготовке автотранспортных средств .....	34
<i>А. А. Куликов</i> Базовые изменения современной терминологии единой системы допусков и посадок .....	40
<i>Н. Ж. Шкаруба</i> Оценка рисков в системе менеджмента качества на ремонтных предприятиях .....	46
<i>А. А. Зайцев, В. Г. Рябчикова</i> Лексико-грамматические особенности лекций по агроинженерии .....	52
<i>О. В. Ковриго</i> Обеспечение безопасности машинистов при эксплуатации современных тракторов .....	57
<i>В. В. Лазарь</i> Возможности использования интегрального показателя качества при выборе технологического оборудования по производству гильз цилиндров .....	63

<b>И. А. Тишанинов, А. С. Свиридов</b> Применение метода фрактального анализа к реальным грунтам на базе ГОБПОУ «Чаплыгинский аграрный колледж».....	69
<b>Н. А. Пичужкин</b> Основные орудия для обработки почвы в России в XVIII веке .....	74
<b>А. А. Лысаков</b> Светодиодная ловушка для борьбы с саранчовыми .....	80
<b>А. В. Капустин, С. В. Смирнов, В. Л. Чумаков</b> Математическая модель рабочего цикла двигателя с искровым зажиганием .....	86
<b>А. В. Капустин, С. В. Смирнов, В. Л. Чумаков</b> Анализ термодинамического цикла газодизеля .....	96
<b>В. Л. Чумаков, С. Н. Девянин, А. В. Бижаев, А. В. Капустин</b> Экспериментальные исследования улучшения токсических характеристик газодизеля.....	104
<b>Р. Н. Егоров</b> Совершенствование мелкопартийной перевозки скоропортящихся продуктов автомобильным транспортом.....	113
<b>О. П. Андреев, В. Л. Пильщиков</b> Параметры и режимы работы пунктов стационарного обмолота при многофазной уборке зерновых культур.....	119
<b>Г. Е. Митягин</b> Особенности обеспечения работоспособности автомобилей возрастной группы 10+ формированием фонда вторичных агрегатов и узлов .....	126
<b>С. Н. Девянин, А. Р. Зарикеев</b> Организация работы электротранспорта в сельскохозяйственных условиях .....	136
<b>А. С. Кашакова, Ю. В. Старовойтова, Н. В. Перевозчикова</b> Улучшение условий труда тракториста путем снижения вибрации в кабине трактора .....	142

<b><i>А. Е. Лелетко, Р. Н. Егоров</i></b> Планирование грузовых автомобильных перевозок .....	147
<b><i>О. В. Зубкова, Е. В. Новиков (научный руководитель)</i></b> Меры государственной поддержки, направленные на повышение эффективности производства и конкурентоспособности автомобильной техники.....	152
<b><i>Н. Н. Пуляев, М. Джапбаров</i></b> Обоснование газэлектрической силовой установки на тракторе сельскохозяйственного назначения.....	162
<b><i>Е. П. Парлюк, А. В. Куриленко</i></b> Влияние теплотехнических характеристик полиуретанового радиатора на эффективность трактора.....	170
<b><i>К. А. Ишуточкина</i></b> Концепция выбора кратковременного источника питания для системы электрического запуска ДВС.....	176
<b><i>А. Н. Симоненко, А. А. Костин</i></b> Оценка топливной экономичности тягово-приводных машинотракторных агрегатов.....	183
<b><i>Д. Р. Горбачев, А. Ф. Чеха</i></b> Анализ материалов, используемых для нанесения покрытий.....	187
<b><i>Д. Р. Горбачев, А. Ф. Чеха</i></b> Повышение эффективности восстановления деталей сельскохозяйственной техники за счет применения электролитического железнения.....	193
<b><i>А. С. Головченко</i></b> Особенности конструкции и применение гибридных силовых установок автомобилей.....	199
<b><i>Н. И. Ильинский</i></b> Перспективы развития коммерческого электротранспорта в России .....	205
<b><i>Д. Г. О. Асадов, В. В. Позняк</i></b> Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции .....	209

<b><i>Д. В. Попов</i></b> Анализ факторов, влияющих на сохранность груза на автомобильном транспорте .....	217
<b><i>К. Р. Сперанский</i></b> Пути повышения качества технического обслуживания грузовых автомобилей .....	226
<b><i>В. О. Векшин</i></b> Анализ и сравнение модельного ряда российских и иностранных производителей, занимающихся переоборудованием транспортных средств, а также установкой коммунального оборудования на транспортные средства для коммунальных служб .....	234
<b><i>А. А. Чеха, М. А. Караваяев</i></b> Исследования влияния формы и морфологии частиц порошкового материала из алюминия для дефектных головок блоков на пористость газодинамических покрытий .....	243
<b><i>А. А. Чеха, М. А. Караваяев</i></b> Основные способы порошкового напыления .....	249
<b><i>А. А. Чеха, М. А. Караваяев</i></b> Анализ современных способов восстановления головок блока цилиндров автотракторных двигателей .....	255
<b><i>О. П. Андреев, Р. С. Шубин</i></b> Анализ уборки зерновых культур в Московской области .....	261
<b><i>О. П. Андреев, Р. С. Шубин</i></b> Трехзвенная технология уборки как альтернатива прямым перевозкам .....	265
<b><i>Д. Н. Лопаткин, В. Л. Чумаков</i></b> Возможности модернизация двигателя ЗМЗ 514 для обеспечения европейских норм на токсичность .....	270
<b><i>Н. М. Тамбовский, С. К. Тойгамбаев</i></b> Разработка и проектирование конструкции стенда для разборки и сборки редукторов грузовых автомобилей различной грузоподъемности .....	278

<b><i>В. В. Шутенко, Н. В. Перевозчикова</i></b> Алгоритм работы системы стабилизации движения транспортно-технологического модуля.....	288
<b><i>С. А. Сорокин, В. Л. Чумаков</i></b> Возможности улучшения экологических характеристик дизель-генераторной установки АД-100 с двигателем ЯМЗ 238.....	294
<b><i>В. К. Зимогорский</i></b> Биотопливо как альтернатива дизельному топливу в современных условиях .....	301
<b><i>Н. В. Перевозчикова, А. Н. Накын</i></b> Оценка микроклимата в кабине трактора.....	309
<b><i>О. П. Андреев, В. Л. Пильщиков</i></b> Использование биоразлагаемых смазочных материалов.....	315
<b><i>А. В. Рязанов, С. Ю. Виноградов</i></b> Некоторые экологические аспекты функционирования предприятия ....	321
<b><i>К. В. Ершов</i></b> Влияние качества топливо-смазочных материалов на долговечность работы техники.....	326
<b><i>Н. С. Малышев</i></b> Пути повышения топливной экономичности МТА.....	333

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**О. Н. Дидманидзе<sup>1</sup>, М. Ю. Карелина<sup>2</sup>, Е. П. Парлюк<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

(г. Москва, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ)

(г. Москва, Российская Федерация)

***Аннотация.** В статье рассмотрен подход к решению вопросов повышения надежности сельскохозяйственной техники путем применения мономолекулярной защитной пленки, наносимой на поверхности деталей.*

***Ключевые слова:** модификатор; защитная пленка; ресурсосбережение; консервационные материалы; поверхностно-активные вещества.*

## IMPROVING THE RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY

**O. N. Didmanidze<sup>a</sup>, M. Yu. Karelina<sup>b</sup>, E. P. Parlyuk<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow, Russian Federation)

<sup>b</sup>Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) (Moscow, Russian Federation)

***Abstract.** The article considers an approach to solving the problems of improving the reliability of agricultural machinery by using a monomolecular protective film applied to the surface of parts.*

***Keywords:** modifier; protective film; resource saving; conservation materials; surfactants.*

Дефицит современной сельскохозяйственной техники в организациях агропромышленного комплекса приводит к значительным потерям сельскохозяйственной продукции. Справиться с этим можно не только приобретением новой техники, но и продлением сроков службы оставшегося парка машин. Добиться этого можно применением современных технологий ремонта и об-

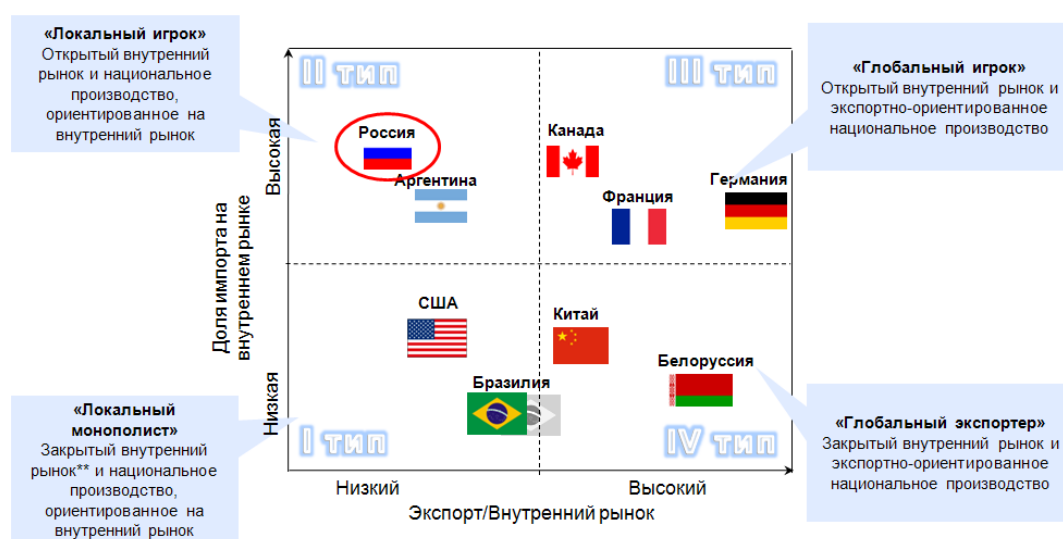


служивания с использованием нового технологического оборудования и современных средств контроля.

Как известно, долговечность машинно-тракторного агрегата в целом определяется надежностью двигателя внутреннего сгорания, треть всех отказов (30...40 %). А после проведения капитального ремонта вероятность отказов увеличивается на 25 %. Отремонтированный двигатель имеет ресурс не более 60 % нового [1-3].

В связи с этим необходимо повышать вероятность безотказной работы двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники до уровня, близкого к вероятности безотказной работы нового ДВС. Поэтому научные работы, направленные на решение подобных вопросов, имеют высокую актуальность.

Проведя анализ развития сельскохозяйственного машиностроения показал, что существуют четыре типа модели развития (рис. 1): локальный монополист, локальный игрок, глобальный экспортер и глобальный игрок.



**Рисунок 1 – Модели развития сельхозмашиностроения**

Россия относится ко второму типу: высокая доля импорта на внутреннем рынке и низкий экспорт.

В структуре российского парка тракторов преобладает импортная техника (рис. 2) – 86 %, в том числе из Республики Беларусь. Из чего можно сделать вывод, что отечественное сельхозмашиностроение очень слабо.



**Рисунок 2 – Структура российского рынка тракторов для сельскохозяйственных работ и лесного хозяйства**

Ко всему прочему происходит ежегодное сокращение парка тракторов всех классов, в том числе зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, сельскохозяйственных орудий. На фоне такой ситуации необходимо повышение надежности оставшейся сельскохозяйственной техники современными методами ремонта и обслуживания.

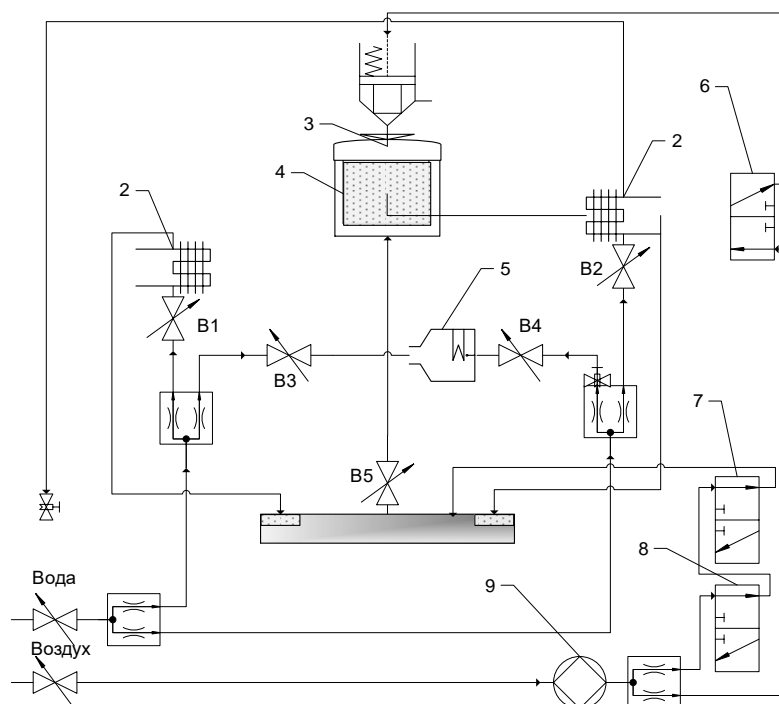
Повышение надежности ДВС возможно путем снижения коэффициентов трения в системах двигателя, т.е. на границах раздела фаз. Наиболее часто встречающиеся в ДВС пары между двумя твердыми телами, твердым телом и газом, твердым телом и жидкостью. На их границах протекают различные физико-химические процессы, на которые оказывают влияние поверхностно-активные вещества, способные образовывать ламелярные, кристаллические и другие структуры. Даже небольшое количество ПАВ образует на границе раздела фаз пленку, снижающую коэффициент трения.

Для решения поставленной задачи предлагаем использовать фторорганические поверхностно-активные вещества, формирующие мономолекулярную защитную пленку на поверхности материалов, улучшающую характеристики их взаимодействия, с учетом условий смазывания. Защитная пленка толщиной 3...6 нм снижает поверхностную энергию в 450...1000 раз до 4...6 мН/м и позволяет выдержать ударные нагрузки до 300 кг/мм<sup>2</sup> [4].

Также использование модификатора приводит к увеличению угла смачивания, что в свою очередь снижает на 20...23 % значение работы адгезии и увеличивает энергию смачивания в 1,5 раза, а это улучшает эксплуатационные характеристики при граничном и гидродинамическом трении в различных условиях эксплуатации техники [5].

Модифицирование твердых поверхностей мономолекулярной защитной пленкой проводится в кипящем растворе Фтор-ПАВ. Функциональная схема установки для нанесения представлена на рис. 3.

Нанесение МЗП на детали сложной формы и больших размеров возможно с помощью распыления раствора Фтор-ПАВ ультразвуковой форсункой [6].



**Рисунок 3 – Функциональная схема установки для нанесения мономолекулярной защитной пленки:**

1 – бак; 2 – холодильники; 3 – крышка ванны; 4 – ванна модифицирования; 5 – теплоэлектронагреватели; 6 – сушильный шкаф; 7 – распределительный клапан; 8 – редукционный клапан; 9 – маслоотделитель.

Анализ функционирования установки показал ее высокую эффективность при обработке изделий, в том числе больших размеров.

Эксплуатационные и полигонные испытания, проведенные по разработанной методике, показали, что при применении модификатора снижаются механические потери на 5...6 % для холодного двигателя и 8...9 % для прогретого, происходит повышение тягового усилия на 13 %, уменьшение дымности на 7,4 %, повышение компрессии и снижение расхода топлива на 16,7 % (табл.).

**Таблица – Результаты эксплуатационных испытаний модификатора к моторному маслу М10Г<sub>2</sub>**

Наименование показателей	Ед. изм.	М10Г <sub>2</sub>	М10Г <sub>2</sub> + мод.
Номинальная мощность	кВт	46,75	47,03
Часовой расход топлива при номинальной мощности	кг/ч	13,14	12,44
Удельный расход топлива	г/кВт·ч	288,58	263,47
Часовой расход топлива при холостых оборотах двигателя	кг/ч	3,35	2,95
Суммарный зазор в КШМ	мм	0,20	0,18
Вакуумметрическое разрежение при $n = 400 \text{ мин}^{-1}$	кгс/см <sup>2</sup>	0,75	0,78

При использовании модификатора можно ожидать улучшения таких показателей, как безотказность и долговечность.

Оценка экономической эффективности применения модификатора показала, что в связи со снижением потерь на трение, температуры и нагрузки в парах трения, имеет место значительная экономия топливо-смазочных материалов. За счет повышения износостойкости увеличивается ресурс силовых передач и установок в целом. При отрицательных температурах улучшаются пусковые характеристики двигателя. Все это оказывает непосредственное влияние на ремонт и техническое обслуживание, вызывая снижение расходов на них.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.

2. 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.

3. Чутчева Ю. В., Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С. Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2020. № 9 (279). С. 2-5.

4. Карелина М. Ю. Повышение долговечности и экономичности силовых установок и передач модифицированием соединений поверхностно-активными веществами : дисс. ... доктора техн. наук : 05.20.03 / Карелина Мария Юрьевна, Москва, 2016.

5. Гайдар С. М., Карелина М. Ю. Повышение долговечности и экономичности автотранспортных средств модифицированием соединений поверхностно-активными веществами и применением полифункциональных ингибиторов коррозии // В сб.: Инновационные технологии машиностроения в транспортном комплексе. Материалы XI Международной научно-технической конференции ассоциации технологов-машиностроителей. 2020. С. 140-144.

6. Карелина М. Ю., Черепнина Т. Ю., Волкова А. И. Применение методов антикоррозионной обработки для увеличения срока службы кузовных деталей транспортного средства // В сб.: Организационно-экономические и инновационно-технологические проблемы модернизации экономики России. сборник статей X Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. С. 100-104.

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

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

2. Didmanidze O. N., Khakimov R. T., Parliuk E. P., Bol'shakov N. A. Test results of a polymer radiator of MTZ-80 tractor cooling system. *Sel'skokhoziaistvennye mashiny i tekhnologii*, 2020, vol. 14, no. 1, pp. 55-60.

3. Chutcheva Yu. V., Pulyaev N. N., Korotkikh Yu. S. Promising areas for the development of traction vehicles for agriculture. *Tekhnika i oborudovanie dlia sela*, 2020, no. 9 (279), pp. 2-5.

4. Karelina M. Yu. Improving the durability and efficiency of power plants and transmissions by modifying compounds with surfactants. Doctor's degree dissertation, Moscow, 2016.

5. Gaidar S. M., Karelina M. Yu. Improving the durability and efficiency of motor vehicles by modifying compounds with surfactants and using

multifunctional corrosion inhibitors. *Innovatsionnye tekhnologii mashinostroeniia v transportnom komplekse*, 2020, pp. 140-144.

6. Karelina M. Yu., Cherepnina T. Yu., Volkova A. I. Application of anti-corrosion processing methods to increase period of service of vehicle body parts. *Organizatsionno-ekonomicheskie i innovatsionno-tekhnologicheskie problemy modernizatsii ekonomiki Rossii*, 2020, pp. 100-104.

7. Gaidar S. M. Application of nano-technologies to increase the reliability of machines and mechanisms. *Gruzovik*, 2010, no. 10, pp. 38-41.

***Об авторах:***

**Дидманидзе Отари Назирович**, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, профессор, академик РАН, didmanidze@rgau-msha.ru.

**Карелина Мария Юрьевна**, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» (МАДИ) (125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 64), доктор технических наук, доктор педагогических наук, профессор, nauka@madi.ru.

**Парлюк Екатерина Петровна**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат экономических наук, доцент, kparlyuk@rgau-msha.ru.

***About the authors:***

**Otary N. Didmanidze**, Head of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, didmanidze@rgau-msha.ru.

**Mariia Yu. Karelina**, Vice-Rector for Research, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) (125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky Prospekt, 64), D.Sc. (Engineering), D.Sc. (Pedagogical), professor, nauka@madi.ru.

**Ekaterina P. Parlyuk**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economic), associate professor, kparlyuk@rgau-msha.ru.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОСЛЕПРОДАЖНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИКИ

**О. А. Леонов, Г. Н. Темасова**

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

***Аннотация.** В статье рассмотрен механизм организации управления сервисом послепродажного обслуживания техники на основе оценки потерь от несоответствий процесса технического обслуживания и ремонта. Оценку потерь от несоответствий по процессу технического обслуживания и ремонта техники провели на примере процесса технического обслуживания и ремонта двигателей для Д130Т-10.*

***Ключевые слова:** управление качеством; послепродажное обслуживание техники; система обеспечения качества послепродажного обслуживания техники; внутренние потери; внешние потери.*

## ORGANIZATIONAL MECHANISM FOR QUALITY MAN- AGEMENT OF AFTER-SALES SERVICE OF EQUIPMENT

**O. A. Leonov, G. N. Temasova**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article discusses the mechanism for organizing the management of the after-sales service of equipment based on the assessment of losses from inconsistencies in the process of maintenance and repair. The assessment of losses from inconsistencies in the process of maintenance and repair of equipment was carried out using the example of the process of maintenance and repair of engines for D130T-10.*

***Keywords:** quality management; after-sales service of equipment; quality assurance system of after-sales service of equipment; internal losses; external losses.*

Для обеспечения бесперебойной работы техники в период её эксплуатации в гарантийный и после гарантийный периоды компания-производитель или продавец осуществляют послепродажное обслуживание техники [1, 2], которое направлено на удовле-

творение покупателей в процессе эксплуатации техники [3], то есть послепродажное обслуживание позволяет потребителю грамотно эксплуатировать технику [4], своевременно проводить её обслуживание с наименьшими затратами [5, 6], в случае выхода их из строя потребитель имеет возможность качественного ремонта [7]. Всё это позволяет повысить удовлетворенность потребителя при приобретении техники и это играет важную роль для оценки конкурентоспособности, как техники, так и производителя.

Предоставление функции – послепродажное обслуживание техники – значительно повышает удовлетворенность потребителя при приобретении техники, потребитель уверен в том, что производитель окажет ему помощь в поддержание работоспособного состояния сложной технической продукции [8, 9]. Отсутствие данной функции приводит к потере превосходства и конкурентоспособности [10]. Поэтому большинство производителей техники осуществляют организацию послепродажного обслуживания техники.

При организации послепродажного обслуживания техники, надо учитывать территориальное расположение сервисных центров. Так как продукция заводов поставляется практически во все регионы РФ необходимо, чтобы сервисные центры находились рядом. Для этого заводы заключают договора с местными сервисами по техническому обслуживанию и ремонту о сотрудничестве и обеспечивает их всем необходимым для проведения качественного послепродажного обслуживания [11, 12].

Рассмотрим механизм организации послепродажного обслуживания техники на примере АО «Сарэкс». На данном предприятии разработана система обеспечения высокого качества послепродажного обслуживания техники.

Система послепродажного обслуживания техники на АО «Сарэкс» развивалась в несколько шагов. Сначала были организованы сервисные центры в близлежащих регионах. Это в самой республике Мордовия, в Нижегородской, Пензенской, Рязанской областях, республике Чувашия. Затем были заключены договора на дилерское обслуживание с сервисными центрами по техобслуживанию и ремонту сельскохозяйственной и строительной



техники и в других регионах РФ. Это произошло когда АО «Сарэкс» вошло в состав Концерна «Тракторные заводы».

В настоящее время послепродажное обслуживание техники на АО «Сарэкс» находится на высоком качественном уровне. В его функции входит предпродажная подготовка техники, её обслуживание и ремонт в гарантийный и послегарантийный периоды.

В тоже время чтобы иметь высокий уровень удовлетворенности клиентов руководству завода необходимо постоянно расширять выбор услуг на сервисных центрах. В настоящее время очень сложно удержаться на рынке техники, так как огромное количество различных производителей представлены на рынке, также импорт техники способствует постоянному повышению уровня конкуренции. Все эти обстоятельства способствуют тому, что на заводе служба качества анализирует удовлетворенность клиентов и на основании этих оценок разрабатывает корректирующие действия.

АО «Сарэкс» планирует сервисные мощности по послепродажному обслуживанию и ремонту в каждом регионе исходя из данных по продажам техники. Анализ организационного механизма управления качеством послепродажного обслуживания показал, что на АО «Сарэкс» для достижения преимуществ перед конкурентами необходимо развивать систему обслуживания клиентов в период действия гарантии и в послегарантийный период.

**Таблица – Суммарные затраты на процесс ТО и ремонта двигателей Д130Т-10**

<b>Статья затрат на единицу ремонта, т. е. на один двигатель</b>	<b>Сумма, руб.</b>	<b>% к итогу</b>
1. Базовые затраты по процессу	38654	76,73
2. Затраты на соответствие по процессу, в том числе	4377	8,69
2.1. Затраты на профилактику несоответствий процесса	123	0,24
2.2. Затраты на оценку процесса	4254	7,45
3. Потери от несоответствия по процессу, в том числе	7346	14,58
3.1. Внутренние потери	3027	6,01
3.2. Внешние потери	4319	8,57
Итого затрат по процессу	50377	100,0

Подробно рассмотрим механизм организации управления сервисом послепродажного обслуживания в АО «Сарэкс» на основе оценки потерь от несоответствий процесса технического обслуживания и ремонта техники (далее – ТО и Р). Оценку потерь от несоответствий по процессу технического обслуживания и ремонта техники в АО «Сарэкс» проведем на примере процесса ТО и Р двигателей для Д130Т-10. Результаты расчетов представлены в табл.

В результате расчетов выявлено, что потери от несоответствия по процессу в целом значительны. Для процесса ремонта двигателей Д130Т-10 они составляют 7346 руб. или 14,58 % от суммарных затрат на процесс. Это говорит о том что, руководству предприятия следует принять меры по предотвращению брака в производстве, необходимо провести ряд предупредительных мероприятий, которые позволят снизить процент брака в производстве и, соответственно, сократить потери от несоответствия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Организация и метрологическое обеспечение входного контроля на предприятиях технического сервиса / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, У. Ю. Антонова : монография. М. : Издательство ФГБОУ РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2017. 129 с.
2. Бондарева Г. И. Оценка базовых издержек по процессу ремонта двигателей на предприятиях АПК // Сельский механизатор. 2020. № 2. С. 34-36.
3. Разработка системы менеджмента качества для предприятий технического сервиса / Г. И. Бондарева, О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова : монография. М. : Издательство ФГБОУ РГАУ-МСХА, 2016. 161 с.
4. Темасова Г. Н. Организация системы контроля затрат на качество на предприятиях технического сервиса АПК : монография. М. : Издательство ФГОУ ВПО МГАУ, 2010. 134 с.
5. Леонов О. А. Методология оценки издержек на контроль при ремонте машин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 37-43.
6. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Вергазова Ю. Г. Управление качеством : учебник. СПб. : Издательство «Лань», 2019. 180 с.

7. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Шкаруба Н. Ж. Экономика качества, стандартизации и сертификации : учебник. М. : ИНФРА-М, 2019. 251 с.
8. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Темасова Г. Н. Статистические методы в управлении качеством : учебное пособие. СПб. : Издательство «Лань», 2019. 144 с.
9. Леонов О. А., Капрузов В. В., Темасова Г. Н. Стандартизация: учебное пособие. М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015. 191 с.
10. Леонов Д. О. Применение диаграммы Парето для оценки внутренних потерь при ремонте двигателей // Агроинженерия. 2020. № 6 (100). С. 44-49.
11. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
12. Методика определения сроков и стоимости реализации инновационного проекта / В. И. Нечаев, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, А. Л. Эйдис. М. : ООО «Триада», 2012. 20 с.

## REFERENCES

1. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G., Antonova U. Yu. Organization and metrological support of incoming control at technical service enterprises. Moscow, RGAU-MSXA im. K. A. Timiryazeva, 2017, 129 p.
2. Bondareva G. I. Estimation of basic costs for the process of engine repair at agricultural enterprises. *Sel'skij mexanizator*, 2020, no 2, pp. 34-36.
3. Bondareva G. I., Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Development of a quality management system for technical service enterprises. Moscow, RGAU-MSXA im. K. A. Timiryazeva, 2016, 161 p.
4. Temasova G. N. Organization of the quality control system at the enterprises of technical service of the agro-industrial complex. Moscow, FGOU VPO MGAU, 2010. 134 p.
5. Leonov O. A. Methodology for assessing the costs of control in the repair of machines. *Innovacii v APK: problemy` i perspektivy`*, 2019, no. 3 (23), pp. 37-43.
6. Leonov O. A., Temasova G. N., Vergazova Yu. G. Quality management. Saint Petersburg, Lan`, 2019, 180 p.
7. Leonov O. A., Temasova G. N., Shkaruba N. Zh. Economics of quality, standardization and certification. Moscow, INFRA-M, 2019, 251 p.
8. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Temasova G. N., Statistical Methods in Quality Management. Saint Petersburg, Lan`, 2019, 144 p.

9. Leonov O. A., Kapruzov V. V., Temasova G. N. Statistical Methods in Quality Management. Moscow, Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – MSXA im. K. A. Timiryazeva, 2015, 191 p.

10. Leonov D. O. Application of the Pareto diagram to assess internal losses during engine repair. *Agroinzheneriya*, 2020, no. 6 (100), pp. 44-49.

11. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.

12. Nechaev V. I., Didmanidze O. N., Parliuk E. P., Eidis A. L. Methodology for determining the terms and cost of implementing an innovation project. Moscow, Triada, 2012, 20 p.

***Об авторах:***

**Леонов Олег Альбертович**, заведующий кафедрой метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, профессор, oaleonov@rgau-msha.ru.

**Темасова Галина Николаевна**, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат экономических наук, доцент, temasova@rgau-msha.ru.

***About the authors:***

**Oleg A. Leonov**, Head of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, oaleonov@rgau-msha.ru.

**Galina N. Temasova**, associate professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economic), associate professor, temasova@rgau-msha.ru.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОРМОРАЗДАТЧИКА

**П. Н. Школьников, С. В. Щитов**

*ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»  
(г. Благовещенск, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Анализ проведенных исследований показал, что одной из проблем при обеспечении качества кормления является правильное соотношение выдаваемого корма. Это связано с тем, что кормовой рацион, составленный для животного должен обеспечить необходимый набор различных компонентов обеспечивающий всем необходимым животное. Для обеспечения снижения себестоимости единицы выдаваемого корма животному чаще всего используют в кормовом рационе корма местного происхождения. Это в конечном итоге позволяет снизить потребность в привозном корме. Особенно этот вопрос актуален для небольших КФХ, где наряду с вопросами животноводческого направления параллельно решаются и вопросы связанные с растениеводством. Это позволяет обеспечить животных кормами произведёнными в своём хозяйстве и обеспечить загрузженность энергетических средств в течение года. Главным недостатком в решении данного вопроса является отсутствие техники, приспособленной для подготовки и раздачи корма местного производства.  
**Ключевые слова:** корм; рацион; кормоприготовление; раздача корма; эффективность; кормораздатчик; измельчение корма.*

## RESULTS OF STUDIES ON THE USE OF A UNIVERSAL FEEDER

**P. N. Shkolnikov, S. V. Shchitov**

*Far Eastern State Agrarian University  
(Blagoveshchensk, Russian Federation)*

***Abstract.** The analysis of the conducted research has shown that one of the problems in ensuring the quality of feeding is the correct ratio of the given feed. This is due to the fact that the feed ration, compiled for the animal, must provide the necessary set of various components that provide the animal with everything. To ensure a reduction in the cost of a unit of feed given to an animal, feed of local origin is most often used in the feed ration. This ultimately makes it possible to reduce the need for imported feed. This issue is especially relevant for small*

*peasant farms, where, along with issues of livestock production, issues related to crop production are also resolved in parallel. This allows you to provide animals with fodder produced on your farm and ensure the utilization of energy resources throughout the year. The main disadvantage in solving this issue is the lack of equipment adapted for the preparation and distribution of locally produced feed.*

**Keywords:** *feed; diet; feed preparation; feed distribution; efficiency; feed dispenser; feed grinding.*

Исходя из вышеобозначенной проблемы можно сделать вывод, что для дальнейшего развития животноводческой базы необходимо адаптировать существующие или разработать новые механизмы способные подготавливать и раздавать корма местного производства. Главной трудностью в решении данного вопроса является равномерность заполнения бункера при его загрузке различными видами корма, что в конечном итоге не позволяет качественно и дозированно раздавать корм животным.

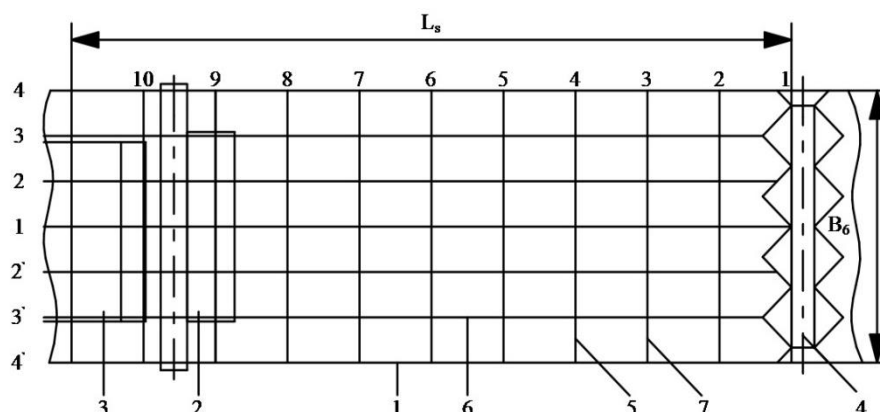
Для решения данной проблемы в ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ разработан раздатчик кормов способный выполнять вышеперечисленные проблемы (рис. 1).



**Рисунок 1 – Общий вид раздатчика кормов**

В результате проведенных теоретических исследований были обоснованы конструктивно-технологические параметры для обеспечения качества подготовки кормов к вскармливанию.

С целью подтверждения полученных теоретических данных были проведены экспериментальные исследования по методике, позволяющей проконтролировать качество работы. С этой целью была разработана частная методика, которая позволяла определить профиль сечений кормового монолита по длине и ширине бункера с учетом общеизвестных методик приведенных в работах [1, 2, 3]. Согласно разработанной методике была составлена схема проведения опытов, которая представлена на рис. 2. Использование данной схемы позволило провести качественное измерение распределение корма по длине бункера (емкости).

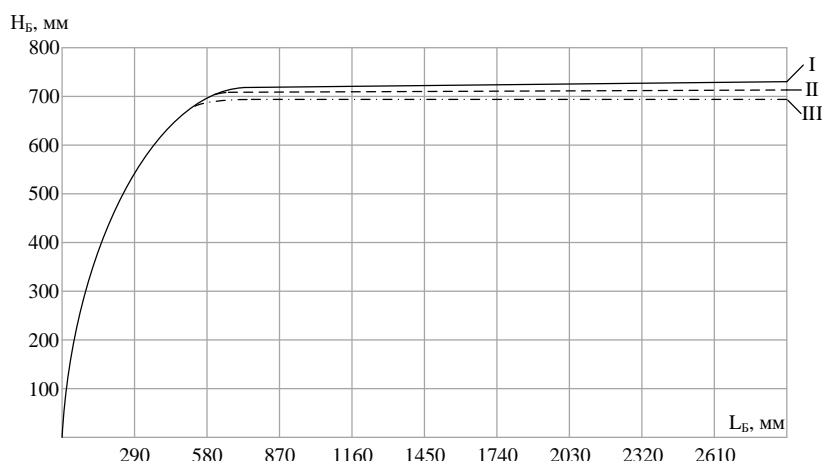


**Рисунок 2 – Схема проведения контрольных замеров по длине и ширине бункера:** 1 – емкость; 2 – распределяющее устройство; 3 – выгрузной транспортёр; 4 – битера; 5 – поперечная секущая плоскость; 6 – продольная секущая плоскость; 7 – контрольная точка

Для оценки качественных показателей изучаемого процесса в качестве критерия взята  $Y_1/\delta'_3$ , % – неравномерность заполнения бункера ТДА по его длине, учитывающей колебания высоты и плотность продукта;

В результате поисковых опытов определены уровни варьирования планирования трехфакторного эксперимента.

На рис. 3 представлены профили кормового монолита по продольным сечениям бункера. Нулевая отметка оси абсцисс соответствует нижней точке выгрузного транспортёра.



**Рисунок 3 – Результаты экспериментальных исследований по неравномерности заполнения бункера**

Представленные кривые (рис. 3) показывают, что на участке 1160...2900 мм они имеют линейный характер. Высота незначительно увеличивается по мере приближения к битерам. Угол подъема линейных участков кривых I; II; III практически одинаков. На участке 0...290 мм угол наклона кривых равен углу наклона выгрузного кормопровода, так как кормовой монолит плотно прилегает к нему.

На основе проведенной математической обработки экспериментальных данных получены математические модели, характеризующие процесс заполнения бункера ТДА которые после отсеивания незначимых коэффициентов, имеют следующий вид:

– в кодированной форме:

$$Y_1 = 3,74 - 0,26 \cdot X_1 + 0,34 \cdot X_2 + 0,42 \cdot X_3 + 0,23 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,6 \cdot X_1 \cdot X_3 +$$

$$+ 3,62 \cdot X_1^2 + 2,19 \cdot X_2^2 + 0,91 \cdot X_3^2 \rightarrow opt$$

$$Y_2 = 28,43 + 1,14 \cdot X_2 - 1,13 \cdot X_1 \cdot X_2 + 3,13 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,38 \cdot X_2 \cdot X_3 -$$

$$- 4,87 \cdot X_1^2 - 5,88 \cdot X_2^2 - 1,25 \cdot X_3^2 \rightarrow opt$$

$$Y_3 = 2,73 - 0,14 \cdot X_1 - 0,25 \cdot X_2 - 0,11 \cdot X_3 + 0,04 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,95 \cdot X_2^2 +$$

$$+ 0,06 \cdot X_3^2 \rightarrow opt$$

– в раскодированной форме:

$$\delta'_3 = 71,39 - 0,56 \cdot \omega - 0,89 \cdot h_m - 2,33 \cdot z - 0,01 \cdot \omega \cdot z + 0,001 \cdot \omega^2 + 0,02 \cdot h_m^2 -$$

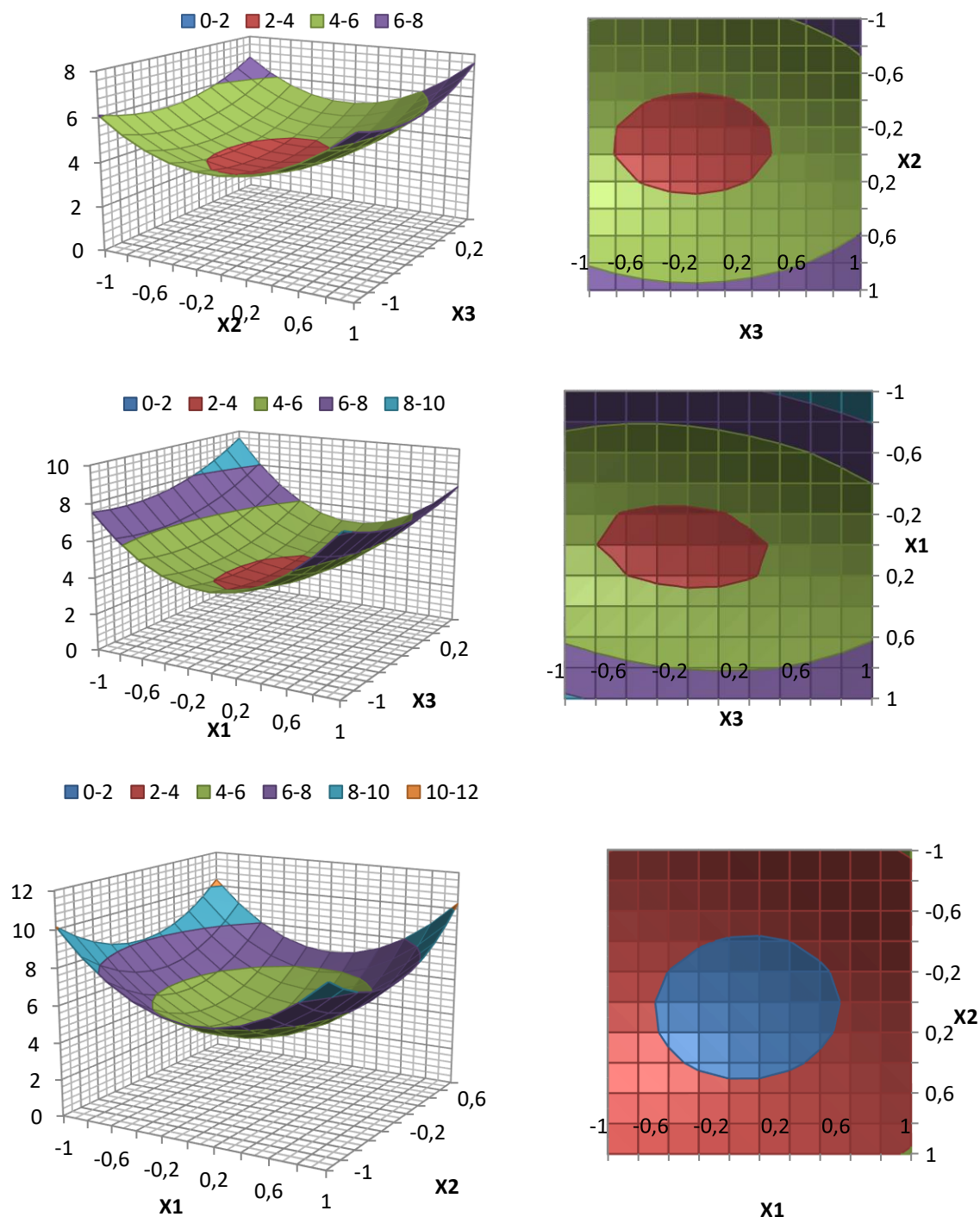
$$- 0,91 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

$$\lambda' = -59,76 + 0,66 \cdot \omega + 3,0 \cdot h_m - 5,88 \cdot z - 0,003 \cdot \omega \cdot h_m + 0,06 \cdot \omega \cdot z -$$

$$- 0,002 \cdot \omega^2 - 0,06 \cdot h_m^2 - 1,25 \cdot z^2 \rightarrow opt$$



$$N'_y = 8,28 - 0,004 \cdot \omega - 0,41 \cdot h_m - 0,44 \cdot z + 0,0008 \cdot \omega \cdot z + 0,01 \cdot h_m^2 + 0,06 \cdot z^2 \rightarrow opt$$



**Рисунок 4 – Поверхность и сечение отклика в зависимости равномерности заполнения от конструктивно-технологических параметров ( $X_1/\omega$ ,  $s^{-1}$  – угловая скорость ротора с молотками;  $X_2/h_m$ , мм – вылет молотков ротора над плоскостью решетки;  $X_3/z$ , шт. – количество молотков, проходящих по одному следу)**

Адекватность полученных моделей, по результатам регрессионного анализа, с вероятностью  $P = 0,95$ , при коэффициентах корреляции  $R_1 = 0,974$ ,  $R_2 = 0,980$  и  $R_3 = 0,987$  подтверждается неравенством  $F_R > F_T$ .

На основе полученных данных проведена графическая интерпретация искомых зависимостей в виде поверхностей и их сечений, представленных на рисунке 4.

На основании проведенных исследований было установлено, что использование предлагаемого агрегата позволит повысить качество подготавливаемого к вскармливанию корма, за счёт равномерности смешивания его различных компонентов и снизить уровень не механизированных работ, что даст возможность уменьшить себестоимость производимой продукции.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурмага А. В. Совершенствование технологического процесса бункерного раздатчика-смесителя кормов для крупного рогатого скота и обоснование параметров его отделяюще-смешивающего органа : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Бурмага Андрей Владимирович. Саратов, 1992. 22 с.
2. Доценко С. М. Корморазравнивающее устройство // Техника в сельском хозяйстве. 1983. № 6. С. 61-62.
3. Завалишин Ф. С., Мацнев Н. Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. М. : Колос, 1982. 232 с.

## REFERENCES

1. Burmaga A.V. Improvement of process of bunker dispenser-mixer of cattle feed and substantiation of parameters of its separating-mixing element. Abstract of Ph. D. thesis. Saratov, 1992, 22 p.
2. Docenko S. M. Forage leveling device. *Texnika v sel'skom xozhajstve*. 1983. no. 6. pp. 61-62.
3. Zavalishin F. S., Macznev N. G. Research methods on the mechanization of agricultural production. Moscow, Kolos, 1982. 232 p.

### *Об авторах:*

**Школьников Павел Николаевич**, доцент кафедры строительного производства и инженерных конструкций ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» (675005, Амурская область, г.

Благовещенск, ул. Политехническая, 86), кандидат технических наук, доцент, pavel.shkolnikov@mail.ru.

**Щитов Сергей Васильевич**, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» (675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86), доктор технических наук, профессор, shitov.sv1955@mail.ru.

*About the authors:*

**Pavel N. Shkolnikov**, associate professor of the Department of Construction and Engineering, Far Eastern State Agrarian University (675005, Amur region, Blagoveshchensk, st. Polytechnic, 86), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, pavel.shkolnikov@mail.ru.

**Sergey V. Shchitov**, professor of the Department of Transport and Energy Facilities and Mechanization of the Agro-Industrial Complex, Far Eastern State Agrarian University (675005, Amur region, Blagoveshchensk, st. Polytechnic, 86), D.Sc. (Engineering), professor, shitov.sv1955@mail.ru.

## **СОСТОЯНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АПК РОССИИ, ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ МОДЕРНИЗАЦИИ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

**В. И. Игнатов, Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, Д. В. Андреева**  
*ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»*  
(г. Москва, Российская Федерация)

***Аннотация.** Представлены результаты исследований и анализа по вопросу состояния инженерно-технической системы АПК России, а также возможности ремонтно-обслуживающей базы АПК обеспечивать ее работоспособность.*

***Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника; инженерная служба АПК; ремонтно-обслуживающая база; техническое обслуживание и ремонт техники.*

## **THE STATE OF THE ENGINEERING AND TECHNICAL SYSTEM OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX IN RUSSIA, THE TRENDS OF ITS MODERNIZATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT**

**V. I. Ignatov, Yu. V. Kataev, V. S. Gerasimov, D. V. Andreeva**  
*Federal Scientific Agroengineering Center VIM*  
(Moscow, Russian Federation)

***Abstract.** Presents the results of research and analysis on the state of the engineering and technical system of the agro-industrial complex of Russia, as well as the ability of the repair and maintenance base of the agro-industrial complex to ensure its performance.*

***Keywords:** agricultural machinery; engineering service of the agro-industrial complex; repair and service base; technical maintenance and repair of equipment.*

Сельскохозяйственное производство России решает одну из важнейших национальных проблем – продовольственную безопасность и импортозамещение. В условиях рыночной экономики эту проблему можно решить при использовании высоких технологий. Проведенные исследования и научные разработки

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ обосновали необходимость проведения модернизации инженерной службы агропромышленного комплекса (АПК). Основные причины необходимости ее реализации связаны со сложной ситуацией в техническом сопровождении продукции отечественной и импортной сельскохозяйственной техники.

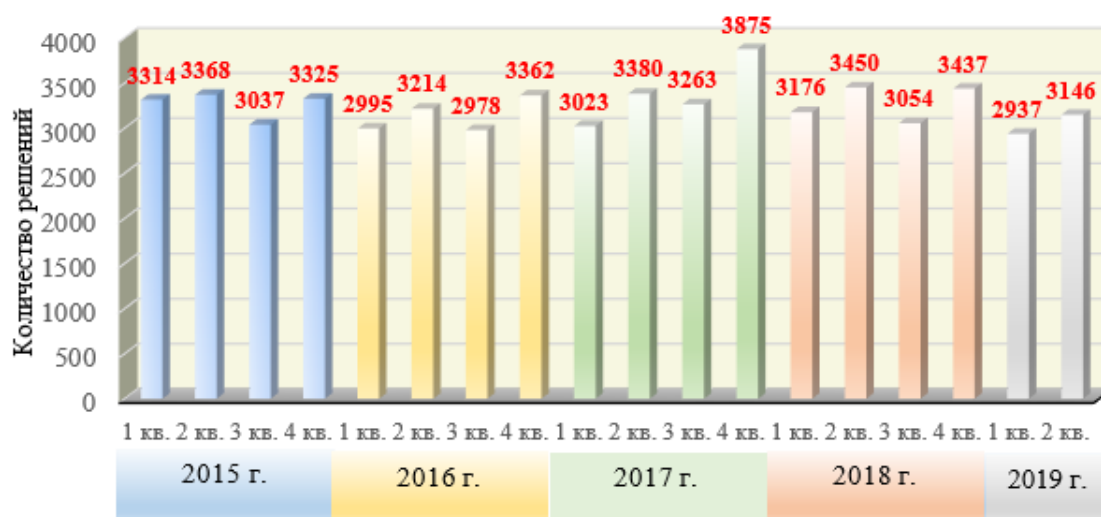
Пока Россия существенно отстает от стран с развитой экономикой в темпах внедрения инновационных технологий в индустриализацию сельского хозяйства на новом машинно-технологическом уровне. Основные ограничения такой индустриализации в России связаны со сложной ситуацией в стране в целом и в инженерно-технической системе отечественного сельского хозяйства.

Под инженерно-технической системой (ИТС) сельского хозяйства понимается сегмент АПК [1]. Производственные объекты ИТС должны размещаться непосредственно на предприятиях сельского хозяйства и являться составной частью его инфраструктуры, и, кроме того, формировать ремонтно-обслуживающую базу (РОБ). Функционально они обеспечивают формирование и эксплуатацию машинно-тракторного парка, поддерживают его в работоспособном состоянии и выполняют в интересах сельхозтоваропроизводителей работы и услуги по машинному производству сельскохозяйственной продукции, а также оснащению сельскохозяйственной техникой, технологически и энергетическими ресурсами, проведением ремонта, технического обслуживания и утилизации парка машин и освоению в этом сегменте инновационных процессов.

До 1980-х гг. РОБ создавалась и функционировала как часть самого АПК, практически без участия заводов-изготовителей отечественного сельхозмашиностроения. Однако переход сельскохозяйственного производства к рыночным отношениям и фактический отказ государства от финансирования РОБ в первые же годы перестройки привели к деградированию инженерной службы АПК. Уровень использования производственных мощностей объектов ремонтно-технических предприятий снизился к 2000 году: по спецмастерским на 10...15 %, мастерским общего назначения до 30 %, станциям технического обслуживания автомобилей и тракторов до 20 % и т. д. [2]. Численность работающих на заводах и ремонтно-технических предприятиях уменьшилась к 2000

году по сравнению с 1990 годом более чем в 2 раза и составляла около 115 тыс. человек. Отсутствие регулирования ремфонда привело к банкротству или перепрофилированию ряда предприятий. Тем не менее, по оценкам специалистов ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, к 2001 году Россия сохранила значительную часть технического, технологического и интеллектуального потенциала в инженерной службе АПК, что подтверждалось функционированием большого количества ремонтных и специализированных предприятий.

Процесс выбытия предприятий происходил во всех отраслях промышленности народного хозяйства. На рис. 1 представлен график выбытия предприятий в различных видах деятельности, исходя из данных статистического бюллетеня ЕФРСБ за 2019 год [3]. Этот процесс продолжается и в настоящее время.



**Рисунок 1 – Количество судебных решений о признании предприятий банкротом**

На момент проведения исследования из 2731 числящихся в списке предприятий РОБ АПК России уже ликвидировано 1761 предприятие (64,5 %), а 970 предприятий (35,5 %) числились действующими. Однако по состоянию на 01.01.2020 г. действующим осталось только 691 предприятие, т. е. 25,3 % от числа представленных в списке.

Как показали проведенные исследования многие действующие предприятия РОБ АПК являются убыточными и с учетом

высоких темпов банкротства в ближайшее время количество таких предприятий может уменьшиться.

Для снижения темпов банкротства ремонтных предприятий необходимо внедрять новые технологии в существующую систему РОБ АПК России.

Индустрия 4.0 определяет положительный тренд развития автоматизации и обмена данными. В настоящее время, по мнению специалистов, до половины промышленных компаний Германии вовлечены в этот процесс, хотя бы на уровне разработки новых бизнес-концепций. По планам немецких промышленников и государства, в 2030 году в Германии должна заработать вся система интернетизированной промышленности. Американские предприятия также направляют больше средств на разработку революционных бизнес-моделей, так как компании активно занимаются цифровизацией своих товаров и услуг [4].

В России с многолетним опозданием президиум Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам утвердил национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации» [5-7].

Большое значение страны-лидеры придают циркулярной экономике. Под циркулярной понимается экономика, которой свойствен восстановительный и замкнутый характер использования невозможных ресурсов. Циркулярная экономика обеспечивает поэтапное воспроизведение принципов ресурсной эффективности и безотходности. Все это в полной мере соотносится с таким ключевым направлением Четвертой промышленной революции, как формирование «природоподобных» технико-технологических систем.

Несмотря на явные преимущества циркулярной экономики, Россия пока не делает существенных шагов для реализации этого элемента Индустрии 4.0, в том числе для развития инженерно-технической системы, которая в значительной мере может способствовать реализации ресурсосберегающих и экологоориентированных технологий.

Если не будут решены проблемы с научным обеспечением, развитием РОБ и подготовкой кадров, то тренд экономической эффективности сельского хозяйства России может стать отрицательным.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черноиванов В. И. и др. Модернизация инженерно-технической системы сельского хозяйства. М. : Росинформагротех, 2010. 412 с.
2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебное пособие / под ред. В. И. Черноиванова. Москва-Челябинск : ГОСНИТИ, ЧГАУ. 2003. 992 с.
3. Статистический бюллетень ЕФРСБ. 30 июня 2019 года (часть первая) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://download.fedresurs.ru/news/Статистический\\_бюллетень\\_2019.pdf](https://download.fedresurs.ru/news/Статистический_бюллетень_2019.pdf).
4. Современные тенденции формирования системы рециклинга техники / В. И. Игнатов, А. С. Дорохов, Ю. В. Трофименко, В. С. Герасимов, Р. Л. Петров. М. : Изд-во «Перо». 2019. 557 с.
5. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
6. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).
7. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Тимошенко Н. А. Обоснование нормативного срока службы машины на стадии ее создания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 54-58.

## REFERENCES

1. Chernoiivanov V. I. et al. Modernization of the engineering and technical system of agriculture. Moscow, Rosinformagrotex, 2010, 412 p.
2. Maintenance and repair of machinery in agriculture. Ed. V. I. Chernoiivanov. Moscow-Chelyabinsk, GOSNITI, ChGAU, 2003, 992 p.
3. Statistical Bulletin of the Unified Federal Register of Information on Bankruptcy. Available at: [https://download.fedresurs.ru/news/Statisticheskij\\_byulleten`2019.pdf](https://download.fedresurs.ru/news/Statisticheskij_byulleten`2019.pdf).
4. Ignatov V. I., Doroxov A. S., Trofimenko Yu. V., Gerasimov V. S., Petrov R. L. Modern trends in the formation of a recycling system for machinery. Moscow, Pero, 2019, 557 p.
5. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.



6. Digital economy of the Russian Federation (utv. prezidiumom Soveta pri Prezidente RF po strategicheskomu razvitiyu i nacional'ny'm proektam, protokol ot 24.12.2018. No 16).

7. Eidis A. L., Parliuk E. P., Timoshenko N. A. Justification of the standard service life of the machine at the stage of its creation. *Vestnik Brianskoj gosudarstvennoj sel'skokhoziaistvennoj akademii*, 2013, no. 2, pp. 54-58.

***Об авторах:***

**Игнатов Владимир Ильич**, главный специалист ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5), доктор технических наук.

**Катаев Юрий Владимирович**, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5), кандидат технических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0832-3608>. [ykataev@rgau-msha.ru](mailto:ykataev@rgau-msha.ru).

**Герасимов Валерий Сергеевич**, ведущий специалист ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5).

**Андреева Дарья Владимировна**, инженер ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5).

***About the authors:***

**Vladimir I. Ignatov**, Chief Specialist, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5), D.Sc. (Engineering)

**Yury V. Kataev**, leading researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0832-3608>. [ykataev@rgau-msha.ru](mailto:ykataev@rgau-msha.ru).

**Valery S. Gerasimov**, Leading Specialist, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5).

**Dar'ia V. Andreeva**, engineer, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5).

## СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**М. М. Разяпов, Ш. Ф. Нигматуллин, Р. Ф. Самиков**

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»  
(г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Генератор горячих газов потребляет от 70 до 150 Вт мощности аккумуляторной батареи автомобиля. В условиях низких температур это приводит к снижению емкости аккумулятора, и как следствие – невозможность запуска двигателя автотранспортного средства. Становится актуальным вопрос снижения потребляемой электроэнергии генератора горячих газов, без изменения потребительских качеств последнего.*

***Ключевые слова:** тепловая подготовка; генератор горячих газов; направляющая насадка; термоэлектрический генератор; потери тепловой энергии.*

## REDUCING ENERGY COSTS DURING HEAT TREATMENT OF MOTOR VEHICLES

**M. M. Razyapov, Sh. F. Nigmatullin, R. F. Samikov**

*Bashkir State Agrarian University,  
(Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation)*

***Abstract.** A hot gas generator consumes from 70 to 150 W of power from a car battery. At low temperatures, this leads to a decrease in battery capacity, and as a result, the inability to start the vehicle engine. The issue of reducing the consumed electric power of the generator of hot gases becomes urgent, without changing the consumer qualities of the latter.*

***Keywords:** heat treatment; hot gas generator; nozzle; thermoelectric generator; heat energy losses.*

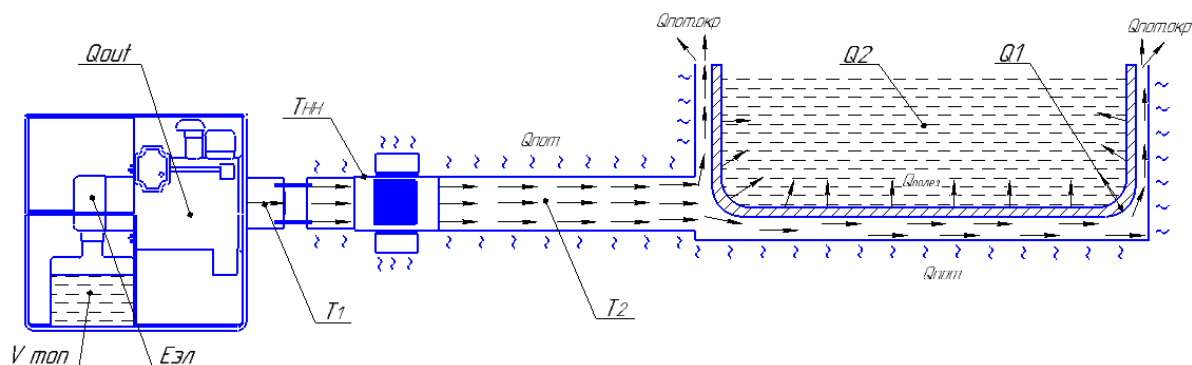
Суровые климатические условия регионов северных стран predetermined разработку большого количества различных средств и способов тепловой подготовки автотранспорта к запуску двигателя и эксплуатации в холодное время года. Наиболее перспективным направлением решения вопросов, является ис-

пользование в качестве теплового модуля генератор горячих газов, где в качестве источника тепловой энергии выступают разогретый поток газов [5, с. 264].

Генератор горячих газов предназначен для подготовки к эксплуатации АТС в холодное время года и применяется для:

- прогрева моторного масла в картере двигателя с целью облегчения его запуска в холодное время года;
- прогрева картера коробки передач, раздаточной коробки и картеров редукторов заднего и переднего мостов, аккумуляторной батареи, элементов пневматической тормозной системы и элементов топливной системы;
- предпускового подогрева двигателей с воздушным охлаждением;
- обогрева обитаемых помещений через радиатор, по которому на проход подается нагретый воздух [6, с. 79].

Генератор горячих газов работает следующим образом: нагнетательный вентилятор нагнетает воздух в корпус подогревателя 1 (рис. 1) и в камеру сгорания. Форсунка распыляет топливо, подаваемое импульсным насосом из бака 2, штифт накаливания воспламеняет впрыснутое топливо [4, с. 40]. На выходе из подогревателя образуется смесь отработавших газов и воздуха, имеющая высокую (до 450...550 С<sup>0</sup>) температуру. Суть тепловой подготовки агрегатов автомобиля состоит в том, что на подогреватель 1 устанавливается направляющая насадка 3 и фальшподдон 4, в которые подаются горячие газы из подогревателя. Насадка и фальшподдон обеспечивают подвод основной части тепловой энергии к агрегатам и снижают потери теплоносителя путём рассеяния в атмосферу. Такая система способна обеспечить прогрев эксплуатационной жидкости различных агрегатов автомобиля до температуры 8...10 С<sup>0</sup> в течении 15...45 минут при температуре окружающей среды – 40 С<sup>0</sup> [7, с. 73].

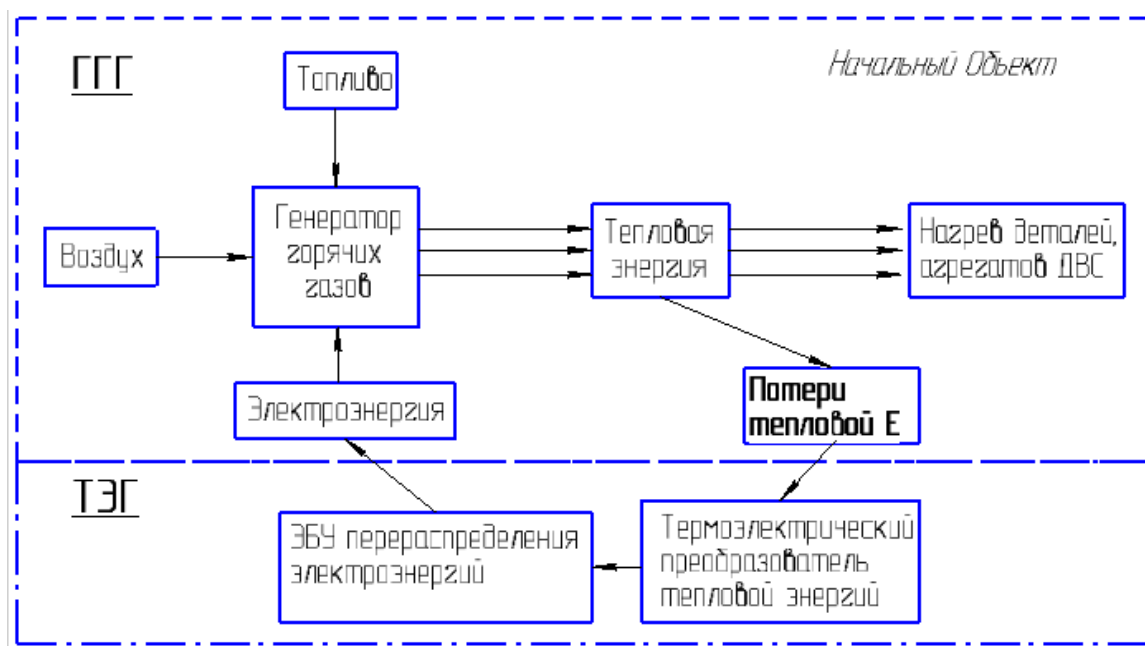


**Рисунок 1 – Принципиальная схема работы генератора горячих газов:**  $V_{\text{топ}}$  – топливо;  $E_{\text{эл}}$  – электрическая энергия;  $Q_{\text{out}}$  – количество выделенной теплоты;  $T_1$  – температура на выходе с камеры сгорания;  $T_2$  – температура на выходе с направляющей насадки;  $T_{\text{НН}}$  – температура нагрева направляющей насадки;  $Q_{\text{пот}}$  – потери тепловой энергии в виде лучистого излучения и конвективного теплопереноса в окружающую среду;  $Q_{\text{пот.окр}}$  – потери теплоты теплоносителем, выходящим из фальшподдона;  $Q_{\text{полезн}}$  – полезная теплота, использованная на нагревание агрегата.

Однако необходимо учесть, что источником питания подогревателя, в основном, является аккумуляторная батарея АТС. И в реальных условиях эксплуатации при тепловой подготовке техники происходит разряд АКБ, что может привести к невозможности запуска ДВС или снижение ресурса АКБ [3, с. 137].

С целью повышения эффективности использования энергетических ресурсов ГГГ при тепловой подготовке АТС, а в частности потребляемой электроэнергии, на направляющую насадку был установлен термоэлектрический генератор [1, с. 14].

Рассмотрим структурную схему ГГГ с предложенной системой преобразования тепловой энергии в электрическую. Для работы ГГГ (рис. 2) необходимо три компонента: воздух, топливо и электроэнергия. На выходе получаем тепловую энергию, которая расходуется на тепловую подготовку автотранспортного средства, часть энергии с направляющей насадки рассеивается в виде лучистого излучения и конвективного теплопереноса в окружающую среду. Тепловую энергию с направляющей насадки ГГГ преобразуем в электрическую энергию с помощью термоэлектрического генератора ТЭГ [2, с. 127]. Полученная электрическая энергия подключается параллельно к цепи питания центробежного нагнетателя воздуха ГГГ.



**Рисунок 2 – Схема работы генератора горячих газов совместно с термоэлектрическим генератором**

Таким образом, определена возможность снижения энергопотребления аккумуляторной батареи генератором горячих газов с применением термоэлектрических генераторных модулей. Для сглаживания работы разработанной системы, в нее внедрены конденсаторы, которые будут сглаживать падение напряжения в момент уменьшения разницы температуры.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Габитов И. И. Интеллектуализация технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники / Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (47). С. 13-17.
2. Оптимизация процесса тепловой подготовки сельскохозяйственной техники в условиях низких температур / И. И. Габитов, А. В. Неговора, М. М. Рязанов, Д. А. Гусев // Технический сервис машин. 2019. № 1 (134). С. 122-130.
3. Неговора А. В., Рязанов М. М., Инсафуддинов С. З. Современная концепция тепловой подготовки автотракторной техники в условиях низких температур. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (48). С. 135-141.
4. Современные проблемы эксплуатации автомобилей в условиях низких температур независимо от климатической зоны / А. В. Неговора, М. М. Рязанов, П. Г. Курдин, Ю. К. Филиппов, В. А. Токарев // Журнал автомобильных инженеров. 2017. № 4 (105). С. 36-41.

5. Самиков Р. Ф., Разяпов М. М. Повышение коэффициента полезного действия генераторов горячих газов // В сб.: Наука молодых – инновационному развитию АПК материалы XI Национальной научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский государственный аграрный университет. 2018. С. 263-267.

6. Черноиванов В. И., Габитов И. И., Неговора А. В. Цифровые технологии и электронные средства в системе технического обслуживания и ремонта автотракторной и комбайновой техники // Труды ГОСНИТИ. 2018. Т. 130. С. 74-81.

7. Modeling the technological process of tillage / S. G. Mudarisov, I. I. Gabitov, Y. P. Lobachevsky, N. K. Mazitov, R. S. Rakhimov, R. R. Khamaletdinov, I. R. Rakhimov, I. M. Farkhutdinov, A. M. Mukhametdinov, R. T. Gareev // Soil & Tillage Research. 2019. Т. 190. С. 70-77.

## REFERENCES

1. Gabitov I. I. Intellectualization of technical maintenance and repair of automobile and tractor and combine equipment. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.*, 2018, no 3 (47), pp. 13-17.

2. Gabitov I. I., Negovora A. V., Riazapov M. M., Gusev D. A. Optimization of the process of thermal preparation of agricultural machinery at low temperatures. *Tekhnicheskii servis mashin*, 2019, № 1 (134), pp. 122-130.

3. Negovora A. V., Raziapov M. M., Insafuddinov S. Z. Modern concept of thermal preparation of automotive equipment at low temperatures. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2018, no. 4 (48), pp. 135-141.

4. Negovora A. V., Raziapov M. M., Kurdin P. G., Filippov Iu. K., Tokarev V.A. Modern problems of car operation at low temperatures regardless of the climatic zone. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2017, no. 4 (105), pp. 36-41.

5. Samikov R. F., Raziapov M. M. Increasing the efficiency of hot gas generators. *Nauka molodykh – innovatsionnomu razvitiuu APK*, 2018, pp. 263-267.

6. Chernoiivanov V. I., Gabitov I. I., Negovora A. V. Digital technologies and electronic means in the system of technical maintenance and repair of automobile and tractor and combine equipment. *Trudy GOSNITI*, 2018, 130, pp. 74-81.

7. Mudarisov S. G., Gabitov I. I., Lobachevsky Y. P., Mazitov N. K., Rakhimov R. S., Khamaletdinov R. R., Rakhimov I. R., Farkhutdinov I. M., Mukhametdinov A. M., Gareev R. T. Modeling the technological process of tillage. *Soil & Tillage Research*, 2019, 190, pp. 70-77.

***Об авторах:***

**Разяпов Махмут Магдутович**, доцент кафедры Автомобили и машинно-тракторные комплексы ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34), кандидат технических наук, доцент, mahmut23@mail.ru.

**Нигматуллин Шамиль Файзрахманович**, доцент кафедры Автомобили и машинно-тракторные комплексы ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34), кандидат технических наук, доцент, shamil.bosch@mail.ru.

**Самиков Руслан Фанзилович**, аспирант ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34), 89173711415@mail.ru.

***About the authors:***

**Makhmut M. Razyapov**, associate professor of the Department of Automobiles and machine-tractor complexes, Bashkir State Agrarian University (450001, Republic of Bashkortostan, Ufa, st. Fiftieth anniversary of October, 34), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, mahmut23@mail.ru.

**Shamil F. Nigmatullin**, associate professor of the Department of Automobiles and machine-tractor complexes, Bashkir State Agrarian University (450001, Republic of Bashkortostan, Ufa, st. Fiftieth anniversary of October, 34), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, shamil.bosch@mail.ru.

**Ruslan F. Samikov**, postgraduate student, Bashkir State Agrarian University (450001, Republic of Bashkortostan, Ufa, st. Fiftieth anniversary of October, 34), 89173711415@mail.ru.

## **БАЗОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК**

**А. А. Куликов**

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

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы нового изложения понятий и базовых терминов в обновленном стандарте единой системы допусков и посадок применительно к требованиям точности изготовления поверхностей деталей.*

***Ключевые слова:** размер; действительный размер; пределы допуска; квалификация, квалификация стандарта.*

## **БАЗОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК**

**A. A. Kulikov**

*Russian Timiryazev State Agrarian University  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article deals with the problems of a new presentation of concepts and basic terms in the updated standard of a unified system of tolerances and fits in relation to the requirements for the accuracy of manufacturing the surfaces of parts.*

***Keywords:** size; actual size; tolerance limits; qualification, quality standard.*

Построение современной системы качества требует взаимной увязки точности и надежности агрегатов выпускаемой техники [1]. Вопросы управления качеством неразрывно связаны с точностью обработки деталей [2, 3]. В свою очередь, точность нормируется базовыми положениями международных стандартов, которые были приняты для всеобщего пользования в середине XX века. Основные принципы построения Единой системы допусков и посадок (ЕСДП ИСО) изложены в международных стандартах ИСО 286-1:1988 и ИСО 286-2:1988. Большинство ответственных соединений в тракторах, автомобилях и сельскохо-



зьяйственных машинах имеет размеры до 500 мм [4]. ЕСДП ИСО – важнейшая система, обеспечивающая взаимозаменяемость изделий на международном уровне [5, 6]. ЕСДП находит широчайшее применение не только в машиностроении, но и в приборостроении, при ремонте и техническом обслуживании техники и в других областях. Например, в соединении со шпонками, присутствует минимум 4 нормируемых размера и 2 посадки [7], в шлицевых соединениях – 3 нормируемых размера и 2...3 посадки.

Новый международный стандарт ИСО 286-1:2010 (ISO 286-1:2010 «Geometrical products specifications (GPS) – ISO codes system for tolerances on linear sizes») подготовлен Техническим Комитетом ИСО/ТК 213 «Размерные и геометрические требования к изделиям и их проверка». В этом стандарте есть существенные изменения в терминологии.

В ИСО 286-1:2010 приводится новое определение – это понятие размерный элемент. Согласно трактовке, размерный элемент – это геометрическая форма, определяемая линейным или угловым размером [8]. Размерными элементами могут быть цилиндр, сфера, две параллельные плоскости [8].

В стандарте ИСО 286-1:2010 делается грамотное пояснение, что система ЕСДП относится к двум видам размерных элементов: цилиндру и двум параллельным плоскостям. В старой версии стандарта ЕСДП ИСО 286-1:88 для интерпретации размера элемента детали применялось правило внешней границы, которое говорило, что размеры элемента детали в любом сечении и плоскости, с учетом возможных отклонений формы, не должны быть больше для вала или меньше для отверстия соответствующего предельного размера. Именно при таком условии обеспечивается сборка с первого раза – полная взаимозаменяемость. Однако в международном стандарте ИСО 14405-1:2010 была установлена интерпретация размера по результатам двухточечного измерения [8]. Теперь нужно жестко выполнять требования по двум предельным размерам. При назначении точностных параметров на ответственные элементы деталей нормирование только допуска и отклонений недостаточно для контроля конструктивных и эксплуатационных свойств соединения. Теоретически, согласно положениям ГХИ, необходимо установить требования и определить

внешнюю границу, отдельно нормируя требования к макро и микрогеометрии поверхности.

Новый стандарт содержит термины и определения, касающиеся размеров, образуемых двумя размерными элементами, без ограничения ориентации и месторасположения. Рассмотрим подробнее нововведения.

Полный номинальный геометрический элемент – точный, полный геометрический элемент, определенный чертежом или другими средствами [8]. Данный термин взят из ГОСТ Р 53442-2009. «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения», который гармонизирован на основе ИСО 1101:2004. В простом изложении полный номинальный геометрический элемент – это элемент контура детали на чертеже, который обозначен сплошной толстой линией, а в качестве объекта выступает точка, линия или ось, поверхность или плоскость.

Действительный размер – размер присоединенного полного элемента [8]. Размер присоединенного полного элемента, но какой – истинный (реальный), или измеренный с определенной погрешностью [9], здесь не уточнено. Истинный – не достижим, поэтому, скорее всего – измеренный. Но именно сюда перенесен смысл соблюдения внешней границы. Ранее этот термин пояснялся как размер, полученный в результате измерения [10]. Но если представить измерение, как обычно мы его производим практически, т. е. касание плоскими губками поверхности детали в двух точках, например – штангенциркулем, или микрометром, то это и есть реализация для этих точек присоединенного полного элемента.

Пределы допуска – заданные значения характеристики, определяющие верхнюю и/или нижнюю границы допустимого значения [8]. Этот термин появился в новой редакции стандарта и частично дублирует известный термин «Предельные размеры».

Квалитет, квалитет стандарта – группа допусков на линейные размеры, характеризующаяся общим обозначением [8]. Понятие «квалитет» дополнилось вторым словом «квалитет стандарта», или, скорее всего «стандартный квалитет» – погрешности перевода. Возникает вопрос – квалитет какого стандарта? Как он обозначается? Сколько стандартов на квалитет? Такого термина

никто не встречал, следовательно, и вводить «кавалитет стандарта» не было необходимости.

Интервал допуска – переменные значения размера между пределами допуска, включая их [8]. Старый добрый термин «поле допуска» (согласно ИСО 286-1:1998), изменили на термин «интервал допуска» обосновывая это тем, что термин «интервал допуска» указывает на диапазон шкалы, в то время как термин «поле допуска» указывает на область в плоскости или пространстве, например, при установлении допусков согласно ИСО 1101:2012. Дается пояснение – интервал допуска заключен между верхним и нижним предельными размерами. Он определяется величиной допуска и его расположением относительно номинального размера. На наш взгляд, интервал допуска или поле допуска – в плане понимания и использования – все едино, можно перейти на новый термин, если слово «поле» – это область, а не интервал.

Класс допуска – комбинация основного отклонения и квалитета [8]. Этот термин введен впервые и является ожидаемым. Ранее комбинация обозначения основного отклонения и квалитета никак не называлась, было только сочетание буквы и цифры (например, H7; D13; f6; h9 и т. д.).

Если в машиностроении в большинстве случаев обеспечивается полная взаимозаменяемость, то в мелкосерийном производстве и при ремонте машин, где используется старое и неточное оборудование, возможен различного рода брак, возникают потери и применение ЕСДП особенно актуально.

При изготовлении и ремонте машин, влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединений огромно, как это показано в работах [11, 12] на примере цилиндрического соединения со шпонкой. В свою очередь, обеспечение качества у потребителя невозможно без соблюдения норм точности и заданной прочности, поэтому применение ЕСДП в единичном и мелкосерийном производстве особенно актуально.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бондарева Г. И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 34-35.

2. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Вергазова Ю. Г. Управление качеством. М. : Издательство «Лань», 2019. 180 с.
3. Управление качеством производственных процессов и систем / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, Ю. Г. Вергазова, П. В. Голиницкий. М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2018. 182 с.
4. Метрология, стандартизация и сертификация / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Е. Кисенков, Н. Ж. Шкаруба. М. : Издательство КолосС, 2009. 468 с.
5. Леонов О. А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.03 / Леонов Олег Альбертович. Москва, 2004. 324 с.
6. Леонов О. А., Вергазова Ю. Г. Взаимозаменяемость. М. : Издательство «Лань», 2020. 208 с.
7. Бондарева Г. И. Изменения в стандарте единой системы допусков и посадок // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 12. С. 39-42.
8. Шкаруба Н. Ж. Результаты экономической оптимизации выбора средств измерений при контроле качества технологических процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. № 5. С. 109-112.
9. Дидманидзе О. Н., Андреев О. П., Парлюк Е. П. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов. М. : ООО «УМЦ Триада», 2017. 77 с.
10. Белов В. М. Расчет точностных параметров сельскохозяйственной техники. М. : МГАУ, 1990. 125 с.
11. Вергазова Ю. Г. Влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединения «вал-втулка» // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2014. № 3. С. 17-19.
12. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г. Расчет допуска посадки с натягом по модели параметрического отказа // Вестник машиностроения. 2019. № 4. С. 23-26.

## REFERENCES

1. Bondareva G. I. Building a modern quality system at technical service enterprises. *Sel'skii mekhanizator*, 2017, no. 8, pp. 34-35.
2. Leonov O. A., Temasova G. N., Vergazova Yu. G. Quality control. Moscow, Lan', 2019, 180 p.
3. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G., Golnitskii P. V. Quality management of production processes and systems. Moscow, RGAU-MSKHA, 2018, 182 p.
4. Leonov O. A., Karpuzov V. V., Kisenkov N. E., Shkaruba N. Zh. Metrology, standardization and certification. Moscow, KolosS, 2009, 468 p.

5. Leonov O. A. Quality assurance of repair of unified agricultural equipment connections by methods of calculation of accuracy parameters. Doctor's degree dissertation. Moscow, 2004. 324 p.
6. Leonov O. A., Vergazova Yu. G. Interchangeability. Moscow, Lan', 2020, 208 p.
7. Bondareva G. I. Changes in the standard of a unified system of admissions and landings. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2016, no. 12, pp. 39-42.
8. Shkaruba N. Zh. The results of economic optimization of the choice of measuring instruments for quality control of technological processes in repair production. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2007, no. 5. pp. 109-112.
9. Didmanidze O. N., Andreev O. P., Parliuk E. P. Optimization of parameters of machine and tractor units. Moscow OOO «UMTs Triada», 2017, 77 p.
10. Belov V. M. Calculation of the precision parameters of agricultural machinery. Moscow, MGAU, 1990, 125 p.
11. Vergazova Yu. G. Influence of precision and technological parameters on the durability of the shaft-sleeve connection. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2014, no. 3, pp. 17-19.
12. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Calculation of the interference fit tolerance according to the parametric failure model. *Vestnik mashinostroeniia*, 2019, no. 4. pp. 23-26.

***Об авторе:***

**Куликов Александр Алексеевич**, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, профессор, kulikov@rgau-msha.ru.

***About the author:***

**Alexander A. Kulikov**, associate professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), professor, kulikov@rgau-msha.ru.

## ОЦЕНКА РИСКОВ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Н. Ж. Шкаруба**

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

***Аннотация.** Рассмотрены факторы и возможные риски процесса «Техническое обслуживание и ремонт». Для оценки рисков предложено использовать приоритетное число риска (ПЧР). Проведена оценка различных рисков и выявлены приоритетные направления для улучшения процесса «Техническое обслуживание и ремонт».*

***Ключевые слова:** риски; система менеджмента качества; оценка рисков; факторы риска.*

## RISK ASSESSMENT IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN REPAIR PLANTS

**N. Zh. Shkaruba**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The factors and possible risks of the «Maintenance and repair» process are considered. To assess the risks, it is proposed to use the priority number of risk (PRN). An assessment of various risks was carried out and priority areas for improving the «Maintenance and repair» process were identified.*

***Keywords:** risks; quality management system; risk assessment; risk factors.*

Ремонт машин является сложным и трудоемким видом деятельности, от качества проведения которой зависит надежность машин [1, 2]. Особое место при ремонте играет контроль [3]. Для эффективной работы ремонтного предприятия необходимо идентифицировать риски и выстроить систему управления ими. Идентификация и анализ рисков ремонтного предприятия неразрывно связано с целями и процессами системе менеджмента качества [4, 5].

На начальном этапе необходимо определить различные факторы, влияющие на достижение поставленных стратегических целей [6]. При этом надо учесть, что не все факторы будут относиться к факторам риска, так как возможно и положительное влияние отдельных факторов на процессы и систему менеджмента качества ремонтного предприятия [7, 8]. Поэтому при составлении реестра рисков ремонтного предприятия должны быть учтены, в первую очередь, только те факторы, которые могут повлечь за собой материальные потери.

Для количественной оценки элементов фактора риска введены следующие характеристики: значимость элемента фактора риска ( $S$ ), вероятность возникновения риска ( $O$ ), вероятность обнаружения риска ( $D$ ). В таблице 1 представлена квалитметрическая шкала для количественной оценки элементов фактора риска.

**Таблица 1 – Квалитметрические шкалы оценивания рисков**

Значимость (тяжесть) возможного последствия риска ( $S$ )	Вероятность (частота) возникновения риска ( $O$ )	Вероятность обнаружения риска ( $D$ )
1 – очень низкая	1 – очень низкая	1 – почти наверняка риск будет обнаружен
2 – низкая	2 – низкая	2 – очень хорошее обнаружение
3 – не очень серьезная	3 – не очень низкая	3 – хорошее обнаружение
4 – ниже средней	4 – ниже средней	4 – умерено хорошее обнаружение
5 – средняя	5 – средняя	5 – умеренное обнаружение
6 – выше средней	6 – выше средней	6 – слабое обнаружение
7 – довольно высокая	7 – близкая к высокой	7 – очень слабое обнаружение
8 – высокая	8 – высокая	8 – плохое
9 – очень высокая	9 – очень высокая	9 – очень плохое обнаружение
10 – катастрофическая	10 – стопроцентная	10 – почти невозможно обнаружить

Оценочное значение риска определяется через приоритетное число риска ( $ПЧР$ ), которое рассчитывается по формуле (1) и представляет собой количественную оценку значимости элемента фактора риска по последствиям, вероятности возникновения и вероятности обнаружения.

$$ПЧР = S \cdot O \cdot D \quad (1)$$

Для риска, имеющего несколько факторов риска (или элементов фактора риска) определяют соответственно несколько ПЧР. Каждое ПЧР может иметь значение от 1 до 1000, т. к. используются квалитетические шкалы от 1 до 10 (табл. 1). Для ПЧР риска должна быть заранее установлена критическая граница ( $ПЧР_{гр}$ ). При анализе рисков процесса «Техническое обслуживание и ремонт» критическая граница варьируется в пределах от 200 до 250. Если полученное значение ПЧР превышает установленное значение  $ПЧР_{гр}$  – значит, именно для данного элемента фактора риска необходимо провести корректировку процесса.

Оценка рисков проводится экспертным путем с использованием метода иерархий, при этом необходимо провести предварительную оценку согласованности полученных экспертных данных [9]. В дальнейшем должен быть сформирован стандарт предприятия [10], нормирующий методику и параметры.

Результаты анализа рисков процесса «Техническое обслуживание и ремонт» на АО «Авторемонтный завод № 5» представлены в табл. 2.

**Таблица 2 – Результаты анализа выявленных рисков процесса «Техническое обслуживание и ремонт»**

Фактор риска	Возможные нежелательные события и изменения	<i>O</i>	<i>D</i>	Возможные последствия	<i>S</i>	<i>ПЧР</i>
Машины и оборудование	Выход из строя машин и оборудования	4	3	Простои оборудования	6	72
				Травмы персонала	10	120
				Нарушение сроков выполнения работ и оказания услуг по ТО и Р	8	144
Материалы	Закупка запасных частей и расходных материалов низкого качества	6	4	Брак, дефекты, некачественных ремонт и ТО	9	216
	Нарушение сроков поставки запасных частей и расходных материалов низкого качества	4	1	Нарушение сроков выполнения работ и оказания услуг по ТО и Р	8	32
				Простои оборудования	6	24
Методы и технологии	Нарушение технологии ремонта и технического обслуживания	4	8	Брак, дефекты, некачественных ремонт и ТО	9	288



	Ошибки при измерениях, испытаниях и контроле	2	9			182
Персонал	Увольнение квалифицированного специалиста	3	1	Нехватка квалифицированного персонала	6	18
	Опоздание сотрудника	3	2	Нарушение сроков выполнения работ и оказания услуг по ТО и Р	8	48

Как видно из табл. 2, что одно и то же нежелательное событие может вызвать различные последствия (риски), поэтому для каждого возможного события определяют несколько *ПЧР*. При анализе следует учитывать, что один и тот же риск может иметь различное значение *ПЧР* в зависимости от фактора риска и возможного нежелательного события.

Для рассмотренного случая, с учетом принятой величины граничного значения  $ПЧР_{гр}$ , можно сделать следующие выводы: следует обратить особое внимание качеству закупаемых запчастей и расходных материалов ( $ПЧР = 216$ ), усилить контроль над соблюдением технологической дисциплины ремонта и технического обслуживания ( $ПЧР = 288$ ).

Таким образом, разработана методика оценки рисков в системе менеджмента качества на ремонтных предприятиях. Предложенная методика позволяет оценить риски экспертным путем и выбрать приоритетные направления для корректирования и улучшения процессов на ремонтном предприятии. Предложенная методика является универсальной и может быть использована для оценки различных рисков на ремонтных предприятиях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ерохин М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества // Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции. 2005. С. 234-238.
2. Леонов О. А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.03 / Леонов Олег Альбертович. Москва, 2004. 324 с.
3. Шкаруба Н. Ж. Результаты экономической оптимизации выбора средств измерений при контроле качества технологических процессов в

ремонтном производстве// Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. № 5. С. 109-112.

4. Бондарева Г. И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 34-35.

5. Леонов О. А., Темасова Г. Н. Методика расчета эффективности функционирования системы менеджмента качества // Компетентность. 2020. № 3. С. 26-31.

6. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Вергазова Ю. Г., Голиницкий П. В. Управление качеством производственных процессов и систем. М. : РГАУ-МСХА, 2018. 182 с.

7. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Шкаруба Н. Ж. Экономика качества, стандартизации и сертификации. М. : Изд-во Инфра-М, 2016. 251 с.

8. Леонов О. А. Управление качеством. СПб. : Издательство «Лань», 2019. 180 с.

9. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Темасова Г. Н. Статистические методы в управлении качеством. М. : Издательство «Лань», 2019. 144 с.

10. Леонов О. А., Карпузов В. В., Темасова Г. Н. Стандартизация. М. : 2015. 191 с.

## REFERENCES

1. Erokhin M. N. Agricultural machinery repair from the standpoint of quality assurance. *Ekologiya i sel'skokhoziaistvennaia tekhnika*, 2005, pp. 234-238.

2. Leonov O. A. Quality assurance of repair of unified agricultural equipment connections by methods of calculation of accuracy parameters. Doctor's degree dissertation. Moscow, 2004. 324 p.

3. Shkaruba N. Zh. The results of economic optimization of the choice of measuring instruments for quality control of technological processes in repair production. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2007, no 5, pp. 109-112.

4. Bondareva G. I. Building a modern quality system at technical service enterprises. *Sel'skii mekhanizator*, 2017. no. 8, pp. 34-35.

5. Leonov O. A., Temasova G. N. Methodology for calculating the effectiveness of the functioning of the quality management system. *Kompetentnost'*, 2020, no. 3, pp. 26-31.

6. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G., Golinitskii P.V. Quality management of production processes and systems. Moscow, RGAU-MSKHA, 2018, 182 pp.

7. Leonov O. A., Temasova G. N., Shkaruba N. Zh. The economy of quality, standardization and certification. Moscow, Infra-M, 2016, 251 p.

8. Leonov O. A. Quality control. Saint Petersburg, Lan', 2019. 180 p.

9. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Temasova G. N. Statistical methods in quality management. Moscow, Lan', 2019, 144 p.

10. Leonov O. A., Karpuzov V. V., Temasova G. N. Standardization. Moscow, 2015, 191 p.

***Об авторе:***

**Шкаруба Нина Жоровна**, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, доцент, shkaruba@rgau-msha.ru.

***About the author:***

**Nina Zh. Shkaruba**, professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, shkaruba@rgau-msha.ru.

## ЛЕКСИКО-ГРАММАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕКЦИЙ ПО АГРОИНЖЕНЕРИИ

**А. А. Зайцев, В. Г. Рябчикова**

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

*Аннотация.* В настоящей работе анализируются основные лексико-грамматические особенности устной научной речи, выявляемые на материале лекции по термодинамике.

*Ключевые слова:* устная научная речь; языковые средства; лекция; литературный язык; функционально-стилевая разновидность.

## LEXICAL AND GRAMMATICAL FEATURES OF LECTURES ON AGRICULTURAL ENGINEERING

**A. A. Zaitsev, V. G. Riabchikova**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* This paper analyzes the main lexical and grammatical features of oral scientific speech, identified by the material of the lecture on thermodynamics.

*Keywords:* oral scientific speech; language tools; lecture; literary language; functional and stylistic variety.

Одной из важнейших задач, стоящих в повестке дня современной методики преподавания русского языка как иностранного, является совершенствование обучения студентов-иностранцев различным формам и видам устной научно-профессиональной коммуникации [1, с. 451]. Эта коммуникация представляет собой отдельную функционально-стилевую разновидность современного русского литературного языка, находящую воплощение в таких формах, как лекция, доклад, дискуссия, сообщение и др.

Несмотря на то, что в научном сообществе в настоящее время сложилось понимание места устной научной речи в структуре и составе современного литературного языка, вопрос о ее природе и языковом характере представляется актуальным в свете ре-

шения проблемы формирования у иностранных учащихся коммуникативных компетенций в сфере устного научного речевого общения.

В настоящем исследовании нам хотелось бы рассмотреть те языковые особенности устной научной речи, которые следовало бы принимать во внимание при обучении аудированию устной профессиональной речи. В качестве исследуемого материала выбрана одна из лекций по термодинамике. Эта лекция была прочитана в Московском автомобильно-дорожном университете в студенческой аудитории. Лектор – мужчина, 45 лет, доктор технических наук, профессор. Темп речи нормальный. Лекция произносилась спонтанно. Во время лекции ставился опыт, привлекались средства наглядности, производились записи на доске.

Применение научной методики к эмпирическому материалу обнаружило, что в тексте лекции представлены все три разряда языковых средств, свойственных литературному языку: общелитературные, книжно-письменные и устно-разговорные. Все эти средства выступают в смешении друг с другом, поскольку в устной научной речи выработались свои определенные механизмы допуска устно-разговорных и книжно-письменных языковых средств.

Так, в лексике книжно-письменный характер текста отражается в употреблении таких узкоспециальных терминов, как изохорический процесс, термодинамика, изотермический процесс, интегрировать выражение, индекс константы, теплоемкость, изобарический процесс, молекулярно-кинетическая теория и др. «В научном стиле неисчисляемые существительные, используемые в качестве терминов, могут иметь форму множественного числа, которая отсутствует в других стилях русского языка» [2, с. 113]. Вместе с тем широко употребляется и общелитературная нетерминологическая лексика. При этом общелитературное слово используется обычно в своем основном значении без каких-либо обращений к комплексу его лексических возможностей и коннотаций. Обнаружены единичные вкрапления и разговорной лексики, доступ которой в письменные научные тексты не допускается категорически. Ср.: Интересно | и любопытно пожалуй отметить | что второе начало термодинамики | было сформулировано | раньше чем | сформулировано было первое начало || [3, с. 106].

В синтаксисе тоже происходят чередование, отбор и минимизация одних книжно-письменных и устно-разговорных средств и интенсивное использование других, употребление частотных общелитературных средств. Кроме того, принцип деления речевого потока на предложения, свойственный письменной речи, сменяется здесь сегментацией, нередко затрудняющей выявление однозначных пограничных сигналов между предложениями-высказываниями. Посмотрим, как строится текст анализируемой лекции и как выражаются связи между составляющими его предложениями-высказываниями. Ср.: Интересно отметить что | рождение термодинамики | связано | с потребностями производства || Молодой французский инженер | в 1824 году | а этот год можно считать годом рождения термодинамики | в труде || э | под названием «Размышления | о движущей силе огня» | рассмотрел | вопросы | связанные с работой | и усовершенствованием тепловых двигателей | указал | пути повышения их эффективности | что есть увеличение коэффициента полезного действия || и одновременно | гм | рассмотрел вопрос | который | носит название второго начала термодинамики || Интересно | и любопытно пожалуй отметить | что второе начало термодинамики | было сформулировано | раньше чем | сформулировано было первое начало || В процессе дальнейшего развития | термодинамика вышла | за узкие | первоначально очерченные ею рамки || [3, с. 107].

Как видно, сегмент может представлять из себя все что угодно: и заполнитель паузы вроде э, гм, и отдельное слово интересно, и несколько слов сформулировано было первое начало, и словосочетание, и предложение.

Несмотря на то, что книжно-письменные средства во многих случаях неудобны для устного произнесения, они употребляются в устной научной речи. Так, в лекции по термодинамике встречаются причастные обороты, находящиеся в постпозиции по отношению к подчиняющему слову. Ср.: Начала термодинамики || или их можно называть законами термодинамики | положения | как я уже говорил | явившиеся результатом | многовекового || и огромного количества экспериментов | специально поставленных | в девятнадцатом веке || [3, с. 107].

Средством создания устно-разговорной тональности в анализируемом тексте выступают вопросительные предложения, ча-

стицы и др. Ср.: Как же определить термодинамику? || Ну | обычное определение термодинамики | которое || м || связано | с | ее рождением | это учение о связи | и взаимном преобразовании | различных видов I энергии | [3, с. 107].

Полученные в ходе анализа данные лингвистического устройства устной научной речи на примере лекции по термодинамике свидетельствуют о том, что обучение студентов-иностранцев устной научно-профессиональной коммуникации должно строиться не только с учетом взаимодействия рецептивных видов речевой деятельности (чтения и аудирования) и продуктивных видов (говорения и письма), но и принципом ограничения на употребление языковых средств. Описание специфических лингвистических особенностей устной научной речи, строгий отбор определенного языкового материала является основой создания эффективной системы такого обучения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев А. А., Гнездилова Е. В. Языковые особенности лекции по термодинамике в сравнении с соответствующим текстом учебника // Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации: Сборник материалов III Международной научно-методической онлайн-конференции. 14 мая 2018 г. Курск, 2018. С. 451-455.
2. Лукьянченко М. В., Зайцев А. А. Растениеводство. М. : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. 118 с.
3. Современная русская устная научная речь. Т. IV. Тексты / Под общ. ред. О. А. Лаптевой. М. : УРСС, 1999. 376 с.

## REFERENCES

1. Zaitsev A. A., Gnezdilova E. V. Language features of a lecture on thermodynamics in comparison with the corresponding text of the textbook. *Metodika prepodavaniia inostrannykh iazykov i RKI: traditsii i innovatsii*, Kursk, 2018, pp. 451-455.
2. Luk'ianchenko M. V., Zaitsev A. A. Plant growing. Moscow, RGAU-MSKhA im. K. A. Timiriazeva, 2014, 118 pp.
3. Modern Russian oral scientific speech. Vol 4. Texts. Ed. O. A. Laptevoi. Moscow, URSS, 1999, 376 p.

***Об авторах:***

**Зайцев Алексей Анатольевич**, заведующий кафедрой иностранных и русского языков ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат филологических наук, доцент, forlang@rgau-msha.ru.

**Рябчикова Вера Георгиевна**, преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Aleksei A. Zaitsev**, Head of the Department of Foreign and Russian Languages, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (philological), associate professor, forlang@rgau-msha.ru.

**Vera G. Riabchikova**, teacher, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИНИСТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ТРАКТОРОВ

**О. В. Ковриго**

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

*Аннотация.* В статье рассматривается вопрос обеспечения безопасности тракториста-машиниста при эксплуатации современных тракторов, соответствие параметров микроклимата, уровня шума, вибрации санитарно-гигиеническим нормативам.

*Ключевые слова:* безопасность; рабочее место; трактор; охрана труда; травматизм.

## ENSURING THE SAFETY OF DRIVERS IN THE OPERATION OF MODERN TRACTORS

**O. V. Kovrigo**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* The article deals with the issue of ensuring the safety of a tractor driver during the operation of modern tractors, compliance of the parameters of the microclimate, noise level, vibration with sanitary and hygienic standards.

*Keywords:* safety; workplace; tractor; labor protection; injuries.

### **Введение**

Ведущие производители сельскохозяйственной техники ежегодно представляют новейшие разработки в области тракторостроения, повышая уровень экономической эффективности использования, а также улучшения эргономических и санитарно-гигиенических условий труда машинистов тракторов.

Ежедневная трудовая деятельность тракториста сопровождается рисками получения травм, а также риском развития острых и хронических профессиональных заболеваний. Из статистических данных известно, что в день происходит примерно по 8 несчастных случаев, связанных с входом и выходом из кабины

трактора. А ежегодно в агропромышленном комплексе погибает более тысячи человек, примерно 20 % погибших это машинисты технических средств.

Создание безопасного рабочего места тракториста-машиниста, отвечающего эргономическим, санитарно-гигиеническим нормам и обеспечение комфортных условий труда, соответствующих уровням тяжести и напряженности, позволяет снизить уровень воздействия опасных и вредных производственных факторов, риск развития профессиональных заболеваний, а также снизить уровень несчастных случаев в агропромышленном комплексе.

**Цель работы:** анализ состояния условий труда на рабочих местах трактористов-машинистов современных сельскохозяйственных тракторов.

**Методы исследования** основаны на детальном изучении нормативной, технической и статистической документации, анализе условий труда тракториста-машиниста, при эксплуатации, ремонте и обслуживании современных сельскохозяйственных тракторов. Это позволит выявить опасные и вредные производственные факторы, действующие на работника, технические, организационные и санитарно-гигиенические причины травматизма.

### **Анализ рабочего места и условий труда тракториста**

По результатам проведения специальной оценки условий труда (СОУТ) рабочих мест тракториста, механизаторы подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, таких как риск опрокидывания, неблагоприятные микроклиматические условия, запыленность воздуха, повышенные уровни шума и вибрации, контакт с горюче-смазочными материалами, высокие физические нагрузки, нерациональный режим труда и отдыха и нервно-эмоциональное напряжение. Все перечисленные факторы по отдельности и в комплексе оказывают вредное влияние на организм трактористов и на его здоровье в целом.

Данные анализа профессионального состава пострадавших в сельском хозяйстве показывают, что профессия тракторист-машинист сельскохозяйственного производства была и остается самой травмоопасной, как по уровню общего, так и травматизма

со смертельным и тяжелым исходом. На долю трактористов приходится до 58 % несчастных случаев в общем объеме несчастных случаев в сельском хозяйстве ежегодно. Травмирование трактористов происходит, в первую очередь, в результате транспортных происшествий (57,3 % от общего числа рассматриваемых инцидентов), а именно, наездов на исполнителя работ, самонаездов при запуске двигателя трактора не из кабины и других видов наездов (33,7 %), опрокидываний тракторов и тракторных агрегатов (17,8 %), столкновений (1,3 %) [2, с. 66].

Производители современной сельскохозяйственной техники уделяют существенное внимание безопасности, эргономике и комфорту рабочего места тракториста-машиниста. Кабины современных тракторов NewHolland имеют высокую степень защиты от пыли, шума и вибрации, устанавливаются кондиционеры, используется гидравлическая и пневматическая амортизация кабины тракторов Deutz-Fahr. Кабины тракторов CLAAS способны предотвращать или сводить к минимуму опасность травмирования оператора в случае опрокидывания трактора, а также в опции может быть оборудованы каркасом для защиты от падения предметов. Компания Same оборудует тракторы серии Rubin кабиной с системой автоматического выравнивания ее на склонах до 25 %.

Природные и метеоусловия при посеве и уборке урожая устанавливают сжатые временные сроки, работы проходят в условиях дефицита времени, трактористы могут работать без выходных, проводя много времени в кресле машиниста. Для снижения нагрузки на опорно-двигательный аппарат и поясничный отдел позвоночника машиниста, технику CLAAS можно укомплектовать одним из трех кресел: сиденье комфорт, пневматическое сиденье, пневматическое сиденье низкочастотное с подогревом и регулируемым по наклону и высоте рулем [3, с. 71]. Компания John Deere на тракторах серии 8020, имеющих независимую подвеску всех колес установила сиденье с активным демпфированием колебаний. Под сиденьем находится датчик, измеряющий ускорение, эта информация используется электронной системой управления, для гашения колебаний с помощью гидроцилиндра, встроенного в сиденье.

В период основных полевых работ, в различных регионах РФ преобладает высокая температура окружающего воздуха,

низкая влажность, трактористы-машинисты подвержены длительному воздействию неблагоприятных микроклиматических условий. При длительном пребывании людей в условиях нагревающего микроклимата повышается температура тела, учащается пульс, повышается нагрузка на сердечно-сосудистую систему, снижается функциональная активность ЖКТ и др., что в свою очередь может стать причиной несчастного случая или риска развития профессиональных заболеваний. Для поддержания параметров оптимальных микроклиматических условий, отвечающих требованиям СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах», кабины современных тракторов оснащены системами кондиционирования воздуха. Использование кондиционирования воздуха позволяет поддерживать температуру внутри кабины в оптимальных условиях, а также снизить процент относительной влажности воздуха (устранение запотевания).

Помимо воздействия внешних вредных факторов необходимо учесть напряженность трудового процесса тракториста. При оценке сенсорных нагрузок тракториста-машиниста следует учесть, что трудовая деятельность при работе на сельскохозяйственной технике характеризуется значительной концентрацией и переключением внимания и нагрузкой на анализаторные функции. Уровни таких показателей напряженности сенсорных нагрузок, как длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов, число производственных объектов одновременного наблюдения могут колебаться в зависимости от вида техники и выполняемых работ.

Наличие бортовых компьютеров значительно облегчает и операторские функции тракториста-машиниста, но при этом роль «человеческого фактора», т. е. психофизиологических свойств тракториста-машиниста только возрастает. Это связано с непрерывным контролем параметров на информационных дисплеях системы SEBIS, экране CLAAS Information System, TONI (TELEMATICS ON IMPLEMENT), терминал ISOBUS. Указанные системы открывают пользователю данные о тракторе, навесном орудии, предупреждают о неисправности и позволяют задать функции трансмиссии. В короткие перерывы или их отсутствие

оператор не успевает восстановить свои интеллектуальные функции, что усугубляет класс напряженности труда.

### **Выводы.**

Производители сельскохозяйственной техники уделяют значительное внимание безопасности и эргономике рабочего места тракториста-машиниста, что позволяет существенно снизить действие вредных и опасных факторов, таких как шум, вибрация, недопустимые микроклиматические условия, что позволяет повысить работоспособность, снизить утомляемость и риск возникновения несчастных случаев. Однако проблема травматизма среди трактористов является актуальной и проблему повышения безопасности операторов современных тракторов следует решать на федеральном уровне.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Управление рисками безопасности труда в сельском хозяйстве с учетом человеческого фактора / Приоритетные направления науки и образования. Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. 272 с. ISBN 978-5-00159-333-1.

2. Студенникова Н. С. Виды и причины травмирования с тяжелыми последствиями трактористов машинистов в сельском хозяйстве // Вестник сельского развития и социальной политики. 2018. 70 с.

3. Ковриго О. В. Техника безопасности при обслуживании тракторов «Клаас» // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2020. № 6.

4. Компания Клаас [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.claas.ru>.

### **REFERENCES**

1. Management of occupational safety risks in agriculture, taking into account the human factor. *Prioritetnye napravleniia nauki i obrazovaniia*. Ed. G. Yu. Guliaeva. Penza, MTsNS «Nauka i Prosveshchenie», 2020, 272 p. ISBN 978-5-00159-333-1.

2. Studennikova N. S. Types and causes of injury with severe consequences of tractor drivers in agriculture. *Vestnik sel'skogo razvitiia i sotsial'noi politiki*, 2018, 70 p.

3. Kovrigo O. V. Safety precautions when servicing tractors «Klaas». *Sel'skokhoziaistvennaia tekhnika: obsluzhivanie i remont*, 2020, no. 6.

4. Claas Company. Available at: <https://www.claas.ru>.

***Об авторе:***

**Ковриго Оксана Викторовна**, старший преподаватель кафедры охраны труда ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), kovrigo@rgau-msha.ru.

***About the author:***

**Oksana V. Kovrigo**, Senior Lecturer of the Department of Labor Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), kovrigo@rgau-msha.ru.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

**В. В. Лазарь**

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

*Аннотация.* Рассматривается возможность применения интегрального показателя качества для оценки уровня качества и экономичности технологического оборудования по производству гильз цилиндров.

*Ключевые слова:* качество; металлорежущее оборудование; интегральный показатель качества; производство гильз цилиндров.

## POSSIBILITIES OF USING AN INTEGRAL QUALITY INDICATOR WHEN CHOOSING TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF CYLINDER LINERS

**V. V. Lazar**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* The possibility of using an integral quality indicator to assess the level of quality and efficiency of technological equipment for the production of cylinder liners is considered.

*Keywords:* quality; metal-cutting equipment; integral quality indicator; production of cylinder liners.

Предприятия машиностроения, специализирующиеся на производстве комплектов для сборки, начали активную конкурентную борьбу за потребителя, в которой важную роль играют положения системы качества и методы оценки качества технологических процессов и оборудования [1, 2]. Технологическим процессам механической обработки, когда необходимо достичь заданной точности, необходимо уделять больше внимания [3], необходимо проводить анализ динамики брака и затрат на экс-

плуатацию оборудования с целью снижения издержек и потерь [4]. Особое внимание следует уделять вопросам метрологического обеспечения производства [5]. С целью снижения повышенных требований можно пересмотреть методики выбора точности деталей и посадок соединений [6] и обучить персонал вопросам обеспечения качества [7].

Возможную эффективность применения средств контроля повышенной точности в процессе анализа качества технологических процессов можно оценить по техническим возможностям [8] и экономическим критериям [9]. Брак и существенные эксплуатационные расходы становятся неэффективными факторами и обоснованием замены целого ряда морально и физически устаревшего технологического оборудования. Покупка нового оборудования с пониженной точностью может привести к потерям, возможны экономические издержки вместо прибыли, а в процессе эксплуатации возникнут отказы базовых ответственных соединений, точных посадок с натягом [10], когда идет разрушение посадки от перенапряжения, с зазором [11], когда соединение переходит в период аварийного изнашивания и уплотнений [12], когда начинаются утечки через неплотное прилегание манжеты к валу. Из-за этих, и многих других факторов, необходимо проводить технико-экономический анализ состояния имеющегося технологического оборудования и функционально подходить к вопросу приобретения нового [13].

Обычно придерживаются следующих тенденций – чем выше должна быть точность обработки, тем меньше брака, но при этом технологическое оборудование будет более дорогим. Необходимо решить проблему покупки в плане решения проблемы – дорогое или дешевое будет оборудование в процессе покупки и эксплуатации для заданного технологического процесса и какими критериями можно оценить. Наиболее применимы следующие показатели и параметры: стоимость оборудования по каталогу дилера; срок эксплуатации оборудования; масса оборудования; норма амортизации оборудования; монтажно-наладочные расходы; численность обслуживающего персонала; суммарные издержки на заработную плату персонала; часовая производительность оборудования; годовая производительность; норма издер-



жек на техническое обслуживание и ремонт; расход электроэнергии; стоимость электроэнергии.

Выбор необходимого технологического оборудования машиностроительное предприятие должно проводить заданными методиками расчета показателей качества. Дифференциальный метод, при котором сопоставляют одноименные показатели оцениваемого и базового образцов, наиболее прост. При этом определяют, какие показатели достигли значений показателей базового образца, а какие существенно отличаются от них [14]. Но лучше применение интегрального метода оценки. Интегральный показатель для случая, когда ежегодный эффект и ежегодные эксплуатационные издержки остаются постоянными, а капитальные издержки вносятся в расчетный год [15]:

$$I = \frac{P_1 \cdot t}{Z_C + Z_{1Э} \cdot ((1 + E)^t - 1) / E}, \quad (1)$$

где  $P$  – суммарный полезный эффект от эксплуатации станка за весь срок службы, выраженный в натуральных единицах;  $E$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  $Z_C$  – суммарные капитальные затраты (цена станка), руб.;  $Z_{1Э}$  – эксплуатационные затраты за первый год, руб.;  $t$  – срок службы станка, лет.

Для случая, когда учитываются потери от брака, интегральный показатель качества можно рассчитать по формуле, где данные потери внесены к сумме затрат на эксплуатацию технологического оборудования по производству гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания:

$$I = \frac{P_1 \cdot t}{Z_C + (Z_{1Э} + П_{1Б}) \cdot ((1 + E)^t - 1) / E}, \quad (2)$$

где  $П_{1Б}$  – потери от брака за первый год, руб.

Таким образом, методика обоснования выбора технологического оборудования с помощью интегрального показателя качества для машиностроительных предприятий по производству комплектов для сборки должна базироваться на интегральном показателе качества, в котором необходимо учитывать, кроме затрат на эксплуатацию, и потери от брака. Интегральный показатель настолько универсален, что позволяет отражать полезность и экономичность применяемого технологического оборудования

и может определять отношение количества изготовленных деталей за весь срок службы по отношению ко всем суммарным затратам и потерям за тот же период использования технологического оборудования. Отсутствие учета потерь от брака может привести к искажению данных и завышению интегрального показателя качества, а также к неверному принятию решения по поводу приобретения дешёвого, но не точного оборудования. В целом, данные о потерях должны систематизироваться с целью учета возможных несоответствий при мониторинге брака в системе менеджмента качества машиностроительного предприятия по выпуску комплектов для сборки при поставке их на конвейер заводов – изготовителей и ремонтных предприятий.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бондарева Г. И. Построение современной системы качества на предприятиях технического сервиса // *Сельский механизатор*. 2017. № 8. С. 34-35.
2. Темасова Г. Н., Шкаруба Н. Ж. Методика расчета эффективности функционирования системы менеджмента качества // *Компетентность*. 2020. № 3. С. 26-31.
3. Ерохин М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества // В сб.: *Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции*. 2005. С. 234-238.
4. Шкаруба Н. Ж. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства // *Вестник ФГОУ ВПО МГАУ*. 2013. № 2 (58). С. 71-74.
5. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Организация и метрологическое обеспечение входного контроля на предприятиях технического сервиса. Иркутск, 2017. 122 с.
6. Леонов О. А. Управление качеством производственных процессов и систем. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2018. 182 с.
7. Стайнов Г. Н., Лазарь В. В. Интеграция расчетно-графических работ по общетехническим дисциплинам // *Вестник ФГОУ ВПО МГАУ*, 2004. № 2. С. 94-95.
8. Темасова Г. Н., Вергазова Ю. Г. Управление качеством. М.: Издательство «Лань», 2019. 180 с.
9. Шкаруба Н. Ж. Результаты экономической оптимизации выбора средств измерений при контроле качества технологических процессов в ремонтном производстве // *Вестник ФГОУ ВПО МГАУ*. 2007. № 5. С. 109-112.

10. Леонов О. А. Расчет допуска посадки с натягом по модели параметрического отказа // Вестник машиностроения. 2019. № 4. С. 23-26.
11. Шкаруба Н. Ж. Модель параметрического отказа для расчета точностных параметров соединения с зазором // Трение и износ. 2019. Т. 40. № 4. С. 424-430.
12. Ерохин М. Н. Методика расчета натяга для соединений резиновых армированных манжет с валами по критерию начала утечек // Вестник машиностроения. 2019. № 3. С. 41-44.
13. Селезнева Н. И. Техничко-экономический анализ состояния технологического оборудования на предприятиях технического сервиса в агропромышленном комплексе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2012. № 5. С. 64.
14. Леонов О. А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.03 / Леонов Олег Альбертович. Москва, 2004. 324 с.
15. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Шкаруба Н. Ж. Экономика качества, стандартизации и сертификации. М. : Изд-во «Инфра-М», 2016. 251 с.

## REFERENCES

1. Bondareva G. I. Construction of a modern quality system at technical service enterprises. *Sel'skii mekhanizator*, 2017, no 8, pp. 34-35.
2. Temasova G. N., Shkaruba N. Zh. Methodology for calculating the efficiency of the quality management system functioning. *Kompetentnost'*, 2020, no 3, pp. 26-31.
3. Erokhin M. N. Agricultural machinery repair from the standpoint of quality assurance. *Ekologiya i sel'skokhoziaistvennaia tekhnika*, 2005, pp. 234-238.
4. Shkaruba N. Zh. Investigation of costs and losses during the control of the crankshaft journals in the conditions of repair production. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2013, no. 2 (58), pp. 71-74.
5. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh. Organization and metrological support of incoming control at technical service enterprises. Irkutsk, 2017, 122 p.
6. Leonov O. A. Quality management of production processes and systems. Moscow, RGAU-MSKHA, 2018, 182 p.
7. Stainov G. N., Lazar' V. V. Integration of computational and graphic works in general technical disciplines. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2004, no. 2, pp. 94-95.
8. Temasova G. N., Vergazova Yu. G. Quality control. Moscow, Lan', 2019, 180 p.

9. Shkaruba N. Zh. The results of economic optimization of the choice of measuring instruments for quality control of technological processes in repair production. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2007, no. 5, pp. 109-112.
10. Leonov O. A. Calculation of the interference fit tolerance according to the parametric failure model. *Vestnik mashinostroeniia*, 2019, no. 4, pp. 23-26.
11. Shkaruba N. Zh. Parametric failure model for calculating the accuracy parameters of a joint with a gap. *Trenie i iznos*, 2019, vol. 40, no. 4, pp. 424-430.
12. Erokhin M. N. Method for calculating the tightness for the joints of rubber reinforced cuffs with shafts according to the criterion of the beginning of leaks. *Vestnik mashinostroeniia*, 2019, no. 3, pp. 41-44.
13. Selezneva N. I. Technical and economic analysis of the state of technological equipment at technical service enterprises in the agro-industrial complex. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2012, no. 5, pp. 64.
14. Leonov O. A. Quality assurance of repair of unified agricultural equipment connections by methods of calculation of accuracy parameters. Doctor's degree dissertation. Moscow, 2004. 324 p.
15. Leonov O. A., Temasova G. N., Shkaruba N. Zh. Economy of quality, standardization and certification. Moscow, Infra-M, 2016, 251 p.

***Об авторе:***

**Лазарь Вера Владимировна**, старший преподаватель кафедры инженерной и компьютерной графики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), lazar@rgau-msha.ru.

***About the author:***

**Vera V. Lazar**, Senior Lecturer of the Department of Engineering and Computer Graphics of Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), lazar@rgau-msha.ru.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА  
К РЕАЛЬНЫМ ГРУНТАМ НА БАЗЕ ГОБПОУ  
«ЧАПЛЫГИНСКИЙ АГРАРНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**И. А. Тишанинов<sup>1</sup>, А. С. Свиридов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГОБПОУ «Чаплыгинский аграрный колледж»

(г. Чаплыгин, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

(г. Москва, Российская Федерация)

***Аннотация.** Уплотнение почвы способствует ухудшению водно-воздушного обогащения и условий минерального питания растений, снижению урожайности сельскохозяйственных культур, усилению эрозии почвы и засоренности посевов, повышению степени заражаемости посевов болезнетворными бактериями и вредителями, а также снижению эффективности вносимых удобрений и росту затрат материальных ресурсов на обработку почвы. То, что пахотные и подпахотные горизонты почвы испытывают переуплотнение, объясняется ведением интенсивной сельскохозяйственной деятельности, использование тяжелых тракторов, комбайнов и другой сельскохозяйственной техники. Данная работа нацелена на применение фрактального метода анализа при срезе почв типа чернозём.*

***Ключевые слова:** фрактал; фрактальная размерность; грунт; срез.*

**APPLICATION OF THE METHOD OF FRACTAL ANALYSIS  
TO REAL SOILS BASED ON THE CHAPLYGINSKY  
AGRARIAN COLLEGE**

**I. A. Tishaninov<sup>1</sup>, A. S. Sviridov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Chaplyginsky Agrarian College

(Chaplygin, Russian Federation)

<sup>2</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM

(Moscow, Russian Federation)

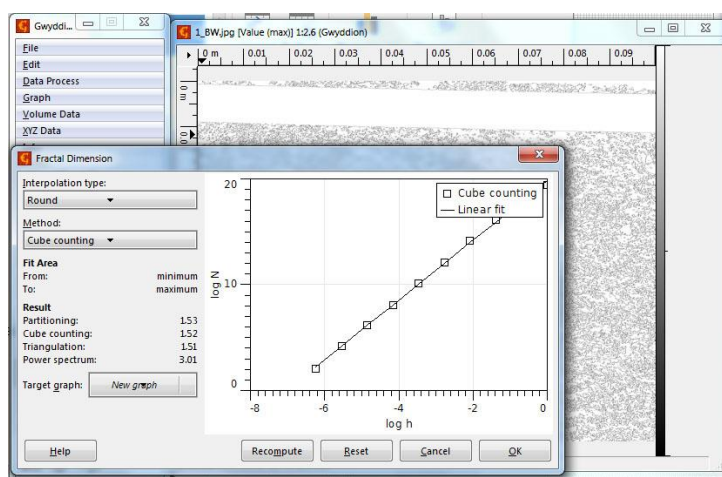
***Abstract.** Soil compaction contributes to the deterioration of water-air enrichment and conditions of mineral nutrition of plants, a decrease in crop yields, an increase in soil erosion and contamination of crops, an increase in the degree of contamination of crops by pathogenic bacteria and pests, as well as a decrease in the efficiency of applied fertilizers and an increase in the cost of material re-*

*sources for processing soil. The fact that the arable and subsurface horizons of the soil are experiencing overconsolidation is explained by intensive agricultural activities, the use of heavy tractors, combines and other agricultural equipment. This work is aimed at the application of the fractal method of analysis when cutting chernozem-type soils.*

**Keywords:** *fractal; fractal dimension; soil; cut.*

При решении поисковых задач (особенно при моделировании взаимодействия рабочих органов с грунтом) наиболее оптимальными методами являются физическое и физико-математическое моделирование. Методы физического моделирования позволяют получать обширные данные по качественным и количественным характеристикам процессов, обрабатывать схемы механизмов протекания процессов с целью составления математической модели и оценки ее адекватности [1, 2]. В данной работе разработана трехмерная карта распределения фрактальной размерности обработанного реального грунта, состав грунта чернозем.

Фрактальная размерность определяется с помощью программного обеспечения Gwyddion (рис. 1) – модульной программы анализа данных, первоначально разработанной для обработки данных, полученных в результате сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ).



**Рисунок 1 – Окно инструмента FractalDimension программы Gwyddion с шейдерным отображением снимка среза грунта**

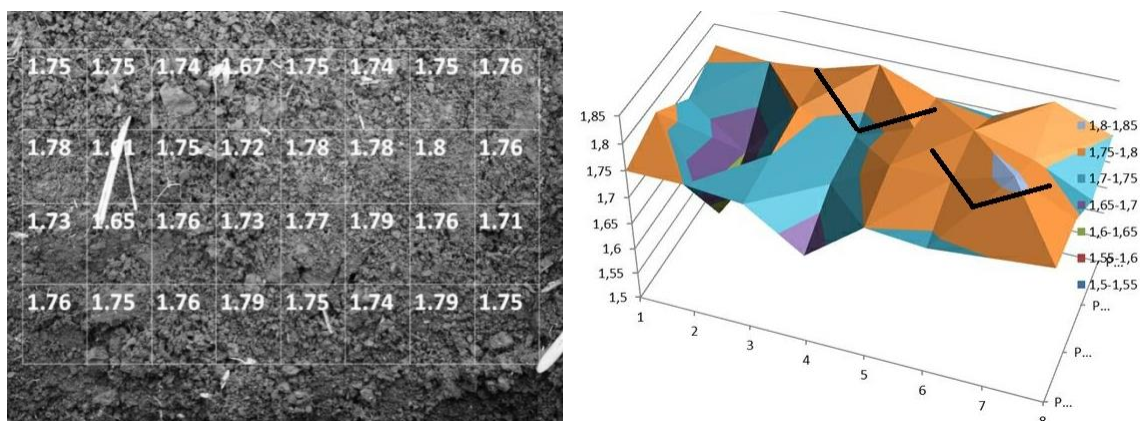
Исследования проводились на территории Липецкой области в Чаплыгинском районе, где преобладают черноземные поч-

вы. В качестве рыхлителя использовался трапециевидный рабочий орган [3, 4], установленный на культиватор КНС-6.3 [4] (рис. 2).



**Рисунок 2 – Устройство для получения среза грунта и культиватор КНС-6.3**

На рис. 3 изображено распределение фрактальной размерности грунта с построением трехмерной карты по всему срезу [5].



**Рисунок 3 – Распределение фрактальной размерности среза грунта, обработанного культиватором КНС-6.3 с построенной трехмерной картой**

Исследования показали, что относительная равномерность распределения фрактальной размерности по срезу обработанного реального грунта увеличивается в процессе его обработки культиватором КНС-6.3. Карта распределения фрактальных размерностей срезов грунта хорошо повторяет контуры используемого рабочего органа. Кроме того, растительные включения влияют на распределение фрактальной размерности, как видно из получен-

ной трёхмерной карты распределения фрактальной размерности по срезу. Область с включениями равна 1,61 и 1,65, тем самым снижая фрактальные характеристики на срезе, что требует более подробного изучения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мандельброт Б. Б. Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса. М. : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. 392 с. ISBN: 978-5-93972-772-3.
2. Бурченко П. Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения. М. : ВИМ, 2002. 211 с.
3. Свиридов А. С. Применение САПР-систем при проектировании рабочих органов сельскохозяйственных машин // В сб.: Сборник студенческих научных работ. 2015. С. 152-155.
4. Дорохов А. С., Свиридов А. С. Перспективы применения полимеров в деталях сельскохозяйственных машин // В сб.: Сборник статей по итогам II международной научно-практической конференции «Горячкинские чтения», посвященной 150-летию со дня рождения академика В. П. Горячкина. 2019. С. 273-277.
5. Тишанинов И. А. Моделирование резание грунта лемехом рабочего органа методами фрактального анализа // В сб.: Сборник студенческих научных работ. 2019. С. 59-61.

## REFERENCES

1. Mandel'brot B. B. Fractals and chaos. Many Mandelbrot and other wonders. Moscow, NITs «Reguliarnaia i khaoticheskaia dinamika», 2009, 392 p. ISBN: 978-5-93972-772-3.
2. Burchenko P. N. Mechanical and technological fundamentals of new generation tillage machines. Moscow, VIM, 2002, 211 p.
3. Sviridov A. S. The use of CAD systems in the design of working bodies of agricultural machines. *Sbornik studencheskikh nauchnykh rabot*, 2015, pp. 152-155.
4. Dorokhov A. S., Sviridov A. S. Prospects for the use of polymers in parts of agricultural machines. *Sbornik statei po itogam II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Goriachkinskie chteniia», posviashchennoi 150-letiiu so dnia rozhdeniia akademika V. P. Goriachkina*, 2019, pp. 273-277.
5. Tishaninov I. A. Simulation of soil cutting by a plowshare of a working body by methods of fractal analysis. *Sbornik studencheskikh nauchnykh rabot*, 2019, pp. 59-61.



***Об авторах:***

**Тишанинов Игорь Александрович**, преподаватель технических дисциплин ГОБПОУ «Чаплыгинский аграрный колледж» (399900, Российская Федерация, Липецкая область, г. Чаплыгин, ул. Московская, д. 3), tishaninov@yandex.ru.

**Свиридов Алексей Сергеевич**, младший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Российская Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5), sviridov.vim@ya.ru.

***About the authors:***

**Igor A. Tishaninov**, teacher of technical disciplines at the Chaplyginsky Agrarian College (399900, Russian Federation, Lipetsk region, Chaplygin, Moskovskaya str., 3), tishaninov@yandex.ru.

**Alexey S. Sviridov**, junior researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russian Federation, Moscow, 1st Institutional Project, 5), sviridov.vim@ya.ru.

УДК 631.58(09) (470)

## ОСНОВНЫЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В РОССИИ В XVIII ВЕКЕ

**Н. А. Пичужкин**

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

*Аннотация.* В статье проведен анализ состояния пахотных орудий в XVIII веке, показана их модернизация. Изучена зависимость системы земледелия и уровня развития сельскохозяйственной техники.

*Ключевые слова:* земледелие; косуля; рало; плуг; соха.

## BASIC TOOLS FOR TILLAGE IN RUSSIA IN THE XVIII CENTURY

**N. A. Pichuzhkin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* The article analyzes the state of arable implements in the 18th century, shows their modernization. Studied the dependence of the farming system and the level of development of agricultural machinery.

*Keywords:* agriculture; roe deer; wooden plough; plow; plow.

Земледелие является древнейшей сферой жизнедеятельности человека, уровень его развития тысячелетиями определял качество жизни людей, являлся главным показателем культуры общества. В XVIII веке господствующей системой земледелия оставалось паровое трехполье, его жизненный цикл был близок к завершению. Рост товарности аграрного производства и развитие сельскохозяйственной техники привели к модификации системы и появлению новых многопольных систем земледелия и модернизации пахотных орудий. Целью данной работы является анализ уровня развития орудий для обработки почвы XVIII века.

Итак, уровень развития земледелия во многом зависит от применения в сельском хозяйстве орудий обработки почв, кото-

рые на всем протяжении истории земледелия были разнообразны и зависели от природных условий, господствующих культур, плодородия земли, количества скота и других факторов.

Пахота – самый распространенный прием обработки почвы, известный каждому крестьянину, во все времена она заслуженно считалась основой земледелия. Первый русский агроном Иван Михайлович Комов (1750–1792) утверждал: «Пахота есть главное в земледельческом деле». Конструкция пахотного орудия определялась, главным образом, условиями работы и особенностями господствующей системы земледелия. Долгое время преобладающим пахотным орудием русского крестьянина была соха и ее разновидности. Свое название она получила от жерди с развилиной, называвшейся «сохой». Подробное описание устройства сохи дал русский государственный деятель, географ и естествоиспытатель Петр Иванович Рычков (1712–1777). Не все современные читатели поймут, что такое «розсоха», «подвой», «кляпы» и почему «на кобылку кладется железная палица» [1, с. 420]. Итак, соха состояла из колодки, в которую спереди врезались наглухо обжи (оглобли), сзади была рукоятка. Под колодкой помещался полоз, подошва или рассоха с двумя рогами, на которые насаживались сошники (лемехи). Под ними помещалась железная палица, играющую роль отвала. Соха имела множество модификаций, ее переделывали из-за различий почв и рельефов, систем земледелия и этнических традиций. Во второй половине XVIII века в хозяйствах русских крестьян соха оставалась деревянной, а сошники, как правило, были железными. В отличие от плуга соха не переворачивает земельный пласт, а подрезает, рыхлит и дробит почву. Часто необходима повторная вспашка, «двоение» или «троение». Пахота сохой требует высокой скорости работы, значительной физической силы крестьянина.

При всей своей примитивности соха была уникальным по простоте, дешевизне и универсальности пахотным орудием. Соха позволяла пахать на узких и тесных участках, на ровной местности и на крутых склонах, в сухую и дождливую погоду. Соха была незаменима на песчаных почвах, на лесных рощах. Вес сохи составлял не более одного пуда, что давало возможность крестьянину работать даже на любой, даже слабосильной лошади, особенно весной, когда от бескормицы животные были сла-

быми. Простота конструкции, дешевизна сохи делали ее доступной даже бедному крестьянину.

Но были у сохи и существенные минусы. По своему устройству она принадлежала к самым неустойчивым пахотным орудиям, иногда просто разваливалась на части. Чинить или налаживать ее приходилось чуть ли не на каждой борозде. И. М. Комов, отмечая недостатки сохи, писал: «...соха тем недостаточна, что излишне шатка и чрезмерно короткие рукоятки имеет, отчего владеть ею столь удручительно, что трудно сказать, лошади ли, которая ее тянет, или человеку, который правит, ходить с нею труднее» [2, с. 8].

Улучшить обработку почвы удалось при установке на соху полицы (палицы, отвала). Полица представляла собой прямоугольную, немного искривленную деревянную или железную лопатку с деревянной ручкой. Модернизированная соха позволяла обрабатывать почву с частичным оборотом пласта и рыхлением, а также запахивать навозное удобрение. Полицу можно поворачивать для отвала почвы на любую сторону. В конце борозды пахарь мог развернуть соху на 180<sup>0</sup> и поменять отвал полицы с правого положения на левое, что позволяло здесь же прокладывать следующую борозду.

Соха с полицей послужила основой для создания усовершенствованных орудий, например косули, сабана, по своим функциям стоящих близко к плугу. Например, получила распространение соха-односторонка: установленный на ребро ральник отрезал пласт в вертикальной плоскости, а ральник, установленный горизонтально, подрезал пласт снизу, как лемех. Можно признать такие орудия переходными от сохи к плугу.

Косуля – почвообрабатывающее орудие, включающее рабочие части плуга. От сохи косуля отличалась тем, что вместо двух сошников имела один большой лемех. Косуля имела отвал и резец, установленный перед лемехом. У простейших косуль отвалом являлась плоская доска. Более совершенные отвалы имели винтообразный изгиб, позволявший переворачивать пласт дерном вниз. С ростом пахотных земель косули получали все более широкое распространение, ведь залежные почвы требовали использования более сложных орудий. Академик Иван Иванович Лепёхин (1740-1802) писал: «Сохой пашут только старую пашню, а

дербу, или новую пашню, дерут косулями, которая от сохи тем разнится, что глубже идет в землю и дерет вершка на полтора глубиною» [3, с. 66-67]. Отметим, что глубина вспашки во многом определялась местными традициями. При этом обычно рекомендовалось пахать так, чтобы «соха не трогала материк», не глубже четырех вершков (около 18 см) [4, с. 52].

Недостатком косули являлась неустойчивость во время работы из-за отсутствия полоза или подошвы, как у плуга. Если эти части добавить косуле, то возрастало ее тяговое сопротивление, нагрузка на лошадь становилась критической. Тяжело приходилось и пахарю.

Во второй половине XVIII века заметны сдвиги в развитии пахотных орудий, освоение степных целинных земель требовало их модернизации. Происходил постепенный отказ от трехполья и введение многопольных севооборотов. В него включались пропашные культуры, например, картофель и сахарная свекла, что требовало большей глубины вспашки, переворота и дробления пласта. Перечисленные факторы требовали использования плуга. Его описание и изображение появляется в «Трудах» Вольного экономического общества за 1771 год. Неоспоримым достоинством плуга были высокое качество обработки почвы, возможность вспашки залежных земель, хорошая регулировка глубины поднятия пласта и его оборот. Недостатками орудия были его высокая масса, сложность и дороговизна. К концу XVIII века плуг стоил около 160 рублей, что было дорого даже для помещика [5, с. 144].

Отметим технологический недостаток плуга, например, малороссийского пахотного орудия, известного как сабан. При пахоте лемех сабана подрезал пласт почвы в горизонтальной плоскости, немного приподнимал, а деревянный отвал переворачивал пласт в соседнюю борозду дерниной вниз. Вспаханное поле представляло собой множество пластов с плотно уложенными *неразрывными* лентами, которые было трудно дробить и рыхлить существующими в то время боронами. Только применение плуга в сочетании с рыхлящими орудиями повышало качество обработки почвы. Применение плуга ускорило процесс полевых работ. Ширина захвата плуга достигала 20 см, что почти в два раза превышало ширину борозды других орудий. Это экономило ценное

при полевых работах время и повышало их производительность [6].

Интересно и еще одно орудие – рало. Оно сочетало плуг и борону, применялось при обработке степных черноземов для поверхностной обработки старопахотных земель. Ралом обрабатывали почвы, ранее поднятые плугом. На целинных землях или многолетних лугах рало не было эффективным орудием.

В целом, техническое обеспечение сельского хозяйства соответствовало своему веку. Импортировали более совершенную технику только немногие русские помещики. Известно, что калужский дворянин Дмитрий Маркович Полторацкий (1761-1818) закупил шотландские молотильные машины уже через год после их изобретения, в 1793 году [7, с. 102]. Плуги из Европы появились у Полторацкого еще раньше. Большинство помещиков-крепостников в закупке новой техники были не заинтересованы. В то же время в XVIII веке оснащение земледелия новой техникой имело тенденции к количественному и качественному росту.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рычков П. И. Письма о земледельстве в Казанской и Оренбургской губернии. М., 1758. 433 с.
2. Комов И. М. О земледельных орудиях. СПб. : Типография Б. Л. Гэка, 1785. 51 с.
3. Лепехин И. И. Дневные записки... Часть 1. СПб. : Типография при Императорской Академии наук, 1771. 267 с.
4. Минаев Е. П., Васильев В. П., Пичужкин Н. А. Агрэкономические отношения в России (IX-XX вв.). М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. 124 с.
5. Васильев В. П., Пичужкин Н. А. Модификация трехпольной системы земледелия в XVIII веке. М. : ООО «УМЦ «Триада», 2014. 171 с.
6. Зангиев А. А., Дидманидзе О. Н., Зайцев М. И. Вспашка. М. : , 1985. 80 с.
7. Пичужкин Н. А. Опыт русских помещиков в совершенствовании систем земледелия // Международный научный журнал. 2015. № 1.

## REFERENCES

1. Rychkov P. I. Letters about agriculture in the Kazan and Orenburg provinces. Moscow, 1758, 433 p.

2. Komov I. M. About agricultural tools. Saint Petersburg, Tipografiia B. L. Geka, 1785, 51 p.
3. Lepekhin I. I. Daily notes... Part 1. Saint Petersburg, Tipografiia pri Imperatorskoi Akademii nauk, 1771, 267 p.
4. Minaev E. P., Vasil'ev V. P., Pichuzhkin N. A. Agro-economic relations in Russia (IX-XX centuries). Moscow, FGOU VPO MGAU, 2007, 124 p.
5. Vasil'ev V. P., Pichuzhkin N. A. Modification of the three-field farming system in the 18th century. Moscow, ООО «UMTs «Triada», 2014, 171 p.
6. Zangiev A. A., Didmanidze O. N., Zaitsev M. I. Plowing. Moscow, 1985, 80 p.
7. Pichuzhkin N. A. The experience of Russian landowners in improving farming systems. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2015, no. 1.

***Об авторе:***

**Пичужкин Николай Александрович**, доцент кафедры истории ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат исторических наук, доцент, [history@rgau-msha.ru](mailto:history@rgau-msha.ru).

***About the author:***

**Nikolai A. Pichuzhkin**, associate professor of the Department of History, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Historical), associate professor, [history@rgau-msha.ru](mailto:history@rgau-msha.ru).

## СВЕТОДИОДНАЯ ЛОВУШКА ДЛЯ БОРЬБЫ С САРАНЧОВЫМИ

**А. А. Лысаков**

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
(г. Ставрополь, Российская Федерация)*

***Аннотация.** В статье рассматриваются результаты экспериментальных исследований по использованию светодиодов в ловушке для уничтожения саранчи. Установлено, что для ловушек, имеющих синие светодиоды, наблюдается максимальное количество отловленных особей саранчи. Ловушки, имеющие красные светоизлучающие диоды показали самый худший результат по отлову саранчи.*

***Ключевые слова:** светодиод; ловушка; саранча; вредители.*

## LED LOCUST CONTROL TRAP

**A. A. Lysakov**

*Stavropol State Agrarian University  
(Stavropol, Russian Federation)*

***Abstract.** The article discusses the results of experimental studies on the use of LEDs in a trap for locust control. It was found that for traps with blue LEDs the maximum number of captured locust specimens is observed. Traps with red light emitting diodes showed the worst results in catching locusts.*

***Keywords:** LED; trap; locust; pests.*

Саранчовые (отряд Orthoptera, подотряд Caelifera, надсемейство Acridoidea) являются серьезнейшими вредителями сельского хозяйства как в Старом, так и в Новом Свете. Особую опасность представляют виды, дающие стадную мигрирующую форму с высокой плотностью популяции. Эти виды получили собирательное название саранчи или стадных саранчовых. У большинства из них периодически регистрируются вспышки массового размножения, которые причиняют колоссальный экономический ущерб.

В жизненном цикле саранчи ряд авторов выделяют три характерных периода. Первый период – период массовой откладки яиц в местах, называемых гнездилищами. Второй период – пери-



од, в котором личинки саранчи до окрыления живут тесными скоплениями, которые называются кулигами. Третий период – стайный период, когда особи саранчи окрыляются и мигрируют на дальнейшее расстояние.

На первых двух периодах существуют развитые, в основном химические, методы уничтожения саранчи. Но использование химических или биологических пестицидов имеет высокую стоимость, а также требует задержки на несколько дней между опрыскиванием и уничтожением саранчи.

На стайном периоде реализованных методов уничтожения саранчи не существует. В связи с развитием источников электромагнитного излучения появились предложения уничтожать насекомых, в том числе саранчу, с помощью СВЧ-излучения, микроволнового излучения и лазерного излучения [1, с. 12].

Имеется ряд работ, в которых основным способом уничтожения вредителей-насекомых предполагается использование лазерного излучения различного спектра в емкости ограниченного объема, куда саранча привлекается различными приманками. В данном случае основным элементом борьбы с насекомыми-вредителями является мобильный источник лазерного излучения (Nd-YaG-лазер, химический лазер, CO<sub>2</sub>-лазер) мощностью до 10 кВт, работающий в непрерывном или импульсно-периодическом режимах. При этом лазер оснащается специальным компьютерным сканером, который методом распознавания образов различает отдельную особь в стае и отслеживает ее перемещение, причем излучение лазера фокусируется на выбранном участке тела насекомого в пятне диаметром 2 мм. После чего излучение нацеливается на соседнюю особь. Таким образом, возможно уничтожение пролетной стаи саранчи по частям. Стая, не способная к коллективному поведению, лишена возможности дальнейшего продвижения и может быть уничтожена другими средствами [2].

Последний метод признает, что для полного уничтожения насекомых потребуется слишком много энергии, и поэтому он нацелен на определенную структуру органов, такую как крылья или органы чувств, чтобы сделать насекомых неспособными летать. Также стоимость лазеров довольно высока. Целью авторов статьи являлось исследование новых физических средств в борь-

бе с саранчой, применение светодиодного устройства для оценки влияния светодиодного света на саранчу, когда цвет света, излучаемого светодиодом, смешан в специальном порядке: синий, зеленый, желтый, красный [3].

Экспериментальные исследования по привлечению и отлову саранчи при помощи светодиодного устройства проводились в 2016-2018 г., обычно в мае, в момент нашествия саранчи на восточную часть Ставропольская края Российской Федерации.

Основным прибором для привлечения саранчи являлись светоизлучающие диоды синего, красного, зеленого, желтого цвета. В качестве излучающих светодиодов применялись сверхяркие светоизлучающие диоды на базе кристаллов InGaN, InGaAlP, GaAlAs, GaInN и др. Светоизлучающие диоды устанавливались на специальные сборные панели в различных комбинациях. Например, на рисунке показаны синие и красные светодиоды, установленные в устройстве для отлова и уничтожения саранчи.



**Рисунок – Сборная панель со светоизлучающими диодами синего и красного цвета**

Главными параметрами, влияющими на эффективность отлова и уничтожения саранчи, являются расстояние от устройства до стаи саранчи, длина волны светоизлучающего диода. В экспериментальных исследованиях использовались синие светодиоды, имеющие диапазон длины волны 440...470 нм, зеленые светодиоды с длиной волны 510...530 нм, желтые светодиоды с длиной волны 560...590 нм, красные светодиоды с длиной волны 620...640 нм.

Эффективное расстояние, на котором яркость светодиодов привлекала саранчу, в дневное время суток составляла 10 метров и менее, в ночное время 50 метров и менее. Для учета попавших в ловушку особей саранчи использовалось специально разработанное счетное устройство. Уничтожение попавших в ловушку особей саранчи осуществлялось при помощи металлической сетки, на которую подавалось напряжение 5000 В. Электроснабжение установки по отлову и уничтожению саранчи осуществлялось от автомобильных аккумуляторных батарей, или от мобильного бензинового генератора мощностью 1 кВт.

Во время проведения экспериментальных исследований эффективность ловушек определялась количеством отловленных особей. По пути следования саранчи, в различных местах устанавливались ловушки, содержащие светоизлучающие диоды только одного цвета. После пролета саранчи производился учет отловленных особей саранчи и сравнение эффективности ловушек. Отловленная саранча в дальнейшем использовалась как кормовая добавка для рыбы в прудах.

В результате проведенного эксперимента установлено, что наибольшее количество отловленных особей саранчи получено при помощи ловушек, в которых установлены светоизлучающие диоды синего цвета, с длиной волны 440...470 нм. Также удовлетворительные данные по количеству отловленных особей саранчи получены для ловушек, содержащих зеленые светодиоды с длиной волны 510...530 нм и желтые светодиоды с длиной волны 560...590 нм, однако, количество отловленных насекомых в них меньше, чем в ловушках с синими светодиодами. Для ловушек, имеющих синие светодиоды, определена тенденция, в которой с уменьшением длины волны наблюдается увеличение количества отловленных особей саранчи. Действительно, для длины волны 460...470 нм количество отловленных особей саранчи составляет 2163 штуки, а для длины волны 440...450 количество отловленных особей саранчи достигает 3320 штуки, и это на 53 % больше. Ловушки, имеющие красные светоизлучающие диоды с длиной волны 620-640 нм показали самый худший результат по отлову саранчи, поэтому, использование подобных ловушек не имеет полезного назначения.

Очевидно, необходимо дополнительно исследовать светоизлучающие диоды, имеющие длину волны меньше 440 нм. Длина волны менее 440 нм принадлежит спектру фиолетового цвета.

Выводы по результатам экспериментальных исследований следующие: для привлечения саранчи возможно использование в ловушках светоизлучающих диодов зеленого, желтого и синего цвета; наибольшей эффективностью обладают ловушки, имеющие светодиоды синего цвета с длиной волны 440...470 нм; максимальное количество отловленных особей саранчи в 3320 штук наблюдается при минимальной длине волны 440...450 нм; перспективными являются исследования ловушек со световыми диодами, имеющими длину волны менее 440 нм, такая длина волны принадлежит фиолетовому цвету согласно спектру видимого излучения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перспективные способы борьбы с саранчой / Г. В. Никитенко, А. А. Лысаков, Е. В. Коноплев, В. Н. Авдеева, А. Г. Молчанов // Сельский механизатор. 2019. № 11. С. 12-13.
2. Пат. 2180777 Российская Федерация, А01М 1/22 (2000.01), А01М 15/00 (2000.01). Способ уничтожения пролетных стай саранчи / В. А. Гурашвили, Р. Д. Жантиев; заявитель и патентообладатель В. А. Васютин. № 2001117618/13, заявл. 28.06.2001; опубл. 27.03.2002, Бюл. № 9.
3. Effect of ultra-bright led light for locust plague control / A. Lysakov, V. Grinchenko, A. Molchanov, I. Devederkin // В сб.: Engineering for Rural Development. 2019. С. 630-634.

## REFERENCES

1. Nikitenko G. V., Lysakov A. A., Konoplev E. V., Avdeeva V. N., Molchanov A. G. Promising ways to control locusts. *Rural mechanic*, 2019, no. 11, pp. 12-13.
2. Patent 2180777 Russian Federation, A01M 1/22 (2000.01), A01M 15/00 (2000.01). Method for the destruction of migratory flocks of saranch / V. A. Gurashvili, R. D. Zhantiev; applicant and patentee V. A. Vasyutin. No. 2001117618/13, app. 06/28/2001; publ. 27.03.2002, Bul. No. 9.
3. Lysakov A., Grinchenko V., Molchanov A., Devederkin I. Effect of ultra-bright led light for locust plague control. *Engineering for Rural Development*, 2019, pp. 630-634.

***Об авторе:***

**Лысаков Александр Александрович**, доцент кафедры применения электроэнергии в сельском хозяйстве ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» (355035, Российская Федерация, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), кандидат технических наук, доцент, s\_lysakov@mail.ru.

***About the author:***

**Alexander A. Lysakov**, Associate Professor, Department of Electricity Applications in Agriculture, Stavropol State Agrarian University (355035, Russian Federation, Stavropol, Zootechnical Lane, 12), Cand.Sc (Engineering), Associate Professor, s\_lysakov@mail.ru.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВОМ ЗАЖИГАНИЕМ

**А. В. Капустин<sup>1</sup>, С. В. Смирнов<sup>1</sup>, В. Л. Чумаков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет  
имени Ярослава Мудрого»

(г. Великий Новгород, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

(г. Москва, Российская Федерация)

**Аннотация.** Рассматриваются основные принципы построения двухзонной модели термодинамических параметров рабочего цикла двигателя с искровым зажиганием. Параметры сжатия рассчитываются по среднему показателю политропы сжатия с учетом его изменения от угла опережения тепловыделения. Процесс сгорания разделяется на две условные стадии, по каждой из которых сгорание рассматривается как равновесный термодинамический процесс при своих специфических параметрах рабочего тела. В расчете применяются среднестатистические эмпирические законы тепловыделения, отражающие характер разделения заряда на зоны.

**Ключевые слова:** математическое моделирование; термодинамический цикл с искровым зажиганием; разделение заряда на зоны; термодинамические параметры цикла; давление; температура; тепловыделение; КПД.

## MATHEMATICAL MODEL OF SPARK IGNITION ENGINE WORKING CYCLE

**A. V. Kapustin<sup>a</sup>, S. V. Smirnov<sup>a</sup>, V. L. Chumakov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Yaroslav-the-Wise Novgorod State University  
(Veliky Novgorod, Russian Federation)

<sup>b</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)

**Abstract.** The basic principles of two-zone model of thermodynamic parameters of the operating cycle for spark ignition engine are considered. Compression parameters are calculated from the average compression polytropic index, taking into account its change from the heat release advance angle. The combustion process is divided into two conditional stages, for each of which combustion is considered as an equilibrium thermodynamic process with its specific param-

*eters of the working mixture. The calculation uses the average empirical laws of heat release, reflecting division of charge in to zones. Confirmations of the adequacy of the model are given.*

**Keywords:** *mathematical modeling; thermodynamic cycle with spark ignition; division of charge into zones; thermodynamic parameters of the cycle; pressure; temperature; heat release; efficiency.*

Разработка новых двигателей внутреннего сгорания, равно как и модернизация существующих, требует решения сложных, и часто противоречивых проблем, связанных с вопросами защиты окружающей среды, сохранения традиционных ископаемых источников энергии, или применения новых эффективных альтернативных источников энергии. Многолетняя эксплуатация традиционных поршневых двигателей внутреннего сгорания показывает, что, несмотря на их невысокие эффективные показатели и выбросы вредных веществ с отработавшими газами, они остаются доминирующими силовыми агрегатами в различных отраслях нашей экономики, требующими постоянного совершенствования.

Развитие информационно-вычислительных технологий усиливает роль математического моделирования рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в целях оперативного поиска новых решений в организации рабочих процессов, названных двигателями, апробации новых альтернативных видов топлива, улучшения их эффективных и экологических показателей.

При разработке математических моделей рабочих циклов ДВС целесообразно выбирать оптимальное решение в сложности создаваемых математических моделей, обеспечивающих адекватное прогнозирование физических процессов в двигателе при одновременно минимально возможной сложности расчетных моделей. В настоящее время многие исследователи предлагают модели рабочего цикла, достаточно точно отражающие физические процессы в ДВС и обеспечивающие необходимую точность расчетов показателей ДВС [1, 2]. Однако, громоздкие математические модели термодинамических циклов двигателей, с глубокой детализацией рабочих процессов, с большим количеством арифметических операторов создают определенные трудности при первичном поиске и прогнозировании показателей, как при мо-

дернизации рабочего цикла, так и при оценке использования новых видов топлива.

Вместе с тем, многие задачи расчетного анализа рабочих циклов ДВС можно решать с приемлемой для практики точностью по значительно более простым математическим моделям. Цель данной работы состояла в разработке достаточно простой математической модели термодинамического цикла двигателя с искровым зажиганием и двухстадийным сгоранием, обеспечивающим адекватное предсказание основных показателей цикла. Практика показывает, что идея двухстадийного сгорания, представленная в ранних работах [3], не потеряла своей актуальности при разработке конструктивных схем с расслоением заряда в камере сгорания как для двигателей искрового зажигания, так и для дизелей [4].

За основу настоящей модели была принята разработанная ранее математическая модель двигателя с искровым зажиганием. Исходные данные в модели, расчет параметров в конце впуска, числа молей свежего заряда и остаточных газов выполняются по аналогии с расчетами в [3, 5]. Расчет термодинамических параметров цикла в момент начала видимого сгорания (начала тепловыделения – точка отрыва линии сгорания от линии сжатия) выполняется по среднему показателю политропы сжатия с учетом изменения этого показателя от угла опережения тепловыделения [6].

Расчет процесса сгорания разделяется на две условные стадии, по каждой из которых выполняются следующие допущения: процесс сгорания – равновесный термодинамический процесс, то есть, в каждый момент цикла давление и температура одинаковы во всех точках надпоршневого объема цилиндра; рабочее тело состоит из продуктов сгорания и воздуха; количество молей продуктов сгорания состоит из количества молей остаточных газов от предыдущего цикла и вновь образуемого количества, определяемого пропорционально доле сгоревшего топлива в данный момент цикла.

Расчеты выполняются применительно к 1 кг топлива.

В основу расчета процесса сгорания положены два известных дифференциальных уравнения 1-го закона термодинамики:

$$dQ = M \cdot \mu_{c_p} \cdot dT - V \cdot dp;$$



$$dQ = M \cdot \mu_{c_v} \cdot dT + p \cdot dV,$$

где  $Q$  – теплота,  $M$  – количество молей газовой смеси,  $\mu_{c_p}$  и  $\mu_{c_v}$  – истинные молярные теплоемкости смеси газов соответственно при постоянном давлении и постоянном объеме,  $T$  – термодинамическая температура,  $V$  – объем,  $p$  – термодинамическое давление рабочего тела.

После преобразований этих уравнений применительно к пошаговому расчету текущих температуры и давления цикла двигателя получаются следующие расчетные выражения:

$$T_i = \frac{T_{i-1} + [Q_i - P_{i-1} \cdot (V_i - V_{i-1})]}{\mu_{c_{vi}} \cdot M_i} \quad (1)$$

$$P_i = \frac{P_{i-1} + [\mu_{c_{pi}} \cdot M_i \cdot (T_i - T_{i-1}) - Q_i]}{V_i}, \quad (2)$$

где  $T_i, P_i$  – температура и давление в расчетном шаге;  $T_{i-1}, P_{i-1}$  – температура и давление в предыдущем шаге, которые в первом расчетном шаге принимаются равными температуре и давлению конца сжатия;  $Q_i$  – количество теплоты, подводимой в шаге;  $V_i, V_{i-1}$  – надпоршневые объемы в расчетном и предыдущем шагах;  $\mu_{c_{pi}}, \mu_{c_{vi}}$  – истинные молярные теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме смеси газов в расчетном шаге;  $M_i$  – количество молей смеси газов в расчетном шаге.

Теплоемкость свежего заряда определяется по эмпирической формуле для расчета истинной теплоемкости воздуха.

Для упрощенного расчета истинной молярной теплоемкости продуктов сгорания использованы эмпирические формулы для расчета средней теплоемкости продуктов сгорания в зависимости от коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  [3]. Для перехода от средней теплоемкости к истинной теплоемкости коэффициент при температуре в этих формулах умножается на 2.

При  $\alpha \geq 1$

$$\mu_{c_v} = 20,2 + \frac{0,92}{\alpha} + 2 \left( 15,5 + \frac{13,8}{\alpha} \right) \cdot 10^{-4} \text{ Т}; \quad (3)$$

при  $\alpha < 1$

$$\mu_{c_v} = (18,4 + 2,6 \cdot \alpha) + 2 \cdot (15,5 + 13,8 \cdot \alpha) \cdot 10^{-4} \text{ Т}. \quad (4)$$

Надпоршневой объем в шаге определяется как:

$$V_i = V_c + \frac{V_h}{2} \cdot \left[ 1 - \cos \varphi_i + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos 2\varphi_i) \right], \quad (5)$$

где  $V_c$ ,  $V_h$  – объем камеры сгорания и рабочий объем в расчете на 1 кг топлива;  $\varphi_i$  – угол в градусах поворота коленчатого вала (°ПКВ) в расчетном шаге;  $\lambda$  – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

Теплота в шаге равна:

$$Q_i = \xi_{\text{ап1}} \cdot (H_u - \Delta H_u) \cdot g_1, \quad (6)$$

где  $H_u$  – низшая теплота сгорания 1 кг топлива;  $\Delta H_u$  – потери теплоты из-за химического недогорания топлива при  $\alpha < 1$ ;  $g_1$  – количество топлива сгорающего в камере сгорания на первой стадии процесса сгорания и задается в исходных данных;  $\xi_{\text{ап1}}$  – текущий коэффициент активного тепловыделения в первой стадии сгорания, определяемый [3]:

$$\xi_{\text{ап1}} = 1 - \left[ 1 - \left( \frac{(\theta_c + \varphi)}{\varphi_{2T}} \right)^\beta \right]^m \cdot \xi_{\text{аТ1}}, \quad (7)$$

где  $\theta_c$  – угол опережения подвода теплоты;  $\varphi_{2T}$  – продолжительность тепловыделения при одностадийном сгорании;  $\beta$ ,  $m$  – показатели интенсивности тепловыделения;  $\xi_{\text{аТ1}}$  – коэффициент активного тепловыделения в конце сгорания при одностадийном процессе.

С началом второй стадии сгорания характер тепловыделения изменяется. С этого момента текущий коэффициент активного тепловыделения рассчитывается пропорционально углу поворота коленчатого вала:

$$\xi_{\text{ап2}} = \left[ \frac{\varphi - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} \right] \cdot \xi_{\text{аТ2}}, \quad (8)$$

где  $\theta_2$  – угол в °ПКВ от ВМТ до окончания второй стадии сгорания;  $\theta_1$  – угол в °ПКВ от ВМТ до окончания первой стадии сгорания;  $\xi_{\text{аТ2}}$  – коэффициент активного тепловыделения в конце двухстадийного сгорания.

Текущая доля сгоревшего топлива в первой стадии определяется отношением  $x_1 = \xi_{\text{ап1}} / \xi_{\text{аТ1}}$ .

Текущее число молей продуктов сгорания вычисляется пропорционально доле сгоревшего топлива  $M_{2i} = x_1 \cdot g_1 \cdot M_2$ , где  $M_2$  – число молей продуктов сгорания в расчете на 1 кг топлива.

Текущее число молей свежего заряда для свечной полости определяется пропорционально доле несгоревшего топлива:

$$M_{1i} = (1 - x_1) \cdot q_1 \cdot M_1, \quad (9)$$

где  $M_1$  – число молей свежего заряда в расчете на 1 кг топлива.

Общее текущее число молей в свечной полости равно:

$$M_i = M_{2i} + M_{1i} + M_r \cdot q_1, \quad (10)$$

где  $M_r$  – число молей остаточных газов в расчете на 1 кг топлива.

В течении первой стадии сгорания в первой зоне продолжается процесс сжатия и последующего расширения без сгорания. Текущие давление и температура рассчитываются по закономерностям политропного процесса с показателем политропы  $n_1$ .

С момента распространения сгорания по обеим зонам, предполагается мгновенное выравнивание давления и температуры по всему надпоршневому объему. При этом давление определяется по закону Дальтона, а температура рассчитывается делением суммарной энтальпии газовой смеси объединенного объема на суммарное число молей и мольную изобарную теплоемкость этой смеси.

Количество теплоты в шаге при расчете второй стадии сгорания определяется:

$$Q_i = \xi_{a\phi 2} \cdot (H_u - \Delta H_u) \cdot (1 - x_1). \quad (11)$$

Текущее количество сгоревшего топлива во второй стадии равно:

$$x_2 = \varphi_{a\phi 2} \cdot \frac{1 - x_1}{\xi_{aT 2}}, \quad (12)$$

общее количество сгоревшего топлива в цикле к данному моменту равно  $x_2 + x_1$ , а количество несгоревшего топлива  $(1 - x_1 - x_2)$ .

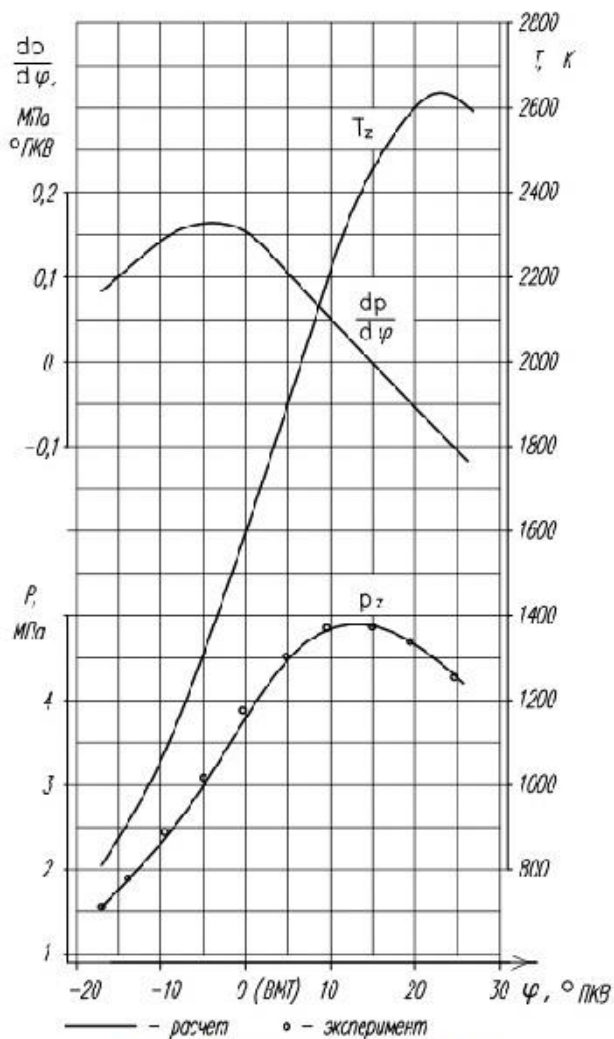


Рис. 1. Сравнение расчетных и экспериментальных давлений на участке сгорания действительного цикла двигателя

сжатия.

Работа процесса сжатия до начала сгорания и работа процесса расширения определяются также как в [3, 5].

На основе изложенной методики разработаны алгоритм, программа расчета, и выполнены проверочные расчеты. Для проверки модели были выбраны результаты индицирования двигателя ВАЗ-2110, предполагающие результаты одностадийного сгорания. Сравнение расчетных давлений цикла на участке тепловыделения и действительных давлений, полученных ранее при индицировании двигателя, показано на рис. 1.

Видно, что расчетные давления с приемлемой точностью прослеживают действительные давления. Был выполнен ряд других сравнительных расчетов циклов с теми же расчетами, выпол-

Пропорционально этому количеству несгоревшего топлива определяется число молей свежего заряда по аналогии с расчетами в первой стадии. Соответственно количество продуктов сгорания определяется пропорционально доле сгоревшего топлива, а число молей остаточных газов равно  $M_r$ . Для этого состава определяются мольные теплоемкости по правилам расчета теплоемкостей газовых смесей.

Работа сжатия и расширения за период сгорания определяется методом численного интегрирования по методике [5]. При этом в период первой стадии сгорания расчет работы для первой выделенной зоны выполняется по формуле вычисления работы в политропном процессе

ненными ранее по надежно проверенной модели цикла [5]. Полученные результаты так же показали приемлемую точность расчетов.

**Выводы:**

1. Уточнение термодинамических параметров рабочего цикла моделирующего двухзонное разделение заряда в цилиндре повысило точность определения конечных параметров цикла исходной базовой модели.

2. Разработанная модель показала достаточно хорошую сходимость с результатами экспериментов в сходных условиях.

3. Модель предполагается использовать для оценки условий возникновения самовоспламенения в несгоревшей части заряда второй зоны, моделировать детонацию, определять термодинамические параметры в различных точках цикла, жесткость работы, среднее индикаторное давление, КПД и иные показатели цикла для двухтопливных систем, включая применение альтернативных топлив, моделировать образование и количественно оценивать выбросы несгоревших углеводородов.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Максимов А. Л., Черняк Б. Я. Расчетная модель действительного цикла двигателя внутреннего сгорания // Сб. научн. тр. МАДИ. 1976. С. 74-81.

2. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation. 2020. С. 52089.

3. Капустин А. В. Расчет цикла ДВС при многозонной модели с учетом теплотерь в стенки // Сб. научн. тр. МАДИ. 1983. С. 75-83.

4. Чумаков В. Л., Бижаев А. В., Путан А. А. Снижение выбросов оксидов азота с отработавшими газами газодизеля // Чтения академика В. Н. Болтинского (115 лет со дня рождения). Сборник статей семинара. Под редакцией М. Н. Ерохина. 2019. С. 118-122.

5. Капустин А. В. Математическая модель цикла двигателя с двухстадийным сгоранием // Ученые записки ИСХ и ПР НовГУ. 2004. С. 87-90.

6. Капустин А. В., Чумаков В. Л., Бижаев А. В. Особенности расчета процесса сжатия в математических моделях термодинамических цик-

лов бензиновых двигателей // Сб. Чтения академика В. Н. Болтинского. 2020. С. 220-226.

## REFERENCES

1. Maksimov A. L., Chernyak B. Ya. The calculation model of the actual cycle of the internal combustion engine. *Sbornik nauchnyh trudov MADI*, 1976, pp. 74-81.

2. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*, 2020, pp. 52089.

3. Kapustin A. V. Calculation of the internal combustion engine cycle with a multi-zone model taking into account heat loss in the walls. *Sbornik nauchnyh trudov MADI*, 1983, pp. 75-83.

4. Chumakov V. L., Bagaev A. V., Putan A. A. Reducing emissions of nitrogen oxides from exhaust-tashimi gases of the diesel engine. *Chteniia akademika V. N. Boltinskogo (115 let so dnia rozhdeniia)*, 2019, pp. 118-122.

5. Kapustin A. V. Mathematical model cycle engine with two-stage combustion. *Uchenye zapiski ISKh i PR NovGU*, 2004, pp. 87-90.

6. Kapustin A. V., Chumakov V. L., Bizhaev A. V. Features of the calculation of the compression process in mathematical models of thermodynamic cycles petrol engines. *Chteniia akademika V. N. Boltinskogo*, 2020, pp. 220-226.

### ***Об авторах:***

**Капустин Александр Васильевич**, доцент кафедры энергетики и транспорта ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого» (173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41), кандидат технических наук, [aleksandr.kapustin@novsu.ru](mailto:aleksandr.kapustin@novsu.ru).

**Смирнов Семен Владиславович**, студент ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого» (173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д.41)

**Чумаков Валерий Леонидович**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук.

### ***About the authors:***

**Aleksandr V. Kapustin**, Associate professor of the Department of Energy and Transport, Yaroslav the Wise Novgorod State University (173003, Ve-

liky Novgorod, Bolshaya Saint-Petersburgskaya St., 41), Cand.Sc. (Engineering), [aleksandr.kapustin@novsu.ru](mailto:aleksandr.kapustin@novsu.ru).

**Semen V. Smirnov**, student, Yaroslav the Wise Novgorod State University (173003, Veliky Novgorod, Bolshaya Saint-Petersburgskaya St., 41)

**Valeriy L. Chumakov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49.), Candidate of Technical Sciences.

## АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ГАЗОДИЗЕЛЯ

**А. В. Капустин<sup>1</sup>, С. В. Смирнов<sup>1</sup>, В. Л. Чумаков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет  
имени Ярослава Мудрого»

(г. Великий Новгород, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

(г. Москва, Российская Федерация)

***Аннотация.** Выполнена предварительная расчетная оценка показателей рабочего цикла газодизеля, работающего на метане. Исходя из заданной среднестатистической кривой тепловыделения, проанализировано влияние коэффициента избытка воздуха газозооушного заряда на основные термодинамические параметры рабочего цикла, показаны потенциальные изменения динамики сгорания, диапазоны давлений и температур цикла.*

***Ключевые слова:** моделирование; рабочий цикл; газодизель; метан; термодинамические параметры цикла; давление; температура.*

## ANALYSIS OF THERMODYNAMIC CYCLE OF GAS-DIESEL ENGINE

**A. V. Kapustin<sup>a</sup>, S. V. Smirnov<sup>a</sup>, V. L. Chumakov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Yaroslav-the-Wise Novgorod State University

(Veliky Novgorod, Russian Federation)

<sup>b</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

(Moscow, Russian Federation)

***Abstract.** A preliminary design assessment of the methane-fueled gas-diesel working cycle parameters has been carried out. Based on the given average statistical heat release curve, the influence of the excess air/fuel ratio of the gas-air charge on main thermodynamic parameters of the working cycle is analyzed. Potential changes in combustion dynamics, ranges of cycle pressures and temperatures are shown.*

***Keywords:** modeling; operating cycle; gas-diesel engine; methane; cycle thermodynamic parameters; pressure; temperature.*



Сложность организации и управления рабочими процессами двигателей, работающих по газодизельному циклу, определяет актуальность проведения математического моделирования термодинамического цикла газодизеля в целях предварительной оценки ожидаемых параметров модернизируемого двигателя [1, 2].

В настоящей статье сделана попытка анализа показателей газодизеля, создаваемого на базе двигателя размерности 105x120, отношением радиуса кривошипа к длине шатуна  $\lambda = 0,279$ , степени сжатия  $\varepsilon = 16,5$ , работающего на метане  $\text{CH}_4$ . При работе двигателя с представленными характеристиками следует ожидать, что максимальные температуры при сгорании могут превышать максимальные температуры сгорания дизельных циклов на 500 К и более. Поэтому при переоборудовании дизелей на работу по газодизельному процессу возникает опасность перегрева цилиндропоршневой группы с возможным прогоранием днища поршня. Такие опасения уже были экспериментально подтверждены при исследованиях газодизеля воздушного охлаждения при работе на сжиженных пропан-бутановых смесях [3].

Кроме того, турбулентное горение однородной топливно-воздушной смеси при более высоких давлениях даже при общей длительности сгорания равной длительности сгорания двигателя, с быстрым выделением теплоты в зоне в.м.т. может привести к более высоким пиковым давлениям цикла и более жесткой работе. Другим фактором необходимости контроля тепловой нагрузки рабочего цикла является известная проблема образования оксидов азота на полных нагрузках газодизеля [4]. Поэтому представляется актуальным расчетный анализ количественной оценки изменения параметров газодизельного цикла по математической модели термодинамического цикла, приближенного к действительному циклу.

В исследовании использована модель рабочего цикла двигателя с двухстадийным процессом сгорания, рассматривающая горение гомогенной смеси в условиях мало изменяющегося надпоршневого объема [5]. Для расчетной оценки сделано допущение о ничтожно минимальном размере запальной дозы дизельного топлива, и горении заряда, полностью состоящего из 100 % метана. Обычно в реальности мы имеем сложный компонентный

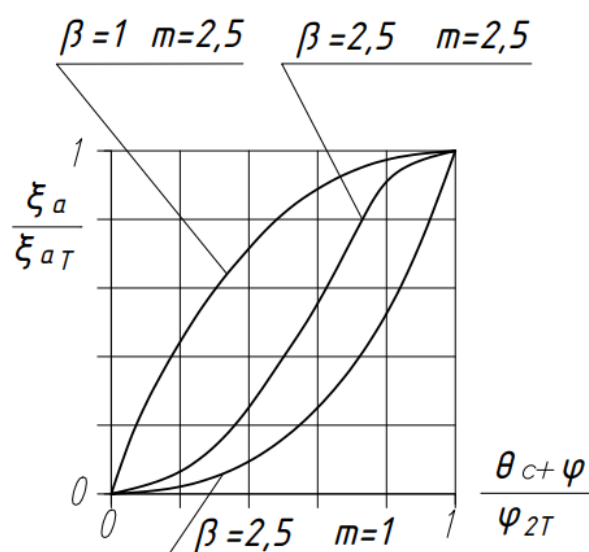
состав природного газа или биогаза на его основе [6]. Очевидно, что это внесет определенную погрешность в расчеты цикла, но для первичной оценки это будет приемлемо. В связи с допущением о гомогенном газоздушном заряде на основе метана, расчет термодинамического цикла выполнен по схеме одностадийного процесса сгорания, при длительности второй стадии, равной 0.

Количество выделяющейся теплоты в текущий момент времени определялось пропорционально коэффициенту активного тепловыделения, который рассчитывается по формуле [7]:

$$\xi_{\text{аф}} = 1 - \left[ 1 - \left( \frac{\theta_c + \varphi}{\varphi_{2T}} \right)^\beta \right]^m \cdot \xi_{\text{аГ}}$$

где  $\xi_{\text{аф}}$  – текущий коэффициент активного тепловыделения,  $\theta_c$  – угол опережения подвода теплоты;  $\varphi_{2T}$  – продолжительность тепловыделения (длительность сгорания от момента отрыва линии сгорания от линии сжатия до момента достижения максимальной температуры) при одностадийном сгорании в градусах поворота коленчатого вала (°ПКВ);  $\xi_{\text{аГ}}$  – коэффициент активного тепловыделения в конце процесса сгорания (равен коэффициенту использования теплоты, задается в начальных данных);  $\beta$ ,  $m$  – показатели интенсивности тепловыделения.

Влияние показателей интенсивности тепловыделения на характеристики активного тепловыделения в относительных координатах представлено на рис. 1.



**Рисунок 1 – Зависимость характеристик активного тепловыделения от показателей интенсивности тепловыделения [8]**

При показателях интенсивности тепловыделения  $\beta = m = 2,5$  оптимальный угол начала ввода теплоты равен половине длительности тепловыделения. При показателях  $\beta = 1$  и  $m = 2,5$  оптимальный угол начала ввода теплоты смещен к ВМТ, а при  $\beta = 2,5$  и  $m = 1$  требуется более ранний подвод теплоты для получения максимального КПД и среднего индикаторного давления цикла. На основе обработки индикаторных диаграмм, использована среднестатистическая модель тепловыделения показателями активного тепловыделения  $\beta = m = 2,5$ . Расчеты выполнялись при двух длительностях тепловыделения:  $\xi_{aT} = 50$  °ПКВ и  $\xi_{aT} = 40$  °ПКВ.

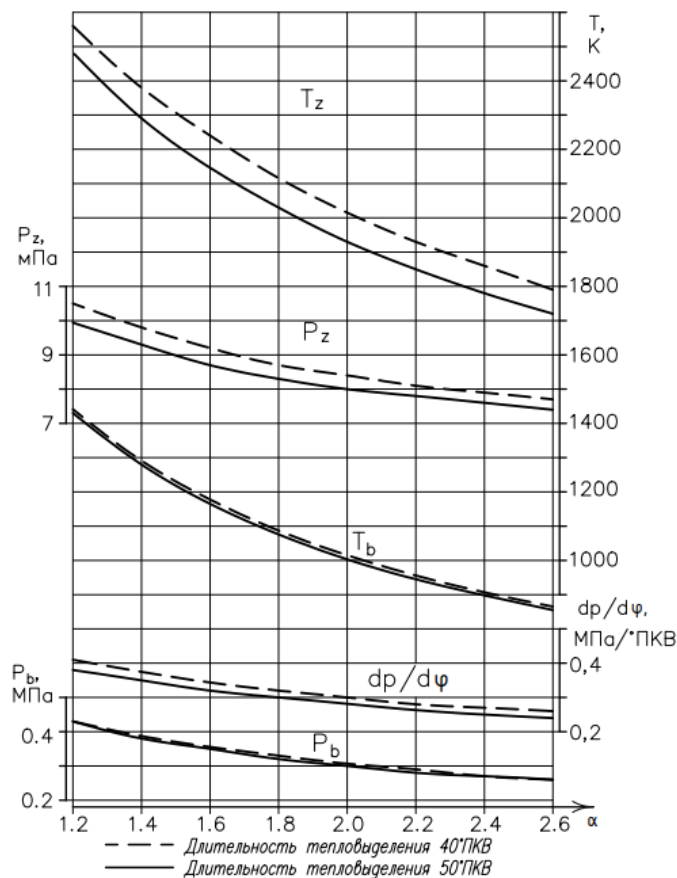
Элементный состав топлива (природного газа) и низшая теплота сгорания приняты по метану ( $\text{CH}_4$ ). Температура и давление окружающей среды приняты:  $T_0 = 293$  К,  $p_0 = 0,1$  МПа. Температура в конце впуска  $T_a = 330$  К, коэффициент остаточных газов  $\gamma_r = 0,04$ , коэффициент наполнения  $\eta_v = 0,9$ . Коэффициент использования теплоты принят по среднестатистическим данным  $\xi_{aT} = 0,85$ .

Результаты расчетов показателей термодинамического цикла в зависимости от коэффициента избытка воздуха при разных длительностях тепловыделения представлены на рис. 2. Представленные данные, допускают работу двигателя на метане, без ограничения по смесеобразованию и дымности, при минимальных запальных дозах с коэффициентом избытка воздуха на уровне  $\alpha = 1,2$ , и предельные уровни обеднения метановой смеси на уровне  $\alpha = 2,5$ .

Максимальные температуры конца сгорания в дизельных двигателях без наддува, по среднестатистическим данным соответствуют примерно 1800...2200 К, в дизелях с наддувом 1900...2300 К [9]. Если ориентироваться на ожидаемое увеличение температуры в газодизеле до  $T_z = 2300...2500$  К, то в газодизельном процессе при длительности тепловыделения 40 °ПКВ можно вести обогащение смеси до значения  $\alpha = 1,5$ , а при длительности тепловыделения 50 °ПКВ – до  $\alpha = 1,4$ .

Анализ по максимальному давлению дает те же результаты. Максимальное давление в дизелях без наддува равно  $p_z = 9,5$  МПа. При длительности тепловыделения 40 °ПКВ расчетное дав-

ление  $p_z$  достигает значения 9,5 МПа при  $\alpha = 1,5$ , а при длительности 50 °ПКВ – при  $\alpha = 1,4$ .



**Рисунок 2 – Зависимость показателей цикла от коэффициента избытка воздуха при разных длительностях тепловыделения**

Жесткость работы  $dp/d\varphi$  превышает значения жесткости работы двигателей с искровым зажиганием, но остается несколько ниже жесткости работы дизелей во всем расчетном интервале изменения  $\alpha$ . Сокращение длительности тепловыделения (сгорания) на 10 °ПКВ почти не меняет термодинамические параметры в конце расширения –  $P_b$ . При этом давление в конце расширения газодизельного цикла не превышает давления конца расширения типичного для быстрого сгорания в бензиновых двигателях с искровым зажиганием и только при  $\alpha = 1,3$  достигает максимального значения дизельного цикла  $P_b = 0,4$  МПа [5]. Несколько неожиданными являются расчетные значения температуры в конце расширения  $T_b$ . В дизелях без наддува, обычно, максимальное значение температуры  $T_b \approx 1100$  К. Расчетная температура  $T_b$  уже при  $\alpha = 1,7$  превышает это значение. При  $\alpha = 1,4$  температура

$T_b$  достигает значения почти 1300 К, что на 200 К выше максимальной температуры дизелей. Это вызывает опасность перегрева выпускных клапанов, деталей выпускного тракта и может снизить ресурс их работы. Но следует заметить, что в математической модели расчет параметров в конце расширения выполняется по показателю адиабаты, вычисленному по теплоемкостям смеси при температуре конца сгорания. Поэтому реальные температуры  $T_b$  могут быть ниже расчетных температур, но для этого требуются экспериментальные уточнения. Расчетные значения среднего индикаторного давления ( $p_i$ ) и индикаторного КПД ( $\eta_i$ ) получились выше их значений для дизелей. Это можно объяснить заданными исходными параметрами – более быстрым процессом сгорания и более высоким коэффициентом использования теплоты.

**Выводы:**

1. Расчетное моделирование даже по достаточно упрощенной модели термодинамического цикла показывает, что газодизель на метане потенциально обеспечивает термодинамические условия, позволяющие работать в более широком диапазоне состава смеси, чем при работе на сжиженных пропан-бутановых смесях.

2. Работа на полной нагрузке с коэффициентами избытка воздуха  $\alpha = 1,2 \dots 1,4$  существенно повышает максимальные давления и температуры цикла, что может приводить к резкому увеличению тепловой напряженности двигателя, перегреву деталей цилиндропоршневой группы и превышению допустимых нагрузок на детали кривошипно-шатунного механизма, а также нарушениям сгорания, характерным для бензиновых двигателей с искровым зажиганием.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Khakimov R. T. Mathematical modeling of a two-phase medium of elements of LPG fuel supply system of automotive equipment // Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University. 2018. No 3 (52). P. 220-226.

2. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine // В сб.: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 52089.

3. Чумаков В. Л. Особенности использования газового топлива в дизелях // Доклады ТСХА. 2016. С. 234-237.
4. Чумаков В. Л., Бижаев А. В., Путан А. А. Снижение выбросов оксидов азота с отработавшими газами газодизеля // Чтения академика В. Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара. Под редакцией М. Н. Ерохина. 2019. С. 118-122.
5. Капустин А. В. Математическая модель цикла двигателя с двухстадийным сгоранием // Ученые записки Института сельского хозяйства и природных ресурсов НовГУ. Т. 12. Вып. 1. Великий Новгород : Изд-во НРЦРО, 2004. С. 87-90.
6. Использование биогаза в качестве топлива для дизелей / С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, В. А. Марков, А. А. Ефанов // Грузовик. 2011. № 11. С. 32-43.
7. Капустин А. В. Расчет цикла ДВС при многозонной модели с учетом теплотерьер в стенки // В сб. : Рабочие процессы автотракторных двигателей и их агрегатов. 1983. С. 75-83.
8. Максимов А. Л., Черняк Б. Я. Расчетная модель действительного цикла двигателя внутреннего сгорания // Сб. научных трудов МАДИ. 1976. С. 74-81.
9. Шатров М. Г., Морозов К. А., Алексеев И. В. и др. Автомобильные двигатели. М. : Издательский центр «Академия», 2013. 464 с.

## REFERENCES

1. Khakimov R. T. Mathematical modeling of a two-phase medium of elements of LPG fuel supply system of automotive equipment. *Bulletin of the St. Petersburg State Agrarian University*, 2018, no 3 (52), pp. 220-226.
2. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*, 2020, pp. 52089.
3. Chumakov V. L. Features of the use of gas fuel in diesels. *Doklady TSKhA*, 2016, pp. 234-237.
4. Chumakov V. L., Bizhaev A. V., Putan A. A. Reducing emissions of nitrogen oxides with spent gas-diesel gases. *Chteniia akademika V. N. Boltinskogo*, 2019, pp. 118-122.
5. Kapustin A. V. A mathematical model cycle engine with two-stage combustion. *Uchenye zapiski Instituta sel'skogo khoziaistva i prirodnykh resursov NovGU*, 2004, vol. 12, issue 1, pp. 87-90.
6. Devianin S. N., Chumakov V. L., Markov V. A., Efanov A. A. The use of biogas as fuel for diesels. *Gruzovik*, 2011, no. 11, pp. 32-43.

7. Kapustin A. V. Calculation of the internal combustion engine cycle with a multi-zone model taking into account heat loss in the walls. *Rabochie protsessy avtotraktornykh dvigatelei i ikh agregatov*, 1983, pp. 75-83.

8. Maksimov A. L., Cherniak B. Ia. Computational model of the actual cycle of the internal combustion engine. *Sbornik nauchnykh trudov MADI*, 1976, pp. 74-81.

9. Shatrov M. G., Morozov K. A., Alekseev I. V. et al. Automotive engines. Moscow, Akademiia, 2013, 464 p.

***Об авторах:***

**Капустин Александр Васильевич**, доцент кафедры энергетике и транспорта ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого» (173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41), кандидат технических наук.

**Смирнов Семен Владиславович**, студент ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого» (173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41)

**Чумаков Валерий Леонидович**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, профессор.

***About the authors:***

**Aleksandr V. Kapustin**, associate professor of the Department of Energy and Transport, Yaroslav the Wise Novgorod State University (173003, Russian Federation, Veliky Novgorod, Bolshaya Saint-Petersburgskaya St., 41), Cand. Sc. (Engineering), associate professor.

**Semen V. Smirnov**, student, Yaroslav the Wise Novgorod State University (173003, Russian Federation, Veliky Novgorod, Bolshaya Saint-Petersburgskaya St., 41).

**Valeriy L. Chumakov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand. Sc. (Engineering), professor.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОДИЗЕЛЯ

**В. Л. Чумаков<sup>1</sup>, С. Н. Девянин<sup>1</sup>, А. В. Бижаев<sup>1</sup>, А. В. Капустин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

(г. Москва, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

(г. Великий Новгород, Российская Федерация)

***Аннотация.** Исследованы возможности снижения выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами газодизеля, работающего на сжиженных пропан-бутановых смесях. Эксперименты, проведенные в широком диапазоне изменения нагрузки и частот вращения показали, что газодизель обеспечивает достаточно высокий уровень замещения дизельного топлива газовыми смесями. Указаны основные направления уменьшения выбросов токсичных компонентов отработавших газов за счет оптимизации регулирования двигателя.*

***Ключевые слова:** газодизель; токсичность; рабочий процесс; экспериментальные исследования; уменьшение выбросов оксидов азота, оксидов углерода и углеводородов.*

## EXPERIMENTAL STUDIES OF IMPROVING THE TOXIC CHARACTERISTICS OF GAS-DIESEL ENGINE

**V. L. Chumakov<sup>a</sup>, S. N. Devianin<sup>a</sup>, A. V. Bizhaev<sup>a</sup>, A. V. Kapustin<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow, Russian Federation)

<sup>b</sup>Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russian Federation)

***Abstract.** Possibilities of reducing emissions of toxic components with exhaust gases of a gas-diesel engine operating on liquefied propane-butane mixtures have been investigated. Experiments carried out in a wide range of load and rotation speeds have shown that gas-diesel provides a sufficiently high level of replacement of diesel fuel with gas mixtures. The main directions of reducing emissions of toxic components of exhaust gases by optimizing engine control are indicated.*



*Keywords: gas-diesel engine; toxicity; workflow; experimental research; reduction of emissions of nitrogen oxides, carbon oxides and hydrocarbons.*

Развитие современного дизелестроения сталкивается в настоящее время с серьезными вызовами, связанными с ужесточением требований к экологическим характеристикам новых моделей. Последние нормы Евро-6 делают особый акцент на снижении выбросов оксидов азота с отработавшими газами. В зарубежных странах неоднократно выражается мнение от необходимости сокращения зон эксплуатации дизелей, ограничения их производства, и возможного полного прекращения выпуска. Большинство экономически развитых стран изучают различные направления решения данной проблемы [1, 2].

Для стран обладающих значительными ресурсами нефтяного и газового сырья, такие требования не могут считаться приемлемыми. Многие исследователи пытаются решить эту проблему теоретическими расчетами и экспериментами применительно к традиционным [3] или альтернативным топливам [4, 5]. В ряде случаев данные этих исследований являются противоречивыми, но, тем не менее, указывают на возможности улучшения экологических характеристик дизеля при использовании газообразного углеводородного топлива и организации работы двигателя по газодизельному циклу.

В настоящей статье представлены некоторые результаты исследований работы двухцилиндрового двигателя воздушного охлаждения Д-120 (используемого на тракторах моделей ВТЗ Т-30, АГРОМАШ Т-30ТК, АГРОМАШ Т-30СШ) при организации его работы по газодизельному циклу на сжиженных пропан-бутановых смесях.

Результаты расчетных исследований, выполненных авторами ранее по модели рабочего цикла двигателя с расслоенным зарядом [6], показали, что расчетная модель образования окиси азота с учетом расслоения заряда показывает высокую эффективность проведения параметрического анализа для прогнозирования показателей выбросов NO проектируемых двигателей с расслоенным зарядом, например работающих по газодизельному циклу.

Полученные в расчетах результаты указывают, что значительное снижение интенсивности образования оксидов азота в

камере сгорания на 40...50 % может быть достигнуто при различных схемах расслоения заряда в камере сгорания, то есть при неоднородном распределении топлива в камере сгорания [7]. Теоретически представленная схема расслоения требует экспериментальной реализации и проверки.

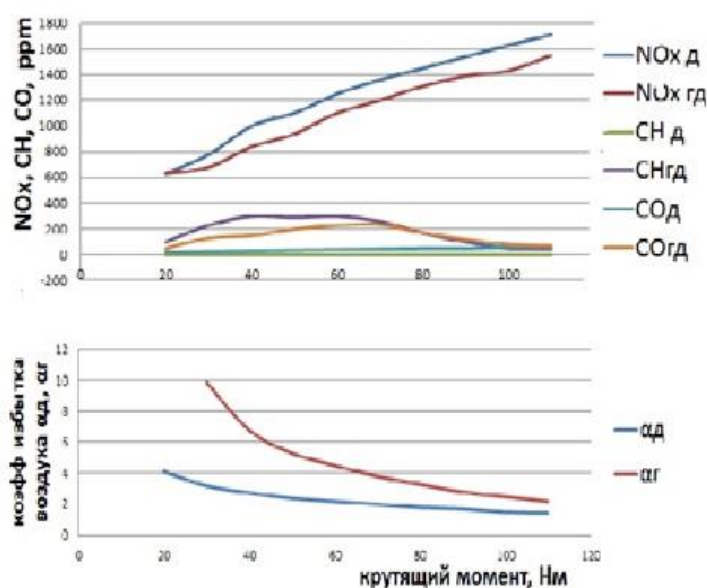
На первой стадии экспериментальных исследований организация системы питания двигателя предполагала сохранение базовой системы дизеля при подаче возможно малой дозы дизельного топлива. Подача газа проводилась через диффузор во впускном трубопроводе двигателя. Система подачи газа – традиционная для пропан-бутановых смесей – с подогревателем газа и двухступенчатым редуктором для снижения давления газа до атмосферного на уровне впуска во впускной коллектор [8]. Простейший способ управления мощностью двигателя, который нашел применение в ряде моделей газодизеля – это ограничение подачи дизельного топлива на минимальном уровне в целях воспламенения гомогенной газозоудушной смеси, поступающей в цилиндр через впускной трубопровод [9]. Регулирование мощности идет за счет изменения количества этой газозоудушной смеси (так называемое качественное регулирование мощности).

Эксперименты проводились при изменении нагрузки от 10 до 100 % от номинальной и в диапазоне частот вращения 1400...2000 об/мин.

Результаты испытаний показали, что на высоких нагрузках более 80 % обеспечивается стабильная работа двигателя при замещении 90 % дизельного топлива на газ, т. е. при запальных дозах дизельного топлива на уровне 10 % от номинальной подачи. При этом, во всем диапазоне нагрузки концентрация оксидов азота  $\text{NO}_{x\text{гд}}$ , уменьшается от 15...20 % по сравнению с дизелем  $\text{NO}_{x\text{д}}$ .

Однако работа с малыми подачами дизельного топлива при снижении нагрузки приводит к существенному увеличению удельного расхода топлива, который может достигать более 50 %. Кроме того, многократно возрастает выброс окиси углерода и оксидов углеводородов. Высокая концентрация углеводородов дает основание полагать, что они являются результатом серьезного нарушения процесса распространения фронта пламени по газозоудушной смеси в камере сгорания.

На рис. 1 представлена нагрузочная характеристика газодизеля при, работающего до 20 % нагрузки за счет подачи «запальной» дозы дизельного топлива, и дальнейшим увеличением нагрузки за счет подачи газа во впускной трубопровод. Представлены средние по двигателю коэффициенты избытка воздуха  $\alpha_d$  (рассчитанные по дизельному топливу и газу с учетом их теплоты сгорания) и коэффициенты избытка воздуха по газозудушной смеси  $\alpha_g$ , поступающей через впускной трубопровод. Регулирование мощности за счет подачи газа обеспечивает снижение выбросов оксидов азота газодизелем  $NO_{xгд}$ , по сравнению с дизелем  $NO_{xд}$ , практически во всем диапазоне нагрузки. Сгорание на средних нагрузках при качественном регулировании происходит при составах газозудушной смеси, находящихся на пределе (или за пределами) воспламенения пропан-бутановых смесей  $\alpha_g \geq 2,2$ , и сопровождается значительным увеличением концентрации окиси углерода  $CO_{гд}$  и углеводородов  $CH_{гд}$  по сравнению показателями дизеля  $CO_d$  и с  $CH_d$ .



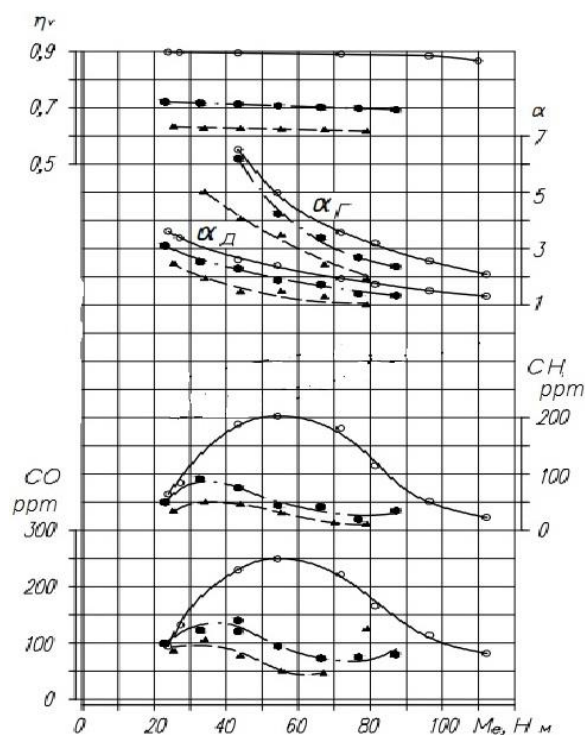
**Рисунок 1 – Концентрации токсичных компонентов дизеля и газодизеля в зависимости от нагрузки при регулировании мощности подачей газа**

Улучшение ситуации возможно, как было предсказано в теоретических расчетах по модели [7], в усилении эффективности горения в переходной зоне заряда, связанной со сгоранием вокруг

факела дизельного топлива, либо в повышении коэффициента избытка воздуха газозвоздушной смеси до пределов эффективного обеднения, обеспечивающего необходимую полноту выгорания газа.

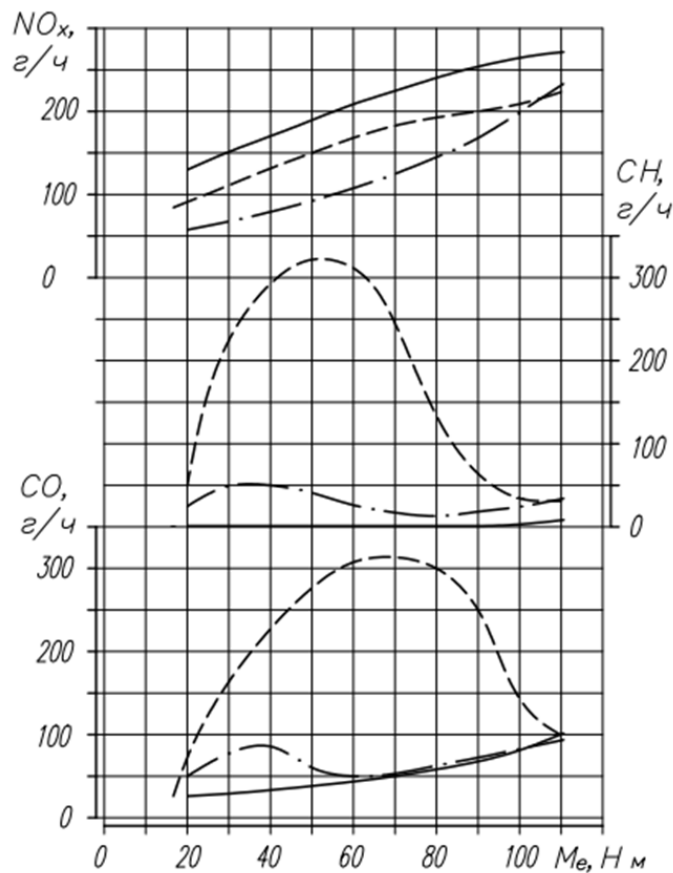
Последнее предложение было проверено в серии нагрузочных характеристик газодизеля, снятых при дросселировании воздушного потока во впускной трубе за счет установленной там дроссельной заслонки. Закрытие заслонки, при прочих равных условиях приводило к обогащению газозвоздушного заряда и улучшению распространения фронта пламени по камере сгорания (рис. 2).

Предельное дросселирование и соответственно снижение коэффициента наполнения цилиндра воздухом  $\eta_v$ , определялось на каждом скоростном режиме максимальными критическими давлениями и температурами конца процесса сжатия, при которых было обеспечено стабильное воспламенение запальной дозы дизельного топлива. Сохранение коэффициента избытка воздуха газозвоздушной смеси в пределах  $\alpha_{\Gamma} < 2,2$  стабилизировало процесс сгорания, и снижало концентрацию оксидов углерода и углеводородов соответственно с 280...300 ppm до 50...100 ppm и 20...60 ppm.



**Рисунок 2 – Изменение концентрации продуктов неполного сгорания при дросселировании впуска**

Дросселирование воздушного заряда двигателя обеспечивало и вторичный значительный эффект снижения выбросов продуктов неполного сгорания за счет уменьшения массы рабочего тела, и соответственно массовых выбросов продуктов сгорания с отработавшими газами. В этих условиях «смешанного» регулирования, выбросы  $\text{NO}_x$  уменьшались в 2...3 раза, а продуктов неполного сгорания –  $\text{CO}$  и  $\text{CH}$  – многократно, по сравнению с базовым дизелем, в зависимости от режима работы (рис. 3).



**Рисунок 3 – Сравнение расчетных массовых выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CH}$  и  $\text{CO}$  дизеля (—), газодизеля без дросселирования впуска (- - -), газодизеля с дросселированием впуска (-●-●-).**

**Выводы:**

1. Газодизельные модификации двигателей характеризуются существенно более сложной организацией рабочих процессов, что может определять их неудовлетворительные показатели по сравнению с базовыми дизелями.

2. Создание газодизельных модификаций требует более серьезного подхода к модернизации конструктивных изменений двигателя и оптимизации его регулирования.

3. Оптимизация параметров регулирования газодизеля обеспечивает существенное, в 2...3 раза снижение массовых выбросов оксидов азота с отработавшими газами и значительное многократное уменьшение выбросов продуктов неполного сгорания – окиси углерода и углеводородов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания : монография / В. А. Марков, С. Н. Девянин, С. А. Зыков, С. М. Гайдар. М. : НИЦ «Инженер» (СоюзНИО), 2016. 292 с.

2. Prospects for the operation of agricultural machinery on compressed natural gas / S. N. Devyanin, V. P. Kovalenko, E. A. Ulyukina, A. V. Todoriv // Autogas refueling complex + Alternative fuel. 2017. Vol. 16. No. 7. P. 313-315.

3. Максимов А. Л. Расчетная модель действительного цикла двигателя внутреннего сгорания // в сб.: Труды Московского автомобильно-дорожного института. 1976. С. 74-81.

4. Экологическая безопасность применения биотоплив в дизелях / М. Н. Ерохин, С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, К. А. Малашенков // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2008. № 5 (14). С. 27-29.

5. Использование биогаза в качестве топлива для дизелей / С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, В. А. Марков, А. А. Ефанов // Грузовик. 2011. № 11. С. 32-43.

6. Бижаев А. В., Чумаков В. Л., Путан А. А. Расчётная модель основных параметров рабочего цикла дизеля с использованием различных типов топлив // В сб.: Доклады ТСХА. 2020. С. 244-247.

7. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine // В сб.: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52089.

8. Пат. 35379 Российская Федерация, МПК 7F 02 В 77/00. Система питания двигателя внутреннего сгорания / Чумаков В. Л.; Мустафаев М. Г.; заявитель и патентообладатель Чумаков Валерий Леонидович. № 2003119739/20(022337); заявл. 08.07.2003; опубл. 10.01.2004. Бюл №1. – 5 с.

9. Чумаков В. Л., Бижаев А. В., Путан А. А. Снижение выбросов оксидов азота с отработавшими газами газодизеля // В сб.: Чтения академика В. Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара. Под редакцией М. Н. Ерохина. 2019. С. 118-122.

## REFERENCES

1. Markov V. A., Devianin S. N., Zykov S. A., Gaidar S. M. Biofuels for internal combustion engines. Moscow, NITs «Inzhener» (SoiuzNIO), 2016, 292 p.
2. Devyanin S. N., Kovalenko V. P., Ulyukina E. A., Todoriv A. V. Prospects for the operation of agricultural machinery on compressed natural gas. *Autogas refueling complex + Alternative fuel*, 2017, vol. 16, no. 7, pp. 313-315.
3. Maksimov A. L. Calculation model of the actual cycle of the internal combustion engine. *Trudy Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo institute*, 1976, pp. 74-81.
4. Erokhin M. N., Devianin S. N., Chumakov V. L., Malashenkov K. A. Environmental safety of the use of biofuels in diesel engines. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2008, no. 5 (14), pp. 27-29.
5. Devianin S. N., Chumakov V. L., Markov V. A., Efanov A. A. Use of biogas as fuel for diesel engines. *Gruzovik*, 2011, no. 11, pp. 32-43.
6. Bizhaev A. V., Chumakov V. L., Putan A. A. Calculation model of the main parameters of the working cycle of a diesel engine using various types of fuels. *Doklady TSKhA*, 2020, pp. 244-247.
7. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*, Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020, pp. 52089.
8. Chumakov V. L.; Mustafaev M. G. Internal combustion engine power system: Patent 35379 Russian Federation. No 2003119739/20(022337); appl. 08.07.2003; publ. 10.01.2004. Bulletin No 1.
9. Chumakov V. L., Bizhaev A. V., Putan A. A. Reduced emissions of nitrogen oxides from spent gas diesel gases. *Chteniia akademika V. N. Boltinskogo*, 2019, pp. 118-122.

### **Об авторах:**

**Чумаков Валерий Леонидович**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, профессор.

**Девянин Сергей Николаевич**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, профессор, devta@rambler.ru.

**Бижаев Антон Владиславович**, старший преподаватель кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, a.bizhaev@mail.ru.

**Капустин Александр Васильевич**, доцент кафедры энергетики и транспорта ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого» (173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д.41), кандидат технических наук, доцент.

*About the authors:*

**Valeriy L. Chumakov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand. Sc. (Engineering), professor.

**Sergey N. Devyanin**, professor of the Department of Tractors and Cars, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, devta@rambler.ru.

**Anton V. Bizhaev**, senior lecturer of the Department of Tractors and Cars, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), a.bizhaev@mail.ru.

**Aleksandr V. Kapustin**, associate professor of the Department of Energy and Transport, Yaroslav the Wise Novgorod State University (173003, Russian Federation, Veliky Novgorod, Bolshaya Saint-Petersburgskaya St., 41), Cand. Sc. (Engineering), associate professor.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕЛКОПАРТИОННОЙ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПРОДУКТОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

**Р. Н. Егоров**

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

***Аннотация.** В данной статье рассматривается транспортировка скоропортящейся продукции мелкими партиями с точки зрения роста эффективности транспортировки. Так, достичь эффективного управления самой перевозкой возможно с помощью решения проблем маршрутизации транспортировок, способом увеличения партии перевозимого груза и снижения холостых ездов. Кроме того, в статье рассмотрена возможность осуществления комбинированной перевозки грузов, которые смогут транспортироваться в одинаковых условиях.*

***Ключевые слова:** транспортировка; скоропортящийся груз; мелкая партия.*

## IMPROVEMENT OF SMALL-BATCH TRANSPORTATION OF PERISHABLE PRODUCTS BY ROAD

**R. N. Egorov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This article discusses the transportation of perishable products in small batches from the point of view of increasing the efficiency of transportation. Thus, it is possible to achieve effective management of the transportation itself by solving the problems of transportation routing, by increasing the batch of transported cargo and reducing idle rides. In addition, the article considers the possibility of carrying out combined transportation of goods that can be transported under the same conditions.*

***Keywords:** transportation; perishable cargo; small batch.*

Транспортировка скоропортящихся продуктов – сложный и энергоемкий процесс. Неправильное и неграмотное отношение к выбору партнера в транспортировке, к точности грузовых опера-

ций, а также к самой перевозке, и вы столкнётесь с отрицательными последствиями, а именно порчей продукции, утратой товарного вида и возможной потерей груза.

Скоропортящиеся продукты транспортируются небольшими партиями, как в индивидуальной упаковке, так и в контейнерах. Небольшая партия – это груз, представленный для разовой транспортировки по конкретному адресу, не сопровождающейся полной загрузкой транспортной единицы, используемой для транспортировки [2].

Рост эффективности подобных грузовых перевозок должен быть достигнут через совместную доставку перевозимых грузов от многих производителей. Организация конкретного маршрута из двух допустима при снижении общего фонда времени, ушедшего на доставку по комбинированным двум маршрутам. Применение самозагружающихся тележек сокращает время ожидания задействованных грузоподъемных механизмов, снижает объем ручного труда, а кроме того ощутимо повышает эффективность погрузочно-разгрузочных операций при транспортировке грузов небольшими партиями [4].

Эффективное управление транспортным процессом подразумевает необходимость решения проблем оптимизации маршрутов транспортировок. В настоящий период времени и в условиях мелкопартионных транспортировок автомобильным транспортом отсутствует четкая теория решения на уровне маршрутов транспортных задач [1].

Формирование процесса перевозки необходимо осуществлять в режиме минимизации непроизводительных холостых ездов, которые определяют в свою очередь пробег транспортного средства в целом. Поэтому транспортировка грузов небольшими партиями должна реализовываться по оптимальным маршрутам доставки [10, 11].

Рост эффективности транспортных услуг, производительности транспортных средств также должны быть достигнуты за счет повышения объемов транспортируемых грузов и снижения простоев транспортных средств [3]. Наиболее предпочтительным, в свете вышесказанного, является маятниковый маршрут с загруженным обратным пробегом. Для обеспечения роста эффективности на маршруте доставки мелкопартионных грузов нужно

планировать попутное прохождение грузов в подобном грузовом пункте с учетом того, что перевозимые грузы обязаны обладать схожими характеристиками для транспортировки.

В отличие от маятникового маршрута на кольцевом маршруте, продукт попутный, загружен в транспортное средство и не после окончательной разгрузки первого груза, а загружаясь в процессе движения по грузовым точкам [5]. В первом варианте проложен маршрут перевозки с обратным пробегом с грузом. В этом случае в кузове транспортного средства всегда транспортируется один только груз: базовый или добавочный. Во втором варианте, во втором грузовом пункте, реализуется этап комбинированной доставки двух грузов одновременно. Разгрузка же двух перевозимых грузов в точках потребления снижает время на документооборот.

Ощутимым способом роста эффективности перевозок продуктов мелкими партиями может быть доставка попутных комбинированных партий от множества производителей, то есть совместная доставка продуктов, совместимых в условиях транспортировки. Это позволяет снизить количество холостых ездов и поднять производительность. Изложенный способ имеет ограничения по максимально допустимому времени приезда на второй грузовой пункт.

Целесообразно совмещение базового и дополнительного маршрута только в случае, если организационный простой больше, чем простои в грузовых операциях в дополнительных точках.

Зависеть это будет от выбранной схемы движения по базовому и дополнительному пути доставки груза.

При погрузке и разгрузке грузов, перевозимых небольшими объемами, рост времени на организационные простои часто связан с занятостью подъемно-транспортного оборудования, а также с применением значительной части ручного труда. Для повышения производительности и сокращения простоев при погрузочно-разгрузочных операциях целесообразно использовать самозагружающиеся транспортные средства.

Применение самозагружающихся автомобилей сокращает время ожидания задействованных грузоподъемных устройств, снижает долю ручного труда и значительно повышает эффектив-

ность погрузочно-разгрузочных операций при перевозке грузов небольшими партиями.

Также к особенностям перевозки скоропортящихся грузов автомобильным транспортом относится вероятность совместного хранения в одном контейнере разных видов продуктов. Это не касается продуктов, которые принадлежат разным группам, а также продукции, которая имеет разные характеристики, сказывающиеся на требованиях хранения.

Рекомендуется реализовывать комбинированные перевозки грузов, которые содержатся в равных условиях – по датам хранения, показателям температур, упаковочным параметрам и т. д. Запрещена комбинированная транспортировка скоропортящихся продуктов автомобильным транспортом, если они имеют резкий запах. Правило распространяется на рыбные продукты, мясные, маргарин, чеснок и лук.

Размещение контейнеров производится с фиксацией, а также, с дополнительным применением климатических установок.

Затраты на применение изотермических контейнеров с системой климатического контроля и защитным оборудованием иногда себя не оправдывают. Расходы также потребуются на содержание оборудования. Кроме энергоресурсов и технического обслуживания, чаще грузоотправители формируют персонал для обслуживания технологического оборудования и это требует дополнительных финансовых затрат.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Автомобильные перевозки / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, А. М. Карев, Н. Н. Пуляев, Ю. Н. Ризаева, Г. Е. Митягин, Р. Н. Егоров, Е. П. Парлюк. М. : ФГБНУ Росинформротех, 2018. 554 с.
2. Егоров Р. Н., Журилин А. Н. Обеспечение качества перевозки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 3. С. 62-67.
3. Техническая эксплуатация автомобилей / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, Д. Г. Асадов, В. С. Богданов, Е. П. Парлюк, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев, Г. Е. Митягин, В. В. Сильянов. М. : ФГБНУ «Росинформротех», 2017. 564 с.
4. Егоров Р. Н. Совершенствование транспортно-технологического обслуживания районных сельскохозяйственных пред-

приятый : дисс. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Егоров Роман Николаевич. Москва, 2006. 144 с.

5. Егоров Р. Н., Журилин А. Н., Паршикова Т. А. Обоснование выбора и оснащённости подержанного коммерческого транспорта // Международный технико-экономический журнал. 2015. № 6. С. 87-91.

6. Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. Моделирование транспортных процессов. М. : ООО «Автограф», 2019. – 50 с.

7. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.

8. Девянин С. Н., Дидманидзе О. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.

9. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.

10. Парлюк Е. П. Основы логистики. М. : ООО УМЦ «Триада», 2016. 105 с.

11. Парлюк Е. П. Жизненный цикл технической системы как экономическая категория // Международный технико-экономический журнал. 2013. № 2. С. 43-47.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Solncev A. A., Karev A. M., Pulyaev N. N., Rizaeva Yu. N., Mitjagin G. E., Egorov R. N., Parljuk E. P. Road transport. Moscow, Rosinformagroteh, 2018, 554 p.

2. Egorov R. N., Zhurilin A. N. Ensuring the quality of small-batch cargo transportation by road. *Mezhdunarodnyj tehniko-jekonomicheskij zhurnal*, 2020, no. 3, pp. 62-67.

3. Didmanidze O. N., Solncev A. A., Asadov D. G., Bogdanov V. S., Parljuk E. P., Ivanov S. A., Pulyaev N. N., Mitjagin G. E., Sil'janov V. V. Technical operation of vehicles. Moscow, Rosinformagroteh, 2017, 564 p.

4. Egorov R. N. Improvement of transport and technological services of regional agricultural enterprises. Ph. D. thesis. Moscow, 2006, 144 p.

5. Egorov R. N., Zhurilin A. N., Parshikova T. A. Justification of the choice and equipment of used commercial vehicles. *Mezhdunarodnyj tehniko-jekonomicheskij zhurnal*, 2015, no. 6, pp. 87-91.

6. Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Modeling of transport processes. Moscow, Avtograf, 2019, 50 p.

7. Chutcheva Yu. V., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. On the issue of updating the tractor fleet in the Russian Federation. *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii*, 2020, no. 5, pp. 19-24.

8. Devianin S. N., Didmanidze O. N., Parlyuk E. P. Agricultural tractor: yesterday, today, tomorrow. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

9. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.

10. Parliuk E. P. Fundamentals of logistics. Moscow, ООО UMTs «Triada», 2016, 105 p.

11. Parliuk E. P. Life cycle of technical system as an economic category. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2013, no. 2, pp. 43-47.

***Об авторе:***

**Егоров Роман Николаевич**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, roman.egorov75@rambler.ru.

***About the author:***

**Roman N. Egorov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, roman.egorov75@rambler.ru.

## ПАРАМЕТРЫ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПУНКТОВ СТАЦИОНАРНОГО ОБМОЛОТА ПРИ МНОГОФАЗНОЙ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**О. П. Андреев, В. Л. Пильщикова**

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

***Аннотация.** Предложена рациональная технологическая схема обмолота зерновых на стационаре с учетом потока требований. Выбран оптимальный режим взаимосвязанной работы уборочно-транспортных агрегатов и пункта стационарного обмолота. Учитываются предъявляемые агротехнические требования и распределение скошенной массы. Применена двухфазная система массового обслуживания с множеством стохастических факторов.*

***Ключевые слова:** хлебная масса; обмолот зерна; площадь; порция хлебной массы; поток требований; граф состояния.*

## PARAMETERS AND OPERATING MODES OF STATIONARY THRESHING STATIONS FOR MULTIPHASE HARVESTING OF GRAIN CROPS

**O. P. Andreev, V. L. Pil'shchikov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

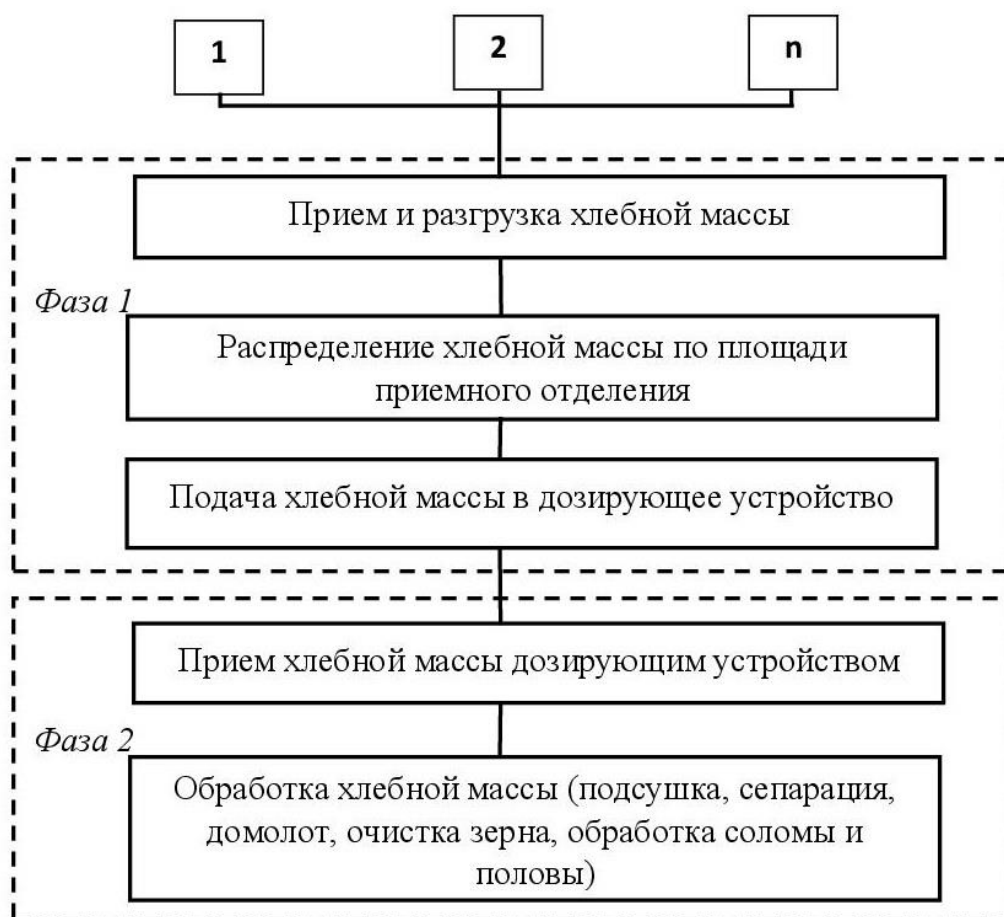
***Abstract.** A rational technological scheme of grain threshing at a hospital is proposed, taking into account the flow of requirements. The optimal mode of interconnected operation of harvesting and transport units and the stationary threshing point is selected. The agrotechnical requirements and the distribution of the mown mass are taken into account. A two-phase queuing system with multiple stochastic factors is applied.*

***Keywords:** bread mass; grain threshing; area; portion of bread mass; flow of requirements; state graph.*

Из технологической схемы [1] следует, что при стационарном обмолоте в различных сочетаниях проводятся следующие основные операции: разгрузка и размещение всей хлебной массы;

естественная или искусственная сушка; подача хлебной массы в дозирующее устройство; обмолот хлебной массы на стационарной линии. Все машины стационарной линии можно рассматривать как единый агрегат.

Описанные операции можно сгруппировать в две фазы (рис. 1). Первая фаза включает следующие операции: прием и разгрузка хлебной массы; распределение хлебной массы по площади приемного отделения; подача хлебной массы в дозирующее устройство.



**Рисунок 1 – Рациональная технологическая схема стационарного обмолота зерновых**

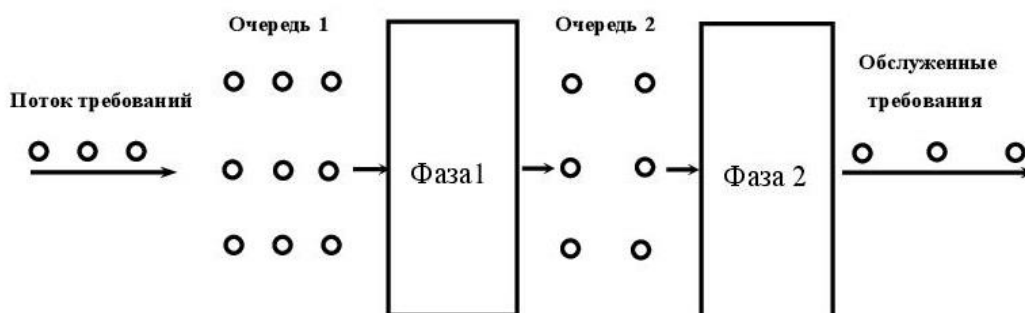
Вторую фазу составляют все операции от момента поступления хлебной массы в дозирующее устройство до выхода конечных продуктов обработки: зерна, половы и соломы, включая их размещение. Во второй фазе операции выполняются непрерывно, поэтому их можно рассматривать как единый технологический процесс.



Доставка хлебной массы на стационар обычно осуществляется от нескольких уборочных агрегатов. Прибытие транспортных средств на стационарный пункт имеет случайный характер вследствие влияния множества стохастических факторов. Задача при этом заключается в установлении оптимального режима взаимосвязанной работы уборочных агрегатов и стационарного пункта с учетом предъявляемых агротехнических требований.

Поскольку действующие внешние факторы имеют стохастический характер изменений, то и методы решения должны быть вероятностными. Наиболее эффективными в данном случае являются методы теории массового обслуживания.

Работу стационарного пункта, как показано выше, можно рассматривать как двухфазную систему массового обслуживания, принципиальная схема и граф возможных состояний которой показаны соответственно на рис. 2 и 3.

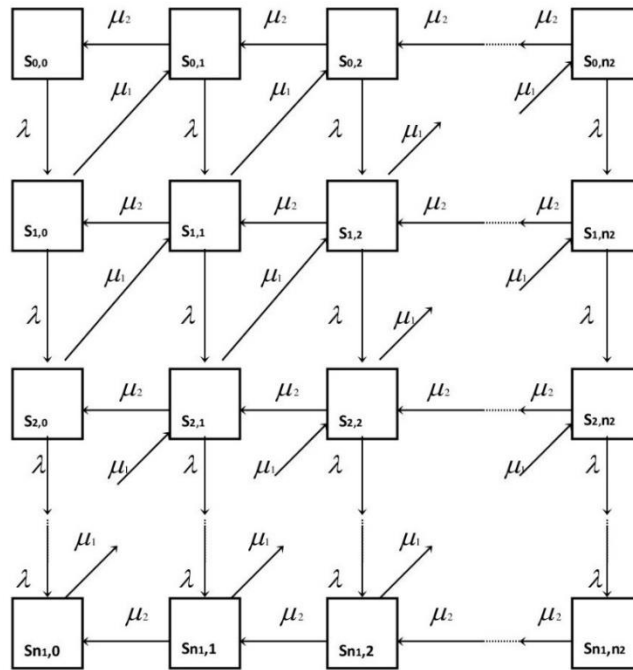


**Рисунок 2 – Предлагаемая схема работы пункта обмолота в виде двухфазной СМО с ожиданием**

На стационарный пункт прибывают транспортные средства, загруженные скошенной массой. Промежутки времени между прибытием различных транспортных средств являются всегда вероятностными [2].

Количество самих транспортных агрегатов обычно может быть неограниченным. Эти транспортные агрегаты образуют поток требований в виде различных порций требующей обработки массы, который приближенно можно принять как простейший.

Для удобства расчетов, в качестве единичного требования рационально рассматривать порцию хлебной массы в количестве 1 тонны.



**Рисунок 3 – Граф возможных состояний двухфазной СМО с ожиданием**

Среднюю плотность потока требований, прибывающих на стационарный пункт обмолота, определим из равенства:

$$\lambda = \frac{\Omega_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot \gamma_{\text{п}}}{\bar{t}_{\text{Г}}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot K_{\text{Г}}}{\bar{t}_{\text{Г}}}, \quad (1)$$

где  $\Omega_{\text{п}}$  – вместимость кузова ТА, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{п}}$  – плотность хлебной массы, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{п}}$  – коэффициент заполнения кузова;

$Q_{\text{н}}$  – грузоподъемность ТА, т;

$K_{\text{Г}}$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$\bar{t}_{\text{Г}}$  – средний промежуток времени между прибытием на пункт различных транспортных агрегатов, ч.

При установившемся процессе работы значение  $\lambda$  можно определить также и из равенства

$$\lambda \approx W_{\text{ут}} \cdot n_{\text{у}}, \quad (2)$$

где  $W_{\text{ут}}$  – эксплуатационная производительность уборочного агрегата, т/ч;

$n_{\text{у}}$  – количество уборочных агрегатов, от которых поступает хлебная масса.

Численное значение  $W_{\text{ут}}$  рассчитывается на основании ранее полученных зависимостей или выбирается по нормативным данным.

В первой фазе интенсивность выполнения всех операций зависит от производительности агрегата, подающего скошенную массу в приемно-дозировующее устройство. Соответственно можно написать:

$$\mu_1 = \frac{1}{t_1} = W_1, \quad (3)$$

где  $\mu_1$  – интенсивность обслуживания в первой фазе, т/ч;

$t_1$  – средняя продолжительность обслуживания одного требования (обработки одной тонны хлебной массы), ч;

$W_1$  – производительность агрегата, подающего хлебную массу в дозирующее устройство, т/ч.

Интенсивность обслуживания во второй фазе определяется из равенства:

$$\mu_2 = \frac{1}{t_2} = W_2, \quad (4)$$

где  $\mu_2$  – интенсивность обслуживания во второй фазе, т/ч;

$t_2$  – средняя продолжительность обслуживания одного требования (обработки одной тонны хлебной массы), ч;

$W_2$  – средняя производительность всей технологической линии обработки хлебной массы, т/ч.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зангиев А. А., Дидманидзе О. Н., Андреев О. П. Выбор ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. М. : ООО «УМЦ «Триада», 1994. 124 с.
2. Андреев О. П., Асадов Д. Г., Дидманидзе О. Н. Научные основы моделирования производственных процессов в АПК. М. : ООО УМЦ «Триада», 2017. 180 с.
3. Андреев О. П. Транспортное обеспечение уборки зернобобовых культур // В сб.: Доклады ТСХА 2019. С. 19-23.
4. Новиков И. В., Андреев О. П. Варианты совершенствования уборочно-транспортных процессов при производстве сельскохозяйственной продукции // В сб.: Актуальные проблемы в современной науке: теория и практика. II-я Международная научно-практическая конференция. 2018. С. 252-263.
5. Коротких Ю.С. Современное функционирование деятельности машинно-технологических станций. М. : УМЦ ТРИАДА, 2017. 147 с.

6. Парлюк Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса // Управление рисками в АПК. 2016. № 7. С. 29-40.
7. Парлюк Е. П. Управление разработкой и созданием инженерно-технических систем сельскохозяйственного назначения. М. : Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2019.
8. Дидманидзе О. Н. Повышение эффективности производственных процессов по надежному снабжению населения продуктами виноградарства в условиях Азербайджана. М. : ООО «Триада», 2003. 115 с.
9. Скороходов А. Н., Дидманидзе О. Н. Вероятностная оценка взаимодействия звеньев технологического комплекса // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 1. С. 54.
10. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
11. Пуляев Н. Н., Сулейманов Н. Х. Обеспечение эффективности процессов по уборке фруктов. М. : ООО «УМЦ «Триада», 2014. 120 с.

## REFERENCES

1. Zangiev A. A., Didmanidze O. N., Andreev O. P. Selection of resource-saving technologies for crop cultivation. Moscow, ООО «УМЦ «Триада», 1994, 124 p.
2. Andreev O. P., Asadov D. G., Didmanidze O. N. Scientific bases of modeling of production processes in the agro-industrial complex. Moscow, Triada, 2017, 180 p.
3. Andreev O. P. Transport support for harvesting leguminous crops. *Doklady TSHA 2019*, pp. 19-23.
4. Novikov I. V., Andreev O. P. Options for improving the harvesting and transport processes in the production of agricultural products. *Aktual'nye problemy v sovremennoj nauke: teoriya i praktika*, 2018, pp. 252-263.
5. Korotkikh Yu.S. Modern functioning of the activity of machine-technological stations. Moscow, UMTs TRIADA, 2017, 147 p.
6. Parliuk E. P. Innovation risk management in food industry sectors. *Upravlenie riskami v APK*, 2016, no. 7, pp. 29-40.
7. Parliuk E. P. Management of development and creation of engineering and technical systems for agricultural purposes. Moscow, Mekhanizatsiia i elektrifikatsiia sel'skogo khoziaistva, 2019.
8. Didmanidze O. N. Improving the efficiency of production processes for reliable supply of viticulture products to the population in Azerbaijan. Moscow, ООО «Триада», 2003, 115 p.

9. Skorokhodov A. N., Didmanidze O. N. Probabilistic assessment of interaction among technological complex links. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2012, no. 1, pp. 54.

10. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.

11. Pulyaev N. N., Suleimanov N. Kh. Ensuring the efficiency of fruit harvesting processes. Moscow, ООО «UMTs «Triada», 2014, 120 p.

***Об авторах:***

**Андреев Олег Петрович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, aopbutovo@mail.ru.

**Пильщиков Владимир Львович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, pilvl@yandex.ru.

***About the authors:***

**Oleg P. Andreev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, aopbutovo@mail.ru.

**Vladimir L. Pil'shchikov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, pilvl@yandex.ru.

## **ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ 10+ ФОРМИРОВАНИЕМ ФОНДА ВТОРИЧНЫХ АГРЕГАТОВ И УЗЛОВ**

**Г. Е. Митягин**

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

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные подходы к обеспечению работоспособности автомобилей возрастной группы 10+ путем формирования обоснованной номенклатуры хранимых агрегатов и узлов с учетом размеров, конструктивного исполнения, ресурсов деталей и сопряжений, входящих в сменный агрегат, а также технико-экономических факторов, влияющих на поведение собственников автомобилей и затрат на организацию хранения.*

***Ключевые слова:** автомобильный парк; транспортное средство; срок службы автомобиля; возрастная структура парка; выбывшие из эксплуатации автомобили; утилизация автомобилей; агрегат; узел; предприятия утилизации автомобилей.*

## **FEATURES OF ENSURING THE PERFORMANCE OF CARS OF THE AGE GROUP 10+ BY FORMING A FUND OF SECONDARY UNITS AND ASSEMBLIES**

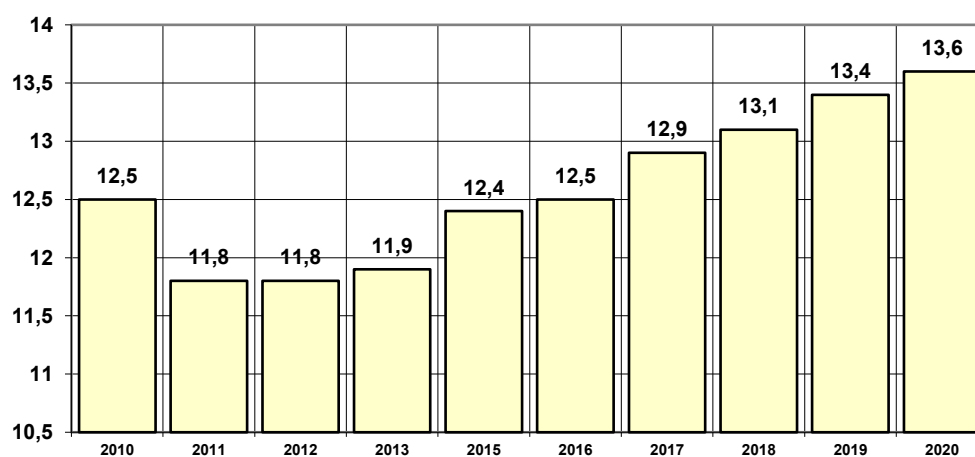
**G. E. Mitiagin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article considers the main approaches to ensuring the working capacity of cars of the age group 10+ by forming a reasonable nomenclature of stored units and components, taking into account the size, design, resources of parts and components included in the replacement unit, as well as technical and economic factors that affect the behavior of owners of cars and the cost of organizing storage.*

***Keywords:** vehicle fleet; vehicle; vehicle service life; age structure of the fleet; decommissioned vehicles; car recycling; unit; unit; car recycling enterprises.*

Марочный и возрастной состав современного российского парка автомобилей указывает на преобладание транспортных средств, имеющих значительный возраст, который у легковых автомобилей составляет 13,6 года, грузовых автомобилей малого класса – 14,1 лет, грузовых автомобилей среднего и большого класса – 19,7 лет [1, 2]. Основываясь на этих данных, можно обоснованно считать, что средний российский автомобиль независимо от типа или класса снят с производства и даже преодолел рекомендуемый заводами-изготовителями рекомендуемый срок службы. Существующие в настоящее время тенденции, указывают на негативный прогноз по среднему возрасту (рис. 1) и доле автомобилей, достигнувших десятилетнего возраста (табл. 1).



**Рисунок 1 – Динамика изменения среднего возраста легковых автомобилей, лет [2]**

**Таблица 1 – Структура парка легковых автомобилей в России по возрасту, % [3]**

Возрастная группа / год	2000	2005	2010	2014	2015	2016	2017
до 5 лет	20,6	21,7	27,2	29,3	28,3	27,8	28,4
от 5 до 10 лет	32,2	27,7	24,6	24,9	24,8	24,8	24,1
свыше 10 лет	47,2	50,6	48,2	45,8	46,9	47,4	47,5

Источником запасных частей, необходимых для продолжения эксплуатации таких автомобилей возрастной группы 10+, являются предприятия, не входящие в товаропроизводящую сеть заводов-изготовителей автомобилей, специализирующиеся на каком-либо виде продукции. Обычно эти предприятия специализи-

руются на производстве так называемых компонентов независимого спроса: элементов системы управления двигателя и электрооборудования, аккумуляторных батарей, приборов системы питания, элементов ходовой части, рулевых механизмов, подшипников, шин и дисков. Потребности в основных агрегатах, например, двигателях, коробках перемены передач, а также в кузовных элементах эти предприятия уже не обеспечивают, так как эти элементы имеют зависимый характер спроса, который зависит от объема продаж автомобилей на данном рынке, от марочной и модельной структуры рынка. Автомобили, преодолевшие, по мнению производителей, рациональные сроки эксплуатации, выпадают из сферы их интересов, поскольку практически не формируют выручку. Следовательно, единственными источниками запасных частей для собственников автомобилей являются производители «альтернативных» компонентов, а также предприятия, занимающиеся разборкой списанных или не подлежащих восстановлению после аварий автомобилей.

Многочисленные исследования, посвященные обеспечению работоспособности автомобилей сходятся к выводу, что для минимизации простоев автомобилей в ожидании ремонта или обслуживания, а, соответственно, для снижения потерь необходимо реализовывать агрегатный метод, технико-экономическую эффективность которого можно повысить, если применять его не только в условиях ремонтных производств, но и непосредственно у собственника автомобиля в рамках его эксплуатации.

Для более полного использования ресурса деталей и уменьшения расхода запасных частей номенклатуру узлов и агрегатов, хранимых на предприятиях утилизации для реализации клиентам, необходимо расширять с учетом ограничений, которые могут быть наложены на сферу ремонта автомобилей путем ограничения использования бывших в употреблении элементов [4, 5]. Учитывая высокую стоимость комплектных агрегатов, реализуемых в рамках комплектной стратегии ремонтного резервирования, в номенклатуру следует включать мелкие конструктивные элементы, а в отдельных случаях и быстро изнашивающиеся детали для реализации поддетальной стратегии ремонтного резервирования [6]. Наличие фонда расширенной номенклатуры позво-



ляет уменьшить время ожидания запасных частей клиентами, при одновременном более полном удовлетворении их потребностей.

Сущность комплектной стратегии агрегатно-узловой метода ремонта и устранения отказов автомобилей заключается в том, что по конкретной марке автомобиля определяют номенклатурный состав (перечень) сменных агрегатов и узлов, каждый из которых имеет собственный оптимальный межремонтный ресурс. Сменным узлом или агрегатом следует назвать легко заменяемый на автомобиле конструктивно автономный элемент (агрегат, узел, деталь), позволяющий наиболее полно использовать ресурсы его деталей.

При выявлении отказа в процессе эксплуатации собственник автомобиля самостоятельно или с помощью специалиста-консультанта определяет по внешним признакам отказавший (неработоспособный) узел. В более сложных случаях для установления места и причины отказа используют методы и средства диагностики. В процессе демонтажа неработоспособного узла собственник будет формировать запрос на приобретение искомого узла с условием минимальной цены. При таком условии главным источником сменных узлов будут не предприятия, занимающиеся реализацией новых (оригинальных и не оригинальных) агрегатов и узлов, а частные предложения от физических лиц или организаций, аккумулирующих фонды сменяемых агрегатов и узлов, исправных и имеющих приемлемый остаточный ресурс, образующихся при утилизации автомобилей.

Снятый с автомобиля неработоспособный агрегат или узел необходимо заменить годным, приобретенным из фонда предприятия утилизации при этом демонтированный агрегат может быть передан в рамках взаимозачета для последующей утилизации с разделением на составные материалы в условиях предприятия утилизации.

В зависимости от конструкции автомобиля, характера и вида отказа, уровень комплектности сменного узла может колебаться в широких пределах – от одной детали до агрегата.

В зависимости от конструкции, стоимости, величины и места расположения на автомобиле работоспособность сменного агрегата и узла может быть восстановлена устранением отказа

(без восстановления ресурса) или ремонтом (с восстановлением межремонтного ресурса).

Методика формирования номенклатуры сменных агрегатов и узлов должна базироваться на следующих принципах: учет размера и конструктивного исполнения сменного агрегата; учет ресурса деталей и сопряжений, объединенных в сменном узле.

Размер и конструктивное исполнение сменного агрегата или узла должны быть такими, чтобы время, затрачиваемое на его замену (снятие и установка), было минимальным [7]. Желательно чтобы сменный агрегат был конструктивно законченным, автономным элементом, легко отделяемым от автомобиля и не требующим сложных регулировочных и доводочных работ при его установке.

Например, при потере герметичности клапанов, износе клапанных втулок или трещине головки наиболее рентабельным сменным узлом будет головка блока в сборе. При отказе деталей цилиндропоршневой группы или кривошипно-шатунного механизма рентабельным сменным агрегатом будет двигатель в сборе.

Ресурсы деталей и сопряжений, объединенных в сменном агрегате или узле, должны быть по возможности близки или кратны друг другу. Этот фактор способствует более полному использованию ресурса основных деталей и сопряжений.

При выполнении текущего ремонта с реализацией поддетальной стратегии ремонтного резервирования можно полнее использовать ресурсы деталей и сопряжений и добиться минимального расхода запасных частей. Однако при этом может сократиться наработка автомобиля на отказ, что даже при наличии широкого выбора запасных частей приведет к увеличению суммарного времени простоя машины клиента предприятия, а само предприятие будет расходовать больше ресурсов на поддетальное хранение. Поэтому в процессе ремонта агрегата или узла необходимо не только заменять неисправную деталь, но и оценивать состояние смежных деталей и сопряжений, заменяя их в случае недостаточной величины остаточного ресурса. В этой ситуации наиболее благоприятным является такие сменные агрегаты и узлы, которые имеют близкие по величине ресурсы, формирующие комплект, и позволяющие достичь высоких показателей надежности в процессе последующей эксплуатации сменного узла.

Номенклатура хранимых агрегатов и узлов определяет оснащение предприятия утилизации автомобилей с перераспределением площади от зон дезагрегации автомобилей в пользу зон хранения демонтированных агрегатов и узлов, а сочетание этих зон должно приносить предприятию максимальную прибыль с учетом выручки от реализации извлеченных материалов или от комплектов агрегатов и узлов.

Уменьшения продолжительности простоя автомобилей во время ремонта и устранения эксплуатационных отказов можно достигнуть созданием и использованием собственником автомобиля обменного фонда узлов и агрегатов. Однако, для собственника автомобиля такой подход можно считать нерациональным из-за необходимости сковывать свободные финансовые средства в приобретенных узлах и агрегатах без четкой гарантии перспектив их использования. Подобный подход остается неоправданным даже если предположить, что стоимость приобретенных агрегатов сейчас будет существенно меньше, чем их стоимость в перспективе. Следовательно, спрос на обменные агрегаты и узлы должен быть обеспечен другим способом, а учитывая, что парк автомобилей в нашей стране отягощен автомобилями с большим сроком службы и эксплуатируются они до достижения предельного состояния [8, 9], таким решением могут стать фонды вторичных узлов и агрегатов предприятий утилизации автомобилей, поскольку собственники будут отдавать предпочтение агрегатам дешевым с приемлемым остаточным ресурсом, а не новым, даже несмотря на то, что они имеют максимальный ресурс [10].

Изменяя номенклатуру сменных агрегатов и узлов по каждой модели автомобиля, тем самым влияя на их технико-экономические характеристики и на удовлетворенность собственников автомобилей, можно определить оптимальный состав сменных агрегатов и узлов, который с учетом затрат на создание и поддержание фонда вторичных агрегатов и узлов обеспечит наименьшую удельную стоимость технического обслуживания и ремонта для собственников автомобилей и наибольшую прибыль для предприятия утилизации автомобилей. В общем виде это условие выглядит для собственника автомобиля:

$$\bar{C}_{\text{УТОР}} = \bar{t}_{\text{ПР}} \bar{C}_{\text{ПР}} + \sum_1^n \frac{\bar{C}_{\text{Рi}} + \bar{C}_{\text{ТОi}} + \bar{C}_{\text{ОФi}}}{\bar{T}_{\text{Пi}}} \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $\bar{C}_{\text{утор}}$  – средняя удельная стоимость технического обслуживания и ремонта автомобиля, руб./км;  $\bar{C}_{\text{пр}}$  – средняя стоимость одного часа простоя автомобиля, руб.;  $\bar{t}_{\text{пр}}$  – среднее время простоя автомобиля по техническим причинам за его полный ресурс, руб.;  $\bar{C}_{\text{рi}}$  – средняя суммарная стоимость ремонта агрегатов и узлов, руб.;  $\bar{C}_{\text{тоi}}$  – средняя суммарная стоимость технического обслуживания автомобиля, руб.;  $\bar{C}_{\text{офи}}$  – средняя суммарная стоимость создания и поддержания обменного фонда агрегатов и узлов за полный ресурс, руб.;  $\bar{T}_{\text{пi}}$  – средний полный ресурс автомобиля, км.;  $n$  – количество сменных агрегатов и узлов на автомобиле.

Как видно из выражения, определение оптимальной номенклатуры агрегатов и узлов по каждой модели автомобиля связано с большим объемом вычислительных работ при недостаточной точности исходных данных, особенно применительно к собственнику автомобиля. Однако в каждом конкретном случае решение этой задачи упрощается посредством учета таких факторов как размер и конструктивное исполнение сменного агрегата, а также учета ресурса деталей и сопряжений, объединенных в сменном узле.

На основе разработанной номенклатуры вторичных агрегатов и узлов рассчитывают размер фондов как для условий хранения у собственника автомобиля, что на практике не реализуется, так и для условий предприятий, где образуется фонд. При агрегатно-узловых заменах в рамках устранения отказов силами собственника автомобиля основное назначение фонда – уменьшить простои автомобилей по техническим причинам до оптимальной величины, при которой удельная стоимость их ремонта и технического обслуживания с учетом создания и содержания обменного фонда станет наименьшей. Применительно к автомобилю (1) примет вид:

$$\bar{C}_{\text{утор}} = \sum_1^n C_{\text{ски}} \rightarrow \min \quad (2)$$

где  $n$  – количество сменных агрегатов и узлов на автомобиле;  $C_{\text{ски}}$  – удельная стоимость ремонта и устранения отказов агрегатов и узлов при агрегатно-узловом методе (руб/км).



7. Формирование рынка вторичных запасных частей / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин, Ю. А. Лесконог, А. А. Ивлев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». 2015. № 3 (67). С. 33-39.
8. Рейтинги регионов по количеству новых и подержанных автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zr.ru/content/news/915493-rejtingi-regionov-po-kolichestvu>.
9. Структура парка выбывших из эксплуатации автомобилей. Перспективы изменения и использования. Г. Е. Митягин, Е. А. Авдеев, М. К. Бисенов, А. А. Лиходед // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 5. С. 119-124.
10. Создание фонда вторичных запасных частей / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин, Ю. А. Лесконог, А. А. Ивлев // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 102-104.
11. Митягин Г. Е., Дидманидзе О. Н. Основные принципы многоуровневого подхода к решению задач ресурсосбережения при утилизации автомобилей // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 3. С. 119-128.

## REFERENCES

1. Mitiagin G. E. Methods of creating a database of car recycling technologies. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 63-72.
2. Old age is not a joy. Available at: <http://zr.ru/content/news/926626-starost-ne-radost>.
3. Butov A. M. The market for new passenger cars. 2020. Moscow, Tsentr razvitiia NIU VShE, 2020. 89 s. Available at: [www.docviewer.yandex.ru/view/1130000031141624](http://www.docviewer.yandex.ru/view/1130000031141624).
4. Spare parts want to take control. Why car service stations can lose up to 80% of revenue due to amendments to the technical regulations] – Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4424405?query=zapret%20ispol'zovaniia%20vosstanovlennykh%20zapchastei>.
5. There will be more technical inspections. Why Russia wants to tighten the rules for car repair and tuning. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4558548?query=zapret%20ispol'zovaniia%20vosstanovlennykh%20zapchastei>.
6. Pavlov A. P. et al. Theory of the potential of operability and repair redundancy of reliability of aging technical systems. M, MADI, 2013, 104 p.
7. Aldoshin N. V., Lylin N. A., Leskonog Iu. A., Ivlev A. A. Formation of the secondary spare parts market. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniia vysshego professional'nogo obrazovaniia*

«*Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V. P. Goriachkina*», 2015, no. 3 (67), pp. 33-39.

8. Ratings of regions by the number of new and supported cars. Available at: <http://zr.ru/content/news/915493-rejtingi-regionov-po-kolichestvu>.

9. Mitiagin G. E., Avdeev E. A., Bisenov M. K., Likhoded A. A. The structure of the fleet of retired cars. Prospects for change and use. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2012, no. 5, pp. 119-124.

10. Aldoshin N. V., Lylin N. A., Leskonog Iu. A., Ivlev A. A. Creation of a secondary spare parts fund. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK*, 2015, vol. 29, no. 11, pp. 102-104.

11. Mitiagin G. E., Didmanidze O. N. The basic principles of a multi-level approach to solving the problems of resource saving in the disposal of cars. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 3, pp. 119-128.

***Об авторе:***

**Митягин Григорий Евгеньевич**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, [mityagin.msau-at@list.ru](mailto:mityagin.msau-at@list.ru).

***About the author:***

**Grigorii E. Mitiagin**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, [mityagin.msau-at@list.ru](mailto:mityagin.msau-at@list.ru).

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**С. Н. Девянин, А. Р. Зарикеев**

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

***Аннотация.** В статье приведено описание необходимых технических условий для работы электротранспорта. В частности, необходимые агрегаты и топливно-зарядочные комплексы для зарядки и подзарядки топливных элементов электротрактора.*

***Ключевые слова:** трактор; солнечные батареи; ветряная мельница; электротрактор.*

## ORGANIZATION OF WORK OF ELECTRIC TRANSPORT IN AGRICULTURAL CONDITIONS

**S. N. Devyanin, A. R. Zarikееv**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** Description of the necessary technical conditions for the operation of electric transport. In particular, the necessary units and fuel-charging complexes for charging and recharging the fuel cells of an electric tractor.*

***Keywords:** tractor; solar panels; windmill; electric tractor.*

Различная сельскохозяйственная техника с момента своего появления подвергается доработкам и модификациям. Это связано с необходимостью улучшать имеющиеся технические средства и упрощать работу не только в сельскохозяйственных условиях, но и вне её. Таким образом люди перешли от вспахивания полей средствами лошадей, волов и других животных до работы на первых тракторах, работающих на паровых двигателях. Дальнейшие доработки и улучшения техники привели к переходу на использование нефтепродуктов. Последующая работа в сфере доработки топливных элементов привела к появлению первого в СССР электротрактора, разработанного профессором Дидебулид-



зе А. И. В данном тракторе использовалось стандартное тракторное шасси, но в движение его приводил электродвигатель переменного тока с напряжением 220 В. Мощность его составляла 14,5 кВт (19,7 л.с.), а подача напряжения от топливного элемента производилась через гибкий кабель длиной 200...250 м, который наматывался на барабан.

Все последующие наработки по электротракторам не нашли своего применения в сельскохозяйственных условиях ввиду ряда сложностей, связанными с автономностью и длительностью работы (заряда) электротрактора. Дополнительными трудностями являются проблемы с должным обеспечением электроэнергией для обеспечения зарядки или подзарядки тяговых батарей. Данная проблема связана с особым типом питания электрической тяговой структуры транспортного средства. Для обеспечения необходимого напряжения в используемой сети требуется устанавливать инверторы постоянного тока, используемые в высоковольтных сетях. Таким образом, мы подходим к теме специальных зарядных станций для электротранспорта. Станции, предлагаемые на рынке, разнообразные по формам, используемым разъёмам и напряжению в сети. Поэтому для обеспечения полноценного и равномерного заряда, не повреждая структуру батареи, необходимо использовать станции, предлагаемые напрямую от производителя, либо сертифицированные им. Их относительная компактность позволяет устанавливать подобные устройства в ангарных или гаражных помещениях с достаточной степенью изоляции от влаги или пыли.

В случаях, если подвести высоковольтную сеть от электростанций не является возможным, возможно использование альтернативных источников энергии. Одним из таких источников является комплекс ветряных мельниц, являющих собой ветровую электростанцию (ВЭС) (рисунок 1). Преимуществом данных типов станций является использование экологически чистой и возобновляемой, а также неисчерпаемой энергии. Комплекс из трех-четырёх ветровых мельниц позволит обеспечивать электроэнергией средних размеров сельскохозяйственную ферму.



**Рисунок 1 – Ветряная электростанция**

Весомыми минусами для подобного рода установок является больших размеров территории для монтажа и их дальнейшего использования. Помимо больших размеров затруднением является необходимость устанавливать ВЭС на минимальном расстоянии 300 метров от жилых и рабочих помещений, что не всегда возможно. Помимо вышесказанного, можно также выделить шумовое загрязнение от ветровых установок (регламентируемый уровень шума до 35 дБ в ночное время и 45 дБ в дневное время) и низкочастотные вибрации. Таким образом, мы можем сделать вывод, что ветровые электростанции оправдывают себя только в малонаселённых регионах с необходимым уровнем ветров и малым процентом живности на используемой территории.

В южных регионах, где общая плотность населения выше, чем в северных регионах, нами предлагаются установки на основе солнечных батарей нового поколения. Их толщина позволяет устанавливать комплекс конструкций на крышах производственных или административных/жилых помещений, не занимая большую площадь. Если же количество помещений, которые не пригодны для использования, недостаточно, есть возможность устанавливать несколько солнечных панелей на отдельной территории. Как было сказано ранее, подобная система не занимает

большую площадь, обеспечивая достаточное количество энергии. Сочетание подобных систем в совокупности с городской высоковольтной сетью позволяет сократить расход электроэнергии, идущей от электростанций, от 40 % до 70 % в зависимости от количества потребителей энергии. К тому же, с развитием технологий, цены на солнечные батареи для гражданского потребления снизились на 25...30 % по сравнению с комплексами, используемыми до 2010 годов.



**Рисунок 2 – Солнечные батареи**

Одним из минусов конструкций, основанных на базе солнечных батарей, является их хрупкость. Небольшая механическая нагрузка на элемент может привести к его повреждению. Повреждённые элементы неремонтопригодны. Таким образом, при повреждении хотя бы одной части батареи, необходимо менять панель целиком. Дополнительным минусом системы солнечных батарей является требовательность к условиям эксплуатации. Если нет прямого солнца, КПД всей системы значительно снижается, что может быть критичным в ряде случаев.

В заключении хотелось бы сказать, что имеется большое количество возможностей для организации использования источников альтернативной энергии. В зависимости от регионов есть различные варианты систем и технических решений, которые по-

дойдут под особенности рельефа и погодных условий. Использование подобных систем позволит снизить количество затрачиваемой электроэнергии от сетей от 25...20 % до 65...70 % в зависимости от условий эксплуатации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мотор-колесо [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/мотор-колесо>.
2. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А., Пуляев Н. Н. Эффективность тягово-транспортных средств при использовании накопительной энергии : монография. Иркутск: Мегап rint, 2017.
3. Ветряные электростанции – ветроэнергетические установки (ВЭУ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [manbw.ru/analytics/wind-stations.html](http://manbw.ru/analytics/wind-stations.html).
4. Ветряная электростанция [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ветряная\\_электростанция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ветряная_электростанция).
5. Характеристики солнечных батарей [Электронный ресурс]. Режим доступа: [electrik.info/main/energy/1550-harakteristiki-solnechnyh-batarey.html](http://electrik.info/main/energy/1550-harakteristiki-solnechnyh-batarey.html).
6. Солнечная батарея [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная\\_батарея](https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_батарея).
7. Дидманидзе О. Н., Асадов Д. Г. О., Закарчевский О. В. Анализ современных типов гибридных энергоустановок // Международный научный журнал. 2011. № 2. С. 113-115.
8. Дидманидзе О. Н., Фетисов А. В., Строганов А. В. Срок службы аккумуляторных батарей электромобилей // Международный научный журнал. 2011. № 2. С. 118-120.
9. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Тимошенко Н. А. Обоснование нормативного срока службы машины на стадии ее создания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 54-58.
10. Пуляев Н. Н., Зарикеев А. Р. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения // Наука без границ. 2020. № 5 (45). С. 112-116.

## REFERENCES

1. Motor-wheel. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/motor-koleso>.
2. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Pulyaev N. N. Efficiency of traction vehicles when using storage energy. Irkutsk, Megaprint, 2017.

3. Wind power plants – wind power plants (WPP). Available at: <https://manbw.ru/analitycs/wind-stations.html>.
4. Wind power station. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Vetrianaia\\_elektrstantsiia](https://ru.wikipedia.org/wiki/Vetrianaia_elektrstantsiia).
5. Characteristics of solar panels. Available at: <http://elektrik.info/main/energy/1550-harakteristiki-solnechnyh-batarey.html>.
6. Solar Panel. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Solnechnaia\\_batareia](https://ru.wikipedia.org/wiki/Solnechnaia_batareia).
7. Didmanidze O. N., Asadov D. G. O., Zakarchevskii O. V. Analysis of modern types of hybrid power units. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2011, no. 2, pp. 113-115.
8. Didmanidze O. N., Fetisov A. V., Stroganov A. V. Service life of electric car storage batteries. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2011, no. 2, pp. 118-120.
9. Eidis A. L., Parliuk E. P., Timoshenko N. A. Justification of the standard service life of the machine at the stage of its creation. *Vestnik Brianskoï gosudarstvennoï sel'skokhoziaistvennoï akademii*, 2013, no. 2, pp. 54-58.
10. Pulyaev N. N., Zarikeev A. R. Tractors of agricultural appointment of a new generation. *Nauka bez granits*, 2020, no. 5 (45), pp. 112-116.

***Об авторах:***

**Девянин Сергей Николаевич**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, профессор, devta@rambler.ru.

**Зарикеев Александр Рустемович**, аспирант кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), allex\_legend@mail.ru.

***About the authors:***

**Sergey N. Devyanin**, professor of the Department of Tractors and Cars, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, devta@rambler.ru.

**Aleksandr R. Zarikeev**, graduate student of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), allex\_legend@mail.ru.

## УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ТРАКТОРИСТА ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИИ В КАБИНЕ ТРАКТОРА

**А. С. Кашакова, Ю. В. Старовойтова, Н. В. Перевозчикова**

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

*Аннотация.* В данной статье изложены материалы, посвященные воздействию вибрации на организм механизатора, и описана степень опасности воздействия колебаний.

*Ключевые слова:* условия труда; вибрационная нагруженность рабочего места оператора; воздействие вибрации на организм человека; механические колебания.

## IMPROVING THE WORKING CONDITIONS OF THE TRACTOR DRIVER BY REDUCING VIBRATION IN THE TRACTOR CAB

**A. S. Kashakova, Yu. V. Starovoitova, N. V. Perevozchikova**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

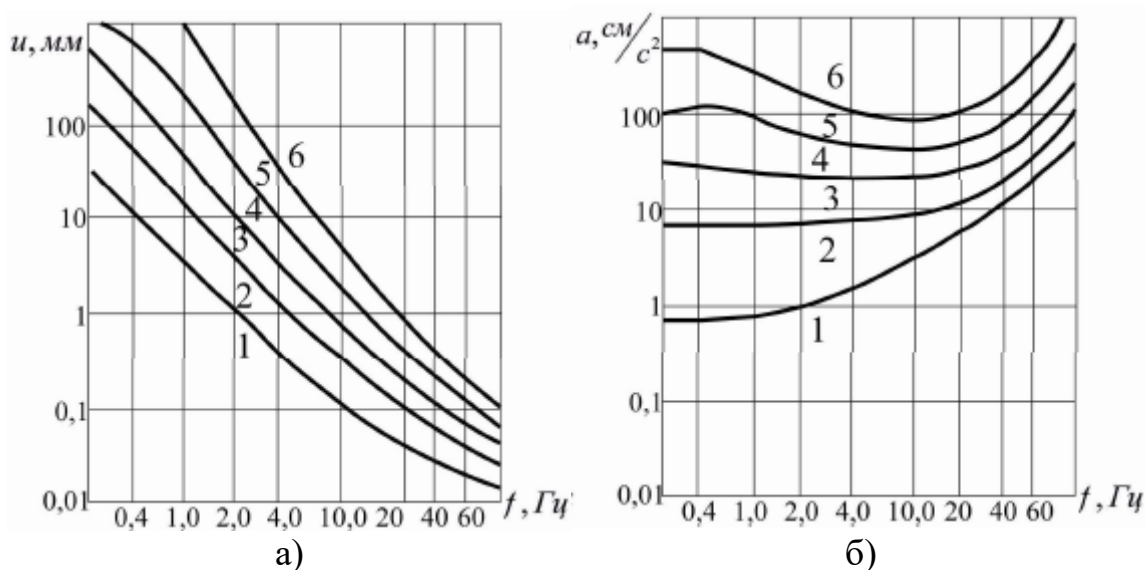
*Abstract.* This article presents materials on the impact of vibration on the body of the machine operator, and describes the degree of danger of exposure to vibrations.

*Keywords:* working conditions; vibration loading of the operator's workplace; impact of vibration on the human body; mechanical vibrations.

Механические колебания, которые передаются через плотные среды, газообразные и твердые с частотой до 16 Гц, называются вибрацией [1].

Учитывая постоянное улучшение конструкций кабин, механизаторы отечественных тракторов очень часто подвергаются воздействию следующих факторов: засоренность рабочего места выхлопными газами, неудобная рабочая поза, высокая температура и запыленность воздуха в кабине, и в придачу высокий уровень шума и вибрации. Последние два фактора являются не эпизоди-

ческими, а постоянными факторами и из-за этого они представляют еще большую угрозу [5]. Воздействие вибрационной нагрузки на оператора зависит от ее спектрального состава, направления, зоны приложения, длительности воздействия, а также от персональных особенностей человека. На рис. 1 показана суммарная качественная оценка субъективных ощущений, которые вызваны действием колебаний, в виде областей равного восприятия.

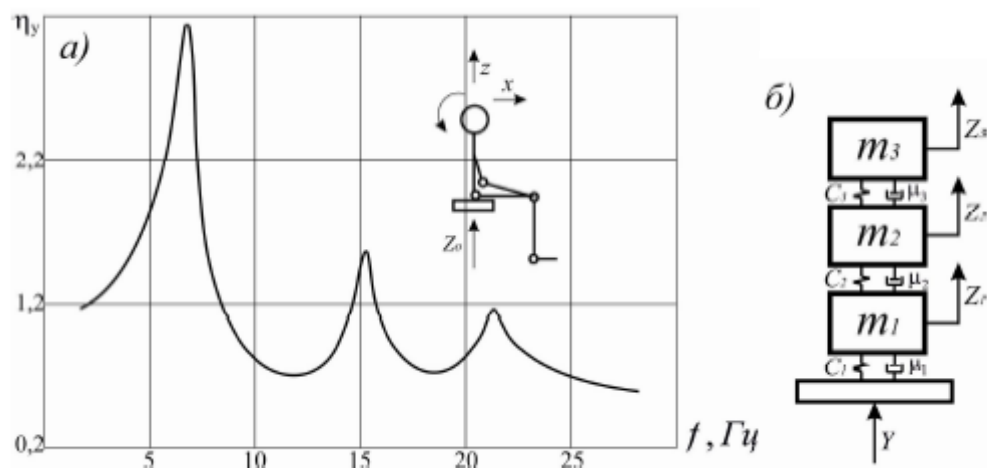


**Рисунок 1 – Области равного восприятия вибрации:**

а) в зависимости от виброперемещения и частоты; б) в зависимости от виброускорения и частоты; 1 – неощутимая; 2 – слабо оощутимая; 3 – хорошо оощутимая; 4 – сильно оощутимая; 5 – неприятная при длительном воздействии; 6 – неприятная при кратковременном воздействии

Уровень опасности воздействия вибрации зависит от множества факторов, таких как уровень и направление вибрации, а также частота и продолжительность воздействия на человека [2]. Вибрационную болезнь можно отнести к числу довольно распространенных и тяжелых по клиническим формам проявления патологии обморочных состояний. Вибрация непосредственно воздействует на человека, тем самым снижая его функциональные возможности и работоспособность. В условиях вибрационной нагруженности ухудшается острота зрения, координация движений, изменяются реакция и пороги чувствительности, ухудшается память. Сидящий человек находится под большим риском в первую очередь для поясничных позвонков и связанных с ними

нервных окончаний. В случае, если на оператора воздействуют большие механические напряжения, нарушения питания ткани диска могут привести к развитию дегенеративных процессов в поясничных сегментах позвоночника. По итогам многих медицинских исследований было выявлено, что наиболее высокую опасность с точки зрения здоровья механизатора представляют вибрационные нагрузки в диапазоне от 2...14 Гц, потому, что именно этот диапазон частот приводит к резонансным явлениям основных органов тела человека. В работах Пановко Г. Я. дано обоснование возможности рассматривать тело человека, испытывающего вибрационное воздействие, в виде различных дискретных моделей, которые отображают локальную вибрацию основных частей тела механизатора (рис. 2).



**Рисунок 2 – Моделирование тела человека:**

а) – амплитудно-частотные характеристики тела сидящего человека, измеренные в направлении вертикальной оси; б) – модель тела человека

По способу передачи на оператора вибрация делится на общую и локальную. Через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека передается общая вибрация. В свою очередь, локальная вибрация воспринимается через ноги, руки, предплечья человека [3].

В соответствии существующим санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.566-96, общую вибрацию по источнику ее возникновения подразделяют на такие категории как:

- транспортная вибрация, воздействующая на оператора на рабочих зонах подвижных машин при их движении по местности;



- транспортно-технологическая вибрация, которая влияет на механизаторов машин, которые перемещаются по специально подготовленным поверхностям производственных помещений;
- технологическая вибрация, которая влияет на механизаторов стационарных машин распространяющиеся на рабочие места, которые не имеют источников вибрации [1].

Общая вибрация с частотным диапазоном менее 0,7 Гц, определяемая как «качка», не приводит к вибрационной болезни, она может привести только к неприятным ощущениям (морская болезнь).

В данный момент широко используются модели человека континуального типа. А также, в исследованиях Палатинской И. П. манекены для изучения воздействия вибрации на тело человека с использованием пакетов программ, которые позволяют создавать конечноэлементные модели. В исследованиях создаются динамические биомеханические модели позвоночника человека-оператора и оценивается влияние амплитудно-частотных характеристик вибрационной нагруженности [4].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виброизоляция машин и виброзащита человека-оператора : сборник статей. Отв. ред. К. В. Фролов. М. : Наука, 1973. 194 с.
2. Андреева-Галанина Е. Ц., Дрогичина Э. А., Артамонова В. Г. Вибрационная болезнь. Л., 1961.
3. Амельченко Н. П., Ким В. А. Подвеска сиденья водителя колесного трактора. Могилев: Белорусско-Российский университет. 2006. 179 с.
4. Алешков Д. С., Столяров В. В., Суковин М. В. Снижение эквивалентного уровня вибрации методом совершенствования конструкций элементов виброзащиты строительно-дорожных машин // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 5 (30). С. 114.
5. Дидманидзе О. Н., Андреев О. П., Парлюк Е. П. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов. М. : 2017. 77 с.

## REFERENCES

1. Vibration isolation of machines and vibration protection of the human operator. Ed. K. V. Frolov. Moscow, Nauka, 1973, 194 p.

2. Andreeva-Galanina E. Ts., Drogichina E. A., Artamonova V. G. Vibration disease. Leningrad, 1961.
3. Amel'chenko N. P., Kim V. A. Wheel Tractor driver's seat suspension. Mogilev, Belorussko-Rossiiskii universitet, 2006, 179 p.
4. Aleshkov D. S., Stoliarov V. V., Sukovin M. V. Reducing the equivalent level of vibration by improving the design of vibration protection elements of road construction machines. *Internet-zhurnal Naukovedenie*, 2015, vol. 7, no. 5 (30), pp. 114.
5. Didmanidze O. N., Andreev O. P., Parliuk E. P. Optimization of parameters of machine and tractor units. Moscow, 2017, 77 p.

***Об авторах:***

**Кашакова Асель Серикжанкызы**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Старовойтова Юлия Викторовна**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Перевозчикова Наталия Васильевна**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, n.perevozchikova@rgau-msha.ru.

***About the authors:***

**Asel' S. Kashakova**, master's degree student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Yuliia V. Starovoitova**, master's degree student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Nataliia V. Perevozchikova**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, n.perevozchikova@rgau-msha.ru.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

**А. Е. Лелетко, Р. Н. Егоров**

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

***Аннотация.** В данной работе рассматриваются существующие методы планирования грузовых автомобильных перевозок через анализ программных продуктов, предложенных разработчиками. А также возможность информационной интеграции для повышения качества планирования и достижения автоматизации процесса.*

***Ключевые слова:** планирование; перевозки; грузовой автомобильный транспорт.*

## ROAD FREIGHT TRANSPORT PLANNING

**A. E. Leletko, R. N. Egorov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** In this paper, we consider the existing methods of planning road freight transportation through the analysis of software products proposed by developers. As well as the possibility of information integration to improve the quality of planning and achieve automation of the process.*

***Keywords:** planning; transportation; cargo road transport.*

### **Подходы в планировании перевозок**

1. В реалиях рыночных условий работу планирования на транспорте реализуют хозяйствующие субъекты сами. Рынок насыщен множеством функционирующих компаний в области транспорта. Заказы состоят из договоров долгосрочных, подразумевающих комплексное обслуживание транспортом, кроме того обслуживание случайных заявок. Спрос на услуги нестабилен и это затрудняет прогноз объёмов и структуру самих перевозок в конкретных условиях.

2. Объём за последнее время международных грузовых перевозок, реализуемых российскими предприятиями, вырос. Грузопотоки по территории нашей страны стали слабо предсказуемы ввиду нестабильности в производстве, а также в торговле.

3. В этих непростых обстоятельствах перед транспортными организациями остро стоит вопрос роста эффективности путём уменьшения расходов и снижения издержек. Фундаментальной задачей формирования и планирования работ в каждом автопредприятии будет оптимальное сочетание и применение всех ресурсов на производстве при максимальной реализации транспортной работы по транспортировке грузов и удобного обслуживания потребителей перевозками.

Существует несколько методов определения потребного количества автомобилей.

М. С. Ходош численность необходимых транспортных средств предлагает находить по зависимости:

$$A = \frac{Q}{U_{рд}} = \frac{Q}{n_{об}} \cdot q \cdot \gamma_c \quad (1)$$

где  $Q$  – объём груза, подлежащее транспортировке, т;  $U_{рд}$  – производительность одного транспортного средства за отработанный рабочий день, т.

В трудах А. В. Вельможина численность транспортных средств, необходимая для транспортировки каждого конкретного вида груза, предлагается находить, учитывая объём транспортировки  $Q_T$  по каждому конкретному виду груза, а также выработки транспортного средства за год  $W_{гт}$  по зависимости:

$$A_{ср.сп} = \frac{Q_T}{W_{гт}}, \quad (2)$$

где  $Q_T$  – объём транспортировки по каждому конкретному виду грузов, т;  $W_{гт}$  – выработка транспортным средством за год, т.

Горев А. Э. предлагает находить численность АТС, потребных для исполнения плановых объёмов работ, из выражения:

$$A_3 = CEILING \left( \frac{Q}{U_{р.д.}} \right), \quad (3)$$

где  $CEILING$  – функция, возвращающая целое ближайшее большее значение;  $Q$  – запланированный объём груза к транспор-

тировке за рабочую смену;  $U_{р.д.}$  – производительность транспортного средства за рабочую смену.

Нет в рассмотренных выше методиках единого алгоритма определения ТЭП работы транспортных средств на междугородных перевозках при сквозном методе движения.

Систематизация методов определения потребного числа автомобилей.

Допустимы 3 ситуации:

1. Заказчик отправляет заявку без временного жесткого ограничения сроков доставки ( $T_э$ ).  $T_{дост}$  согласовывается с заказчиком, отталкиваясь от численности и грузоподъёмности свободного существующего подвижного состава у перевозчика.

2. Заказчик жёстко оговаривает время реализации доставки, конкретизируя дату:

$$T_{дост} = T_э \quad (4)$$

3. Заказчик жёстко оговаривает верхний порог времени реализации доставки, груз обязан быть транспортирован до указанной даты:

$$T_{дост} < T_э \quad (5)$$

С увеличением масштабов задач в предприятии, в том числе транспортных, появляется необходимость автоматизации функций на всех уровнях планирования и реализации. Главными плюсами автоматизации процессов будут:

- снижение рутинной работы у персонала и ускорение работы;
- прозрачность деятельности структур и любые аналитические показатели в удобном представлении;
- использование оригинальных алгоритмов снижающих затраты;
- формирование, баланс и контроль рабочих планов.

Минусы:

- пропущенная ошибка будет программой автоматически множиться;
- увеличение затрат, связанных с созданием, внедрением и сопровождением программы;
- снижение качества транспортных процессов предприятия в процессе внедрения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобильные перевозки / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, А. М. Карев, Н. Н. Пуляев, Ю. Н. Ризаева, Г. Е. Митягин, Р. Н. Егоров, Е. П. Парлюк. М. : ФГБНУ Росинформагротех, 2018. 554 с.
2. Егоров Р. Н., Журилин А. Н. Обеспечение качества перевозки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 3. С. 62-67.
3. 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.
4. Парлюк Е. П. Управление разработкой и созданием инженерно-технических систем сельскохозяйственного назначения. М. : Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2019.
5. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
6. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А., Карев А. М. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах). 2015. Т. 1. № 287-2. С. 180-182.
7. Автотранспортные процессы и системы / А. М. Карев, Н. Н. Пуляев, Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин. М. : ООО УМЦ «Триада», 2016. 94 с.
8. 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.
9. Особенности перевозок сельскохозяйственных грузов / В.Л. Пильщиков, Ю.С. Коротких, Н.Н. Пуляев, А.Г. Гамидов. М. : ООО УМЦ «Триада», 2018. 68 с.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Karev A. M., Pulyaev N. N., Rizaeva Yu. N., Mitiagin G. E., Egorov R. N., Parliuk E. P. Road transport. Moscow, Rosinformagrotekh, 2018, 554 p.
2. Egorov R. N., Zhurilin A. N. Ensuring the quality of small-batch cargo transportation by road. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 3, pp. 62-67.
3. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Asadov D. G. O., Bogdanov V. S., Parliuk E. P., Ivanov S. A., Pulyaev N. N., Mitiagin G. E., Sil'ianov V. V. Technical operation of vehicles. Moscow, Rosinformagrotekh, 2017, 564 p.

4. Parliuk E. P. Management of development and creation of engineering and technical systems for agricultural purposes. Moscow, Mekhanizatsiia i elektrifikatsiia sel'skogo khoziaistva, 2019.
5. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.
6. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Karev A. M. The main directions of development of traction vehicles in the agro-industrial complex. *Doklady Timiriazevskoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2015, vol. 1, no. 287-2, pp. 180-182.
7. Karev A. M., Puliaev N. N., Egorov R. N., Zhurilin A. N. Road transport processes and systems. Moscow, ООО UMTs «Triada», 2016, 94 p.
8. Rizaeva Yu. N., Pil'shchikov V. L., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Planning of road transport in agriculture. Moscow, ООО «UMTs «Triada», 2018, 70 p.
9. Pil'shchikov V. L., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N., Gamidov A. G. Features of agricultural cargo transportation. Moscow, ООО UMTs «Triada», 2018, 68 p.

***Об авторах:***

**Лелетко Алексей Евгеньевич**, магистрант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), lejotko2012@yandex.ru.

**Егоров Роман Николаевич**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, egorov@rgau-msha.ru.

***About the authors:***

**Aleksei E. Leletko**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), lejotko2012@yandex.ru.

**Roman N. Egorov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, egorov@rgau-msha.ru.

**МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ,  
НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРОИЗВОДСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**О. В. Зубкова, Е. В. Новиков (научный руководитель)**

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

***Аннотация.** В статье рассматривается важность оказания мер поддержки государством отечественной автомобильной промышленности. Приведен перечень необходимых актуальных мероприятий государственной поддержки отечественного автопрома. Изучены меры, уже принятые государством в 2020 году и запланированные на 2021 год.*

***Ключевые слова:** государственное регулирование; темп развития; российский рынок автомобилей; рынок автомобилей; рыночная структура; государственное регулирование; особенности российского рынка.*

**STATE SUPPORT MEASURES AIMED AT INCREASING  
THE PRODUCTION EFFICIENCY AND COMPETITIVENESS  
OF VEHICLES**

**O. V. Zubkova, E. V. Novikov (research advisor)**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

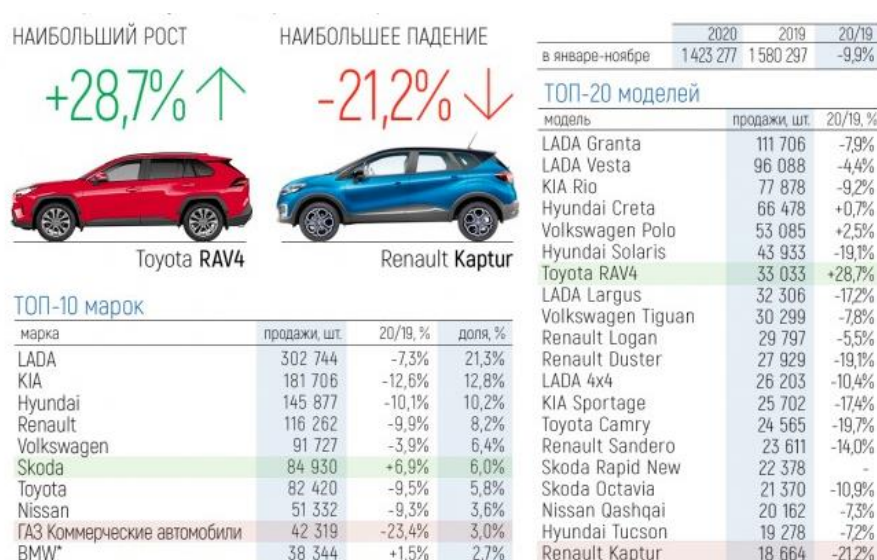
***Abstract.** The article discusses the importance of providing measures of state support to the domestic auto industry. The list of necessary urgent important measures of state support of the domestic auto industry is given. The measures already taken by the state in 2020 and planned for 2021 are examined.*

***Keywords:** state regulation; rate of development; Russian car market; car market; market structure; state regulation; peculiarities of the Russian market.*

В январе – ноябре 2020 в РФ было реализовано более 1,4 млн новых легковых автомобилей. Это на 9,9 % меньше, чем за тот же период 2019 года. Лидерство на российском рынке традиционно удерживает отечественная марка LADA – за 11 месяцев



ее продажи составили 302,7 тыс. единиц, снизившись на 7,3 %. Таким образом, ее доля оказалась равной 21,3 %. Далее в рейтинге следуют корейские бренды KIA (191,7 тыс. шт.) и Hyundai (145,9 тыс. шт.), которые также демонстрируют падение (на 12,6 % и 10,1 % соответственно). В ТОП-10 марок большинство показывают рыночное падение. Наибольшее падение – у отечественного GAZ (-23,4 %). В модельной структуре российского рынка первые две строчки занимают представители LADA. Лидером остается Granta – за 11 месяцев она разошлась тиражом в 111,7 тыс. единиц, что на 7,9 % меньше, чем год назад. На втором месте – Vesta, продажи которой сократились на 4,4 % до 96,1 тыс. машин. Звание лучшей иномарки по-прежнему сохраняет KIA Rio: в январе – ноябре реализация автомобилей этого семейства составила 77,9 тыс. единиц (-9,2 %) [3].

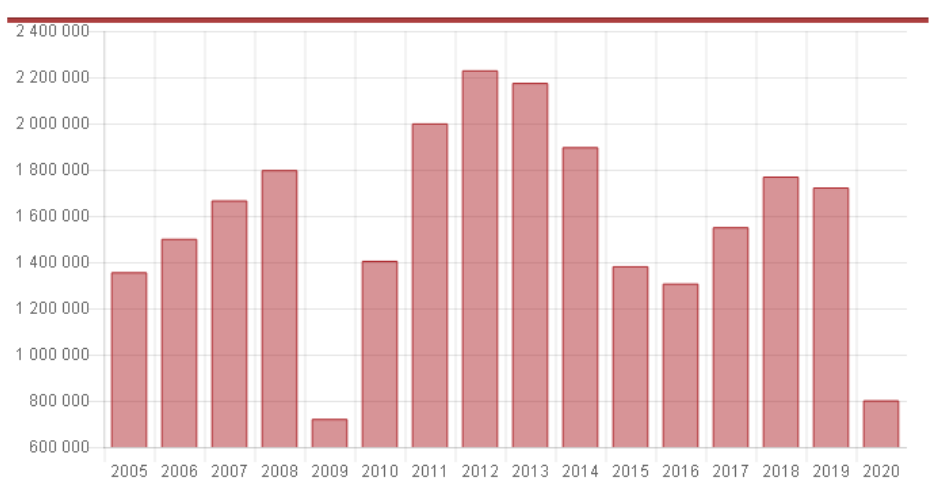


**Рисунок 1 – Продажи новых автомобилей в России за 11 месяцев 2020 года**

Автопром является уязвимой сферой для экономических кризисов. При этом, автомобильная промышленность находится под вниманием государства, которое принимает меры поддержки, направленные на повышение эффективности производства и конкурентоспособности автомобильной техники.

В частности, весной 2020 года принимались весомые антикризисные меры – было выделено дополнительно в автомобильную отрасль 25 млрд руб. (всего в 2020 г. – 56,1 млрд руб.). День-

ги были направлены на традиционные программы стимулирования спроса: льготное автокредитование, автолизинг и закупку техники для государственных нужд. Минпромторг в июле 2020 года запустил программу поддержки операционного лизинга произведенных в стране автомобилей, по которой субсидируется 25 %-ная скидка на авансовый платеж.



**Рисунок 2 – Итоги производства автомобилей в России**

В апреле 2020 года – на пике пандемии – падение продаж автомобилей в России составляло 75...78 % в зависимости от сегмента (легковые, грузовые, малотоннажные грузовые автомобили). При этом, например, в Великобритании снижение продаж легковых автомобилей за три квартала 2020 г. составило 33,2 %, во Франции – 28,9 %, в Германии – 25,5 %, Испании – 38,3 %, Италии – 34,2 %, Бразилии – 34,7 %, Индии – 28,9 %, США – 18,8 %. По этому показателю очень близок Китай, где продажи снизились на 12,4 %. Это значит, что принятые меры поддержки попали в точку и средства были выделены в достаточном объеме. По продажам легковых автомобилей за три квартала 2020 года Россия заняла 4-е место среди автомобильных рынков Европы (после Германии, Великобритании и Франции).

В рамках направления по господдержке льготного лизинга автомобилей Минпромторг России со второй половины 2020 года запустил новую программу операционного лизинга «Доступная аренда», предполагающую субсидирование части ежемесячного платежа в рамках сделок операционного лизинга – долгосрочной

аренды автомобиля без перехода прав собственности получателю, на которую были выделены средства в объеме 2,5 млрд руб.

В 2020 году производители еще получили 50 % субсидий (общий размер которых для отрасли оценивается в 200 млрд руб.) только за наличие заключенного специнвестконтракта (спик), который есть у всех основных производителей. Другую половину – пропорционально набранным баллам за локализацию относительно целевого уровня. В 2021 году за спик дадут 25 % субсидий, а с 2022 года вся поддержка будет распределяться по локализации.

Автопроизводитель может сам решать, за счет каких локализованных компонентов или материалов набрать необходимое количество баллов. Эти правила едины для всех участников российского рынка.

Еще одной важной кардинальной мерой поддержания автопрома является то, что Минпромторг с 2021 года запустит программу поддержки производства автокомпонентов. Министерство планирует софинансировать производство ключевых и перспективных технологических решений для компонентов автомобилей, сельхозтехники, строительно-дорожной техники совместно с ФРП (Фонд развития промышленности – создан для модернизации российской промышленности, организации новых производств и обеспечения импортозамещения). Отбор заявок на грант будет происходить на конкурсной основе, будет создан специальный технический совет, который будет этим заниматься. Доля господдержки будет составлять около 30 % от общего объема инвестиций в проект. Совокупный бюджет, включая инвестиции самих производителей по этой программе, оценивается более чем в 200 млрд руб. за 10 лет. Планируется, что смогут подать заявку на грант следующие проекты: проекты по производству компонентов для электротрансмиссии – редукторы, мотор-колеса, батареи; технологии «машинного зрения» – радары и лидары, видеокамеры. Также будут поддерживаться проекты, связанные с безопасностью пассажиров: производство активных и пассивных систем безопасности, различных датчиков. Технологические решения для автомобилей на водороде тоже предмет программы развития автокомпонентов и многое другое.

Также планируется поддержание стратегий развития беспилотного транспорта. Государство помогает развивать технологии автономности и другие технологические решения в автопроме путем субсидирования сертификации беспилотной техники. НАМИ в рамках госпрограммы помогает, так как сертификация – это дорогостоящий процесс. Кроме того, Минпромторг софинансирует соответствующие НИОКР. НТИ «Автонет», где Минпромторг является соруководителем, выдает гранты на разработку компонентов. Фонд развития промышленности – льготные займы под организацию их производства.

Планируется также активно поддержать производство беспилотников. До запуска производства нужно разработать основательную законодательную базу: о самих беспилотных транспортных средствах, о регулировании движения с их участием, о правилах обмена информацией в процессе движения [5].

Автозаводы представляют собой градообразующие предприятия таких городов, как Тольятти, Нижний Новгород, Набережные Челны. Они необходимы для формирования местного бюджета путем взимания налогов, для строительства жилья, строительства и функционирования дорожной инфраструктуры и логистики, в целом для поднятия экономики в регионе.

Основные векторы влияния на производство легковых автомобилей и комплектующих к ним в России:

- таможенные пошлины на ввоз иномарок;
- уровень спроса покупателей;
- вкусовые предпочтения покупателей.

В России в последнее время применяется опыт зарубежного автопрома в области создания и функционирования промышленных парков для поставщиков. Парк автомобильной промышленности – это площадка в непосредственной близости от основной производственной площадки, где производятся комплектующие, которые распределяются по отдельным частям сборочной линии в нужное время. В то же время автосборочный завод получает экономию на транспортных и складских расходах, одновременно повышая качество конечного продукта. Преимущество поставщика комплектующих заключается в повышении серийности изделия.

Пути повышения конкурентоспособности отечественного производства автокомпонентов:

- применение принципов концепции «бережливого производства»;
- многоуровневая система поставок – сборка крупных готовых модулей;
- приобретение ресурсов у местных поставщиков;
- широкое применение информационных технологий в области логистики;
- постоянное соблюдение стандартов качества.

Время, качество и гибкость являются одними из наиболее важных факторов в организации взаимодействия между производителями автокомпонентов и автосборочными заводами. Именно эти факторы оказывают влияние на возможность снижения общей себестоимости и конкурентные позиции на рынке конечной продукции легковых автомобилей.

Автозаводы стремятся минимизировать общую стоимость своих деталей и узлов, а также получить необходимый объем, необходимое качество и точно в срок, а продавцы – продать как можно дороже и в самых больших масштабах. Один из этих интересов является ключом к здоровому взаимодействию между потребителем и поставщиком.

АО «АвтоВАЗ», крупнейший заказчик предъявляет серьезные требования к поставщикам комплектующих и материалов в связи с разработкой новых моделей, качество которых, по планам правительства, должно соответствовать европейским стандартам. Волжский автозавод применяет способ работы с поставщиками: предприятиям предоставляется только 80 % годового объема деталей, необходимых заводу, а оставшиеся 20 % оставляют в опционе предлагать его тем, у кого более выгодные условия качества и цены.

Для того чтобы выжить в конкурентной борьбе на рынке автомобильных запчастей и комплектующих, местным поставщикам необходимо ставить перед собой такие стратегические задачи, как:

- повышение уровня обслуживания клиентов,
- повышение качества доставки,

- снижение себестоимости продукции,
- оптимизация логистической цепочки с внедрением новейших логистических методов в управление бизнес-процессами [4].

Основные меры государственной поддержки должны быть направлены на повышение эффективности производства и конкурентоспособности автомобильной техники. Для обеспечения укрепления автомобильной промышленности государство предпринимает меры с целью увеличения темпа по созданию условий для ускоренного технического переоснащения предприятий автопрома, обеспечивая:

1. создание крупных корпораций и компаний по производству автомобилей и автозапчастей;
2. организацию межведомственной системы контроля технического уровня, безопасности, ресурсных и других потребительских характеристик автомобильной техники в процессе эксплуатации;
3. совершенствование стандартизации и сертификации автомобильной техники и комплектующих;
4. создание базы данных и мониторинг межотраслевых научно-технических разработок, в том числе двойного назначения, для использования в автомобильной промышленности;
5. стимулирование работы в области фундаментальных и прикладных исследований;
6. создание особой экономической зоны для организации нового и модернизации существующего производства автокомпонентов;
7. сосредоточение фокуса внимания на мобилизации потенциала компаний автомобильной промышленности;
8. создание эффективной информационной поддержки и инфраструктуры;
9. создание системы управления человеческими ресурсами, удовлетворяющей потребностям собственного развития.

Главные меры поддержания государством развития отечественного автопрома:

- включение в действующие и разрабатываемые федеральные целевые программы наиболее важных с точки зрения создания

новых, высокоэффективных производств в области производства автокомпонентов;

- разработка программы развития автомобильной промышленности с иными странами;
- помощь в развитии системы финансового лизинга в сфере производства и продажи транспортных средств общего пользования;
- разработка положения об определении требований к утилизации списанных транспортных средств и регламента организации и проведения их утилизации;
- содействие в реализации инвестиционных проектов, реализуемых на территории Российской Федерации, с участием иностранных автомобильных компаний;
- обеспечение работы системы страхования автотранспорта и гражданской ответственности с учетом возраста транспортного средства;
- снижение таможенных пошлин на технологическое оборудование, детали, агрегаты, узлы, детали и узлы, не производимые в Российской Федерации;
- обновление автомобильных колонн войскового типа;
- закупка отечественной автомобильной техники для государственных нужд;
- стимулирование обновления парка автотранспортных средств;
- защита российского автомобильного рынка от импорта новых и подержанных автомобилей, а также автомобилей, не отвечающих требованиям действующих технических регламентов Российской Федерации;
- поддержание устойчивого спроса на продукцию предприятий российского автомобилестроения;
- стимулирование развития российских организаций – производителей подшипников [1, 2].

Для развития и поддержки отечественного автопрома очень важно и далее оказывать максимальную помощь государством. Следует продолжать применять уже внедренные меры, мероприятия, а также вводить новые, в том числе основываясь на зарубежном опыте.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков Е. В., Зубкова О. В. Исследование влияния методов государственного регулирования на обновление российского парка легковых автомобилей // Чтения академика В. Н. Болтинского: сборник статей семинара (22–24 января 2020 года). Ч. 2. М. : МЭСХ, 2020. 102 с.
2. Новиков Е. В., Зубкова О. В. Государственное регулирование в сфере технического обеспечения АПК // «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК» («ИнформАгро-2020»). М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020.
3. Лидеры и аутсайдеры авторыннка РФ за 11 месяцев 2020 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/46765/>.
4. Статистика и спрос на новые автомобили в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://auto.vercity.ru/statistics/production/europe/russia>.
5. Меры господдержки автопрома попали в точку [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/economics/characters/2020/11/02/845549-meri-gospodderzhki>.
6. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
7. Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. Развитие и современное состояние автомобилизации. М. : ООО «Автограф», 2018. 108 с.
8. Основные этапы развития тягового электропривода на кафедре тракторов и автомобилей / О. Н. Дидманидзе, С. А. Иванов, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // В сб.: Чтения Академика В. Н. Болтинского. 2020. С. 51-63.

## REFERENCES

1. Novikov E. V., Zubkova O. V. Study of the impact of state regulation methods on the renewal of the Russian passenger car fleet. *Chteniia akademika V. N. Boltinskogo*, part 2. Moscow, MESKh, 2020, 102 p.
2. Novikov E. V., Zubkova O. V. State regulation in the field of technical support of the agro-industrial complex. *Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiia APK («InformAgro-2020»)*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2020.
3. Leaders and outsiders of the Russian car market for 11 months of 2020. Available at: <https://www.autostat.ru/infographics/46765/>.
4. Statistics and demand for new cars in Russia. Available at: <https://auto.vercity.ru/statistics/production/europe/russia>.



5. Measures of state support for the automotive industry hit the nail on the head. Available at: <https://www.vedomosti.ru/economics/characters/2020/11/02/845549-meri-gospodderzhki>.

6. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.

7. Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Development and current state of motorization. Moscow, ООО «Автograf», 2018, 108 p.

8. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Parliuk E. P., Khakimov R. T. Main stages of development of traction electric drive at the department of tractors and automobiles. *Chteniia Akademika V. N. Boltinskogo*, 2020, pp. 51-63.

***Об авторах:***

**Зубкова Ольга Васильевна**, магистрант Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), olvas2008@yandex.ru.

**Новиков Евгений Валерьевич**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, novikov-111@yandex.ru.

***About the authors:***

**Ol'ga V. Zubkova**, master's degree student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Evgenii V. Novikov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, novikov-111@yandex.ru.

## ОБОСНОВАНИЕ ГАЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ НА ТРАКТОРЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Н. Н. Пуляев, М. Джапбаров**

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

***Аннотация.** В данной статье описаны основные тенденции развития сельскохозяйственных тракторов, особое внимание уделено тракторам с гибридной компоновкой тягового агрегата. Проводится обоснования работы машинотракторного агрегата. Предложена модель расчёта основных показателей, определяющих характер изменения момента сопротивления на валу электропривода во время сельскохозяйственных работ. Определено основное направление по эффективности использования такого вида тракторов.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство; трактора; машинно-тракторный агрегат; оптимальная энергоемкость.*

## JUSTIFICATION OF A GAS-ELECTRIC POWER PLANT ON AN AGRICULTURAL TRACTOR

**N. N. Pulyaev, M. Dzhapbarov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This article describes the main trends in the development of agricultural tractors, special attention is paid to tractors with a hybrid layout of the traction unit. The justification of the machine-tractor unit is carried out. A model for calculating the main indicators that determine the nature of the change in the moment of resistance on the shaft of the electric drive during agricultural work is proposed. The main direction of the efficiency of using this type of tractor is determined.*

***Keywords:** agriculture; tractors; machine-tractor unit; optimal energy consumption.*

Сельскохозяйственный трактор традиционно является полноприводной многофункциональной техникой, постоянно совер-

шенствующейся во всех направлениях начиная от шин заканчивая экономичным двигателем, передней и задней навеской с быстродействующей сцепкой, многодиапазонной коробкой передач с автоматическим переключением передач без разрыва потока мощности [1].

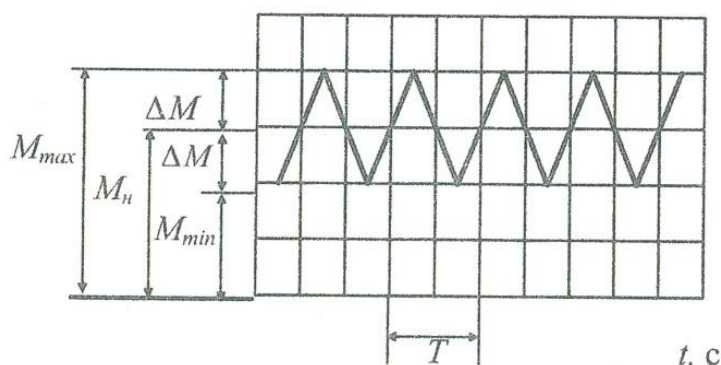
Но по-прежнему основным эксплуатационным показателем машинно-тракторного агрегата (МТА) является его производительность. Выполнение многих сельскохозяйственных работ производится при условии ограничения скорости движения МТА, небольших величинах тягового сопротивления, которые не дают возможности использовать всю мощность тракторного двигателя и не позволяют использовать наиболее экономичные режимы его работы. Кроме того, силы сопротивления движению тракторного агрегата имеют неустановившейся характер и во время работы непрерывно колеблются в довольно значительных пределах. Колебания нагрузки происходят в результате влияния микрорельефа поля, неоднородности почвы, особенностей технологического процесса выполняемой сельскохозяйственной операции, неравномерности сопротивления и многих других факторов. Колебательный характер нагрузки вызывает необходимость резервировать некоторую часть мощности тракторного двигателя для преодоления систематически возникающих пиковых сопротивлений движению [2].

В связи с необходимостью иметь резерв мощности тракторный агрегат приходится комплектовать таким образом, чтобы его средний приведенный к коленчатому валу момент сопротивления был несколько меньше номинального крутящего момента двигателя. Поэтому при определении потребной мощности тракторного двигателя при тяговом расчете учитывают резерв мощности в пределах 15...20 % [3].

Также не маловажным направлением является экобезопасность на сельскохозяйственном производстве. Необходимо отметить, что из всех отраслей народного хозяйства сельское хозяйство в наибольшей степени зависит от загрязнения окружающей среды. Использование в качестве топлива продуктов перегонки нефти приводит к выбросу огромного количества тяжелых металлов, попадающих в почву.

Изменение сопротивления при постоянной скорости трактора в момент проведения сельскохозяйственных работ носит колебательный характер, т. е. возникают неустановившиеся режимы работы. Для их устранения на трактор может быть установлена газо-электрическая силовая установка, основным элементом которой является электропривод, способный подавать энергию при увеличении нагрузки двигателя и восполнять ее от источника энергии, а также рекуперировать её при не полной загрузке [4].

Если принять во внимание основные показатели, определяющие характер изменения момента сопротивления ( $M_c$ ) на валу электропривода, предположим, что во время сельскохозяйственных работ трактор движется равномерно на определенной территории, почва имеет одинаковый растительный покров, влажность и механические показатели остаются неизменными. Затем нагрузка может быть представлена графиком, показанным на рис. 1.



**Рисунок 1 – Идеализированный характер изменения нагрузки сопротивления тракторного агрегата**

Из рис. 1 нагрузки видно, что:

$$M_n = \frac{M_{\max} + M_{\min}}{2}, \quad (1)$$

где  $M_n$  – номинальный момент развиваемый электроприводом, Н м.

Уровень неравномерности, характеризующий изменение момента сопротивления выражается коэффициентом:

$$\delta = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_n}, \quad (2)$$

Затем преобразовывая выражения (1) и (2) получим уравнение для определения приращения момента  $\pm\Delta M$ :

$$\Delta M = \frac{\delta}{2} M_n \quad (3)$$

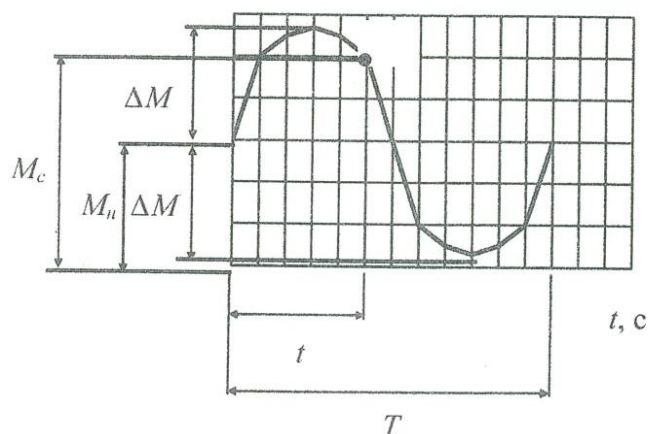
Другой показатель – период изменения  $T$ . Чем больше период  $T$ , т. е. чем дольше увеличивается ( $M_c$ ), тем значительнее влияние этого периода на работу привода [5].

Динамика изменения в момент сопротивления представляет собой сложную периодическую функцию, которую можно представить в виде конstitutивных синусоид различных колебаний, из которых одно фундаментальное колебание имеет наибольший период. Предположим, что нагрузка изменяется по синусоиде, показанной на рисунке 2 с периодом колебаний, равным  $T$  [6]. В данном случае для пульсирующего синусоидального характера нагрузки уравнения момента сопротивления для любого момента времени выражается как

$$M_c = M_n + \Delta M \sin \Omega t = M_n + \frac{\delta M_n}{2} \sin \Omega t = M_n \left( 1 + \frac{\delta}{2} \sin \Omega t \right), \quad (4)$$

где  $t$  – время, по истечении которого определяется величина  $M_c$ , с;

$$\Omega = \frac{2\pi}{T}.$$



**Рисунок 2 – Характер изменения нагрузки за период колебания**

Используя это выражение, мы можем построить диаграмму момента сопротивления как непрерывную цепь волн с всевозможными максимальными значениями функции  $\Delta M$  с периодами  $T$ .

Номинальный момент сопротивления на валу электропривода можно определить из выражения:

$$M_H = \frac{(F_H + f \cdot G_m) \cdot V_H}{\eta_{тр} \cdot \omega}, \quad (5)$$

где  $F_H$  – номинальная сила тяги на крюке, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления качению трактора при работе с номинальной силой тяги на крюке;  $G_T$  – вес трактора, Н;  $V_H$  – номинальная скорость движения трактора соответствующая номинальному тяговому усилию, м/с;  $\eta_{тр}$  – КПД трансмиссии.

Имея сведения из выражений (4) и (5) про значения номинального момента сопротивления и пульсирующего синусоидального характера его изменения на валу электропривода, преобразуем:

$$M_c = \frac{(F_H + f \cdot G_T) \cdot V_H \cdot \left(1 + \frac{\delta}{2} \sin \Omega t\right)}{\eta_{тр} \cdot \omega} \quad (6)$$

Неустановившиеся режимы, возникающие в электроприводе в результате изменения нагрузки, опишем уравнением движения привода:

$$M_{тэд} - M_H = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (7)$$

где  $J \frac{d\omega}{dt}$  – инерционный или динамический момент на валу электропривода, кг /м<sup>2</sup>

Используя полученные уравнения, можно провести моделирование характера работы трактора с газомоторным двигателем в зависимости от изменения момента сопротивления на валу электропривода [6].

Полностью учесть эти сложные явления аналитическими методами практически невозможно. В связи с этим оптимальная степень загрузки двигателя определяется в эксплуатационных расчетах с учетом существующих рекомендаций, полученных на основе обобщения результатов многих экспериментальных исследований. Условия оцениваются с помощью коэффициента вариации момента сил сопротивления на валу двигателя  $\delta$ . В качестве основного критерия ресурсосбережения используется минимальный удельный расход топлива двигателем:  $g \rightarrow \min$ , показа-

тели которого можно улучшить путём применения альтернативных видов топлива [7].

Оптимальную степень нагрузки двигателя в функции можно определять по значению  $M_c$  в соответствии с формулой (6).

Вариацию с критерием  $g \rightarrow \min$  по значению и соответственно энергоёмкости накопителя  $E_\Sigma$  (кДж) приведены в таблице для двигателей наиболее распространенных марок.

**Таблица – Оптимальная энергоёмкость накопителя  $E_\Sigma$  (кДж) в зависимости от коэффициента вариации момента сил сопротивления**

Двигатель	$E_\Sigma$ при		
	$\delta = 10 \%$	$\delta = 20 \%$	$\delta = 30 \%$
Д-243	60	120	180
ВТ-90-А	70	140	210
ЯМЗ-238	180	360	540

Таким образом, по данной методике расчёта можно рассчитать оптимальную частоту вращения вала двигателя при максимальной нагрузке. Для повышения эффективности работы автотракторного двигателя планируется использовать альтернативные виды топлива – природный газ, с целью получения минимального расхода топлива в изменяющихся условиях работы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С. Перспектива создания электрического трактора // В сборнике: Доклады ТСХА. 2019. С. 3-6.
2. Теория проектирования транспортных средств с комбинированными энергоустановками / Д. Г. О. Асадов, С. А. Иванов, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков. М. : ООО «Автограф», 2019. 119 с.
3. Гузалов А. С. Оценка технических характеристик силовых установок на базе трактора МТЗ-920 // В сб.: Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции. 2018. С. 77-86.
4. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.

5. Чутчева Ю. В., Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С. Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства // *Техника и оборудование для села*. 2020. № 9 (279). С. 2-5.
6. Столяров Д. М., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками // *Наука без границ*. 2019. № 6 (34). С. 56-59.
7. Новиков Е. В., Гузалов А. С. Тенденции развития мощностных показателей на автомобильных двигателях // В сб.: *Перспективные направления развития автотранспортного комплекса : сборник статей XIV Международной научно-практической конференции*. Пенза, 2020. С. 54-57.
8. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // В сб.: *Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения)*. Сборник статей семинара. Под редакцией М.Н. Ерохина. 2019. С. 19-28.
9. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А., Карев А. М. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК // *Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах)*. 2015. Т. 1. № 287-2. С. 180-182.
10. 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 «Росинформгротех», 2017. 564 с.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S. Prospects for creating an electric tractor. *Doklady TSKhA*. 2019. pp. 3-6.
2. Asadov D. G. O., Ivanov S. A., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. Theory of design of vehicles with combined power plants. Moscow, Avtograf, 2019, 119 p.
3. Guzalov A. S. Evaluation of technical characteristics of tractor-based power plants MTZ-920. *Avtotransportnaia tekhnika XXI veka*, 2018, pp. 77-86.
4. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The current level of development of engines with gas-engine and electric power plants on transport and traction vehicles. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
5. Chutcheva Yu. V., Pulyaev N. N., Korotkikh Yu. S. Promising directions of development of traction vehicles for agriculture. *Tekhnika i oborudovanie dlia sela*, 2020, no. 9 (279), pp. 2-5.



6. Stoliarov D. M., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Analysis of modern internal combustion engines with electric power plants. *Nauka bez granits*, 2019, no. 6 (34), pp. 56-59.
7. Novikov E. V., Guzalov A. S. Trends in the development of power indicators on automobile engines. *Perspektivnye napravleniia razvitiia avtotransportnogo kompleksa*, Penza, 2020, pp. 54-57.
8. M. N. Erokhin, O. N. Didmanidze, E. P. Parliuk, R. T. Khakimov Mathematical model of the process of combustion and heat release in the cylinder of a gas engine. *Chteniia akademika V.N. Boltinskogo*, 2019, pp. 19-28.
9. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Karev A. M. The main directions of development of traction vehicles in the agro-industrial complex. *Doklady Timiriazevskoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2015, vol. 1, no. 287-2, pp. 180-182.
10. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Asadov D. G. O., Bogdanov V. S., Parliuk E. P., Ivanov S. A., Pulyaev N. N., Mitiagin G. E., Sil'ianov V. V. Technical operation of vehicles. Moscow, Rosinformagrotekh, 2017, 564 p.

***Об авторах:***

**Пуляев Николай Николаевич**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8984-4426>, [inpo.msau@gmail.com](mailto:inpo.msau@gmail.com).

**Джапбаров Мердан**, магистрант Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Nikolai N. Pulyaev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8984-4426>, [inpo.msau@gmail.com](mailto:inpo.msau@gmail.com).

**Merdan Dzhapbarov**, master's degree student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИУРЕТАНОВОГО РАДИАТОРА НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАКТОРА**

**Е. П. Парлюк, А. В. Куриленко**

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

***Аннотация.** В целях реализации государственной программы развития газомоторной автотракторной техники, для улучшения теплового баланса газового двигателя был разработан новый перспективный радиатор системы охлаждения для тракторов семейства МТЗ 80. В основе радиатора заложена новая облегченная сердцевина с полиуретановыми пластинами с двенадцатью сквозными капиллярами для циркуляции охлаждающей жидкости в процессе теплообмена.*

***Ключевые слова:** полиуретан; радиатор; энергоэффективность;*

## **INFLUENCE OF THE THERMAL CHARACTERISTICS OF THE POLYURETHANE RADIATOR ON THE ENERGY EF- FICIENCY OF THE TRACTOR**

**E. P. Parlyuk, A. V. Kurilenko**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** In order to implement the state program for the development of gas-powered automotive equipment, to improve the thermal balance of the gas engine, a new promising radiator of the cooling system for tractors of the MTZ 80 family was developed. The radiator is based on a new lightweight core with polyurethane plates with twelve through capillaries for the circulation of the coolant during heat exchange.*

***Keywords:** polyurethane; radiator; energy efficiency.*

Неравномерное распределение температур в деталях, образующих камеру сгорания, обуславливается, в силу их конструктивных особенностей, происхождением различных тепловых потоков, неодинаковыми условиями теплообмена. Эта неравномер-

ность температур вызывает появление в деталях температурных напряжений, которые вместе с механическими напряжениями определяют их общее напряжённое состояние.

Температурное напряжение не зависит от абсолютных значений температур деталей. Однако, уровень температуры определяет величину предела прочности материала, уменьшая его при своём возрастании. Температурные напряжения характеризуются только температурным перепадом, предел прочности – только величиной температуры, а запас прочности, или степень напряженности, обоими факторами [3].

В связи с этим, необходимо последовательное развитие теории температурно-динамических свойств на основе принципов построения эксплуатационных свойств тракторов и автомобилей. Рассмотрение этой проблемы определяет: дальнейший поиск и научное обоснование измерителей и показателей оценки эффективности систем охлаждения; разработку методов, средств обслуживания для расчета и исследования этих систем; совершенствование рабочего процесса и конструкций теплообменных устройств, снижение их металлоемкости и массы, за счет применения новых экологически чистых безотходных технологий производства [2].

Увеличение общего количества подводимой теплоты к двигателю ведет к повышению температуры и температурных перепадов в деталях, непосредственно образующих камеру сгорания, ухудшая условия их работы. И часто именно температурные нагрузки деталей ограничивают дальнейшее повышение мощности ДВС. Механические напряжения, вызываемые силами давления газов и инерционными силами, относительно невелики. Однако, в совокупности с высокой температурой деталей, ведущей к ухудшению физико-химических свойств материала, изменению его структуры, они могут снизить предел прочности. Известно, что при увеличении температуры поршня с 280 до 300 градусов Цельсия предел прочности алюминиевых сплавов снижается до 15...20 % [4].

Температура детали двигателя определяется тепловым нагружением, зависящим от режима работы, организации рабочего процесса и конструкции двигателя, и интенсивностью охла-

ждения, зависящей от температуры и характера течения охлаждающей жидкости.

Передача теплоты от жидкости к внутренней поверхности трубок радиатора осуществляется конвекцией и теплопроводностью, через стенки трубок и охлаждающих пластин или лент – теплопроводностью, от наружных поверхностей трубок, пластин или лент – теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением. Теплообмен между двумя теплоносителями, которые разделяет теплопередающая стенка, характеризует коэффициент теплоотдачи, определяемый при чистых поверхностях теплообмена коэффициентами теплоотдачи со стороны греющего и нагреваемого теплоносителей [5].

Поскольку коэффициенты теплоотдачи теплоносителей в радиаторе отличаются более чем на порядок, то интенсификация теплоотдачи должна осуществляться между наружной поверхностью и воздухом, т. к. передача теплоты от жидкости, охлаждающей двигатель, в окружающую среду через радиатор лимитируется значительным термическим сопротивлением именно с воздушной стороны [1].

Охлаждающая система автотракторной техники является одним из наиболее уязвимых систем в отношении частоты отказов, возникновение которых приводит к ощутимым экономическим последствиям. В процессе эксплуатации в силу различных факторов теплорассеивающая способность теплообменников снижается. Исследования показывают, что теплорассеивающая способность теплообменников снижается до предельно допустимого уровня (15 %) быстрее, чем предусмотрено восстановление этого параметра на текущем ремонте при существующей в настоящее время планово-предупредительной системе ремонтов, однако количественная сторона этого вопроса не изучена. Снижение теплорассеивающей способности в эксплуатации приводит не только к рискам перегрева теплоносителей и сброса нагрузки ДВС в процессе работы, но и к перерасходу топлива в связи с более интенсивной работой вентиляторных установок для охлаждения теплоносителей. Начиная с определенного момента времени, издержки при эксплуатации АТТ с пониженной теплорассеивающей способностью теплообменника начинают превосходить стоимость работ по восстановлению его исходного состояния.

Своевременное обнаружение такого предельного состояния теплообменного оборудования АТТ и реализация превентивных мер по его предупреждению и устранению обуславливает необходимость поиска новых системных технических, методологических и технологических решений, позволяющих повысить надежность и эффективность составных частей систем охлаждения двигателей и сократить расходы на техническое содержание автотракторной техники в целом.

Из вышенаписанного можно составить список проблем требующих инженерных решений:

1. Разработать метод оперативной оценки состояния блочно-модульной системы двигателя, отличающийся тем, что используется информация бортовых средств диагностики без отвлечения автотракторной техники от эксплуатации.

2. Разработать метод определения рациональной периодичности проведения работ по восстановлению теплообменников блочно-модульной системы охлаждения, отличающийся тем, что он позволяет определить периодичность профилактических мероприятий по фактическому состоянию.

3. Определить зависимости фактического состояния теплообменников от наработки и условий эксплуатации автотракторной техники на примере сельскохозяйственной.

4. Установить аналитические зависимости эксплуатационных затрат в функции показателя состояния теплообменников блочно-модульной системы охлаждения сельскохозяйственной автотракторной техники.

5. Разработать проект изменений правил технического обслуживания и текущего ремонта двигателей автотракторной техники.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Improving Car Radiator Performance By using  $TiO_2$ -water Nanofluid // Engineering Science and Technology an International. 2017. November. Journal 67 (11). С. 22-38.

2. 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.

3. Радиатор с полиуретановой сердцевиной в блочной системе охлаждения двигателя / О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов, Е. П. Парлюк, Н. А. Большаков // В сб.: Проблемы совершенствования машин, оборудования и технологий в агропромышленном комплексе : материалы международной научно-технической конференции. 2019. С. 63-70.
4. Дидманидзе О. Н., Большаков Н. А., Хакимов Р. Т. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем // В сб.: Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под редакцией О. Н. Дидманидзе, Н. Е. Зимина, Д. В. Виноградова. 2018. С. 29-45.
5. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на тягово-транспортных средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
6. Пуляев Н. Н., Зарикеев А. Р. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения // Наука без границ. 2020. № 5 (45). С. 112-116.
7. Парлюк Е. П. Управление разработкой и созданием инженерно-технических систем сельскохозяйственного назначения. М. : Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2019.
8. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.

## REFERENCES

1. Improving Car Radiator Performance By using TiO<sub>2</sub>-water Nanofluid // Engineering Science and Technology an International, 2017, November, Journal 67 (11), S. 22-38.
2. Didmanidze O. N., Khakimov R. T., Parlyuk E. P., Rudomazin V. V. Scientific foundations of mathematical modeling of heat transfer processes in the heat exchanger of a traction vehicle. Moscow, Triada, 2020, 106 p.
3. Didmanidze O. N., Khakimov R. T., Parlyuk E. P., Bol'shakov N. A. Radiator with polyurethane core in the engine block cooling system. *Problemy sovershenstvovaniia mashin, oborudovaniia i tekhnologii v agropromyshlennom komplekse*, 2019, pp. 63-70.
4. Didmanidze O. N., Bol'shakov N. A., Khakimov R. T. Improving vehicle performance by improving cooling systems. *Avtotransportnaia tekhnika XXI veka*. Ed. O. N. Didmanidze, N. E. Zimin, D. V. Vinogradov, 2018, pp. 29-45.
5. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The current level of development of engines with gas-engine and electric power plants on

traction vehicles. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.

6. Pulyaev N. N., Zarikeev A. R. Tractors of agricultural appointment of a new generation. *Nauka bez granits*, 2020, no. 5 (45), pp. 112-116.

7. Parliuk E. P. Management of development and creation of engineering and technical systems for agricultural purposes. Moscow, Mekhanizatsiia i elektrifikatsiia sel'skogo khoziaistva, 2019.

8. Chutcheva Yu. V., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. To the issue of tractor's renewal in the Russian Federation. *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii*, 2020, no. 5, pp. 19-24.

***Об авторах:***

**Парлюк Екатерина Петровна**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат экономических наук, доцент, kparlyuk@rgau-msha.ru.

**Куриленко Алексей Викторович**, магистрант Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Ekaterina P. Parlyuk**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Economic), associate professor, kparlyuk@rgau-msha.ru.

**Aleksei V. Kurilenko**, master's degree student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## КОНЦЕПЦИЯ ВЫБОРА КРАТКОВРЕМЕННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАПУСКА ДВС

**К. А. Ишуточкина**

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

***Аннотация.** Электролитические конденсаторы и ионисторы являются источниками временного хранения заряда и обладают оптимальными свойствами для их использования в системе запуска двигателя в качестве частичного вытеснения кислотно-свинцовой аккумуляторной батареи, на фоне её некоторых отрицательных качеств. В статье рассматривается вопрос оценки и сравнения системы электрического запуска двигателя от конденсаторов и ионисторов, а также возможность их реализации на мобильной машине.*

***Ключевые слова:** запуск двигателя от конденсаторов; ионистор; суперконденсатор; свинцовая АКБ; запуск ДВС; ресурс аккумулятора.*

## THE CONCEPT OF CHOOSING A SHORT-TERM POWER SOURCE FOR THE ELECTRIC START SYSTEM OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**K. A. Ishutochkina**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** Electrolytic capacitors and ionistors are sources of temporary charge storage and have optimal properties for their use in the engine start system as a partial displacement of the acid-lead battery, against the background of its some negative qualities. The article deals with the evaluation and comparison of the electric motor start system from capacitors and ionistors, as well as the possibility of their implementation on a mobile machine.*

***Keywords:** starting the engine from capacitors; ionistor; supercapacitor; lead battery; starting the internal combustion engine; battery life.*

Система электрического запуска ДВС достаточно обширно используется в современной автотракторной технике. Основными



элементами ее конструкции являются стартер и аккумуляторная батарея (АКБ), которая является основным источником энергопотребления системы [1]. Стартерная аккумуляторная батарея обеспечивает энергией привод маховика при больших пусковых токах, а также поддерживает питание бортовой системы. Распространенным типом АКБ является свинцово-кислотная, так как её параметры удовлетворяют техническим требованиям эксплуатации автотракторных машин и запросам потребителей.

При эксплуатации свинцово-кислотной АКБ в холодных природно-климатических условиях возникают ряд проблем, которые ухудшают работоспособность источника питания [2]. В большей степени это связано со снижением ее емкости и, как следствие, пускового тока. Скорость химических реакций, протекающих в АКБ, снижается при малых температурах, и это приводит к ограничению образования зарядов на пластинах, а, следовательно, к снижению тока, питающего стартер. Помимо основной причины снижения заявленных технических характеристик, аккумуляторная батарея подвержена процессу сульфатации, а с увеличением разрядного тока ресурс АКБ снижается более активно, что проявляется именно в момент запуска двигателя. Из-за чего ресурс аккумуляторной батареи сравнительно небольшой и имеет период эксплуатации от 2-х до 7-ми лет, что на практике соответствует 4000...8000 циклов запуска двигателя. Ресурс АКБ также во многом зависит от качества изготовления её элементов, легирующего вещества свинцовых электродов, материалов сепаратора и т.д.

Размеры существующих кислотно-свинцовых АКБ обеспечивают достаточную электрическую мощность, необходимую для работы стартера при запуске ДВС, несмотря на то, что остальное электрооборудование мобильной машины такой мощности не требует. Поэтому большую часть АКБ можно сменить другими элементами питания, обладающими лучшими характеристиками токоотдачи в различных условиях, а габариты АКБ можно значительно уменьшить. Такими элементами питания можно считать электролитические конденсаторы и ионисторы (суперконденсаторы), обладающими достаточной энергетикой для работы стартера при запуске ДВС [3]. Следует отметить, что параметры ио-

нисторов и электролитических конденсаторов различны, как между собой, так и с разными типами аккумуляторов (табл. 1) [4].

**Таблица 1 – Основные параметры различных электрических источников питания**

Параметры	Электролитические конденсаторы	Ионисторы	Свинцово-кислотные АКБ	Литий-ионные АКБ (различные типы)
Энергоемкость, Вт·ч/кг	0,05...0,2	4...32	25...40	120...280
Энергоемкость, кДж/кг	0,18...0,72	14,4...115,2	90...144	432...864
Цена, руб./кДж	650...5000	700...3000	1,5...7	5...45
Цена, руб./кг	150...3600	300...500	300...500	4200...17400
Количество полных циклов заряда/разряда до потери 20% емкости	1000000...5000000	100000...500000	2000...5000	600...15000
Диапазон рабочих температур, t°С	-50...105	-40...85	-40...70	-20...65
Среднее время зарядки допустимым током, с	0,1...2,0	5...30	36000...50000	900...1800

По различным данным видно, что ионисторы обладают намного большей энергоёмкостью, чем конденсаторы, но при этом они сопоставимы по цене за единицу накопленной энергии, что делает их более выигрышным вариантом. Кроме прочего электролитические конденсаторы могут иметь основной запас энергии за счёт более высокого напряжения, чем ионисторы, которые в свою очередь наоборот обладают обычно намного большей ёмкостью. Известно, что энергия, накопленная конденсатором, определяется по закону [5]:

$$W = \frac{CU^2}{2},$$

где  $C$  – ёмкость конденсатора или ионистора,  $U$  – напряжение.

Поэтому из рациональных соображений энергию в таких системах выгоднее образовывать именно за счёт увеличения напряжения, что не позволяет сделать физический принцип работы ионисторов [6], вынуждая соединять их последовательно. Это потребует увеличения количества электронных систем для контроля каждого ионистора в отдельности и накладывает ряд неудобств. С электролитическими конденсаторами такой проблемы не возникает, и их напряжение определяется лишь технологией конструкции. Более высокое напряжение позволяет снизить ток в цепи при такой же электрической мощности, однако верхний предел по напряжению может ограничиваться требованиями безопасной эксплуатации. Поэтому такие системы должны иметь предельные параметры по напряжению, а также систему дополнительной защиты в целях безопасности человека.

Несмотря на ряд преимуществ высоковольтных систем питания они накладывают много ограничений по требованиям к безопасной эксплуатации мобильной машины, что затрудняет их реализацию, кроме этого нужно учитывать, что бортовая система машины низковольтная, а значит она потребует использование дополнительного преобразователя напряжения, КПД которых на современном уровне находится в области 90...95 %. Однако такие системы используются в электрических трансмиссиях, в том числе в гибридных силовых агрегатах, где есть необходимость минимизации потерь для передачи большой мощности электроприводу [7].

Для ионисторов такие преобразователи не требуются, так как их рабочее напряжение такое же, как и у бортового электрооборудования. Для них необходима лишь система периодической подзарядки от сети мобильной машины без каких-либо дополнительных потерь. Потери на нагрев проводки при больших пусковых токах можно скомпенсировать более близким местом расположения ионисторов от стартера. При этом нагрев ионисторов от двигателя не является столь критичным, так как их предельные температуры работы сравнимо высоки и составляют порядка 85°C. Поэтому с учётом более высокой энергоёмкости чем у электролитических конденсаторов их использование выгоднее с точки зрения потребительских свойств.

Современные ионисторы стали более компактные и ёмкие и с ростом технологического уровня за последние 20 лет их объём снизился в 5...10 раз, а вес в 20...30. Например ионистор ИКЭ 28/40 при объёме 15 л имел вес 32 кг, ёмкость 100 Ф и напряжение 28 В, что свидетельствует о максимальной накопленной энергии 39,2 кДж. Если рассматривать современный ионистор, например QINFEN HJCAP ёмкостью 700 Ф и напряжением 2,7 В, его объём составляет 0,25 л, при весе 0,5 кг, и имеет энергию 2,55 кДж. При энергетике ниже в 15,4 раза он имеет вес в 64 раза меньше и объём в 60 раз, что примерно в 4 раза больше чем изменение энергии. Это открывает очередную возможность для потребительского использования подобных систем на автотракторной технике, об этом свидетельствуют и некоторые исследования, проведённые в этой области [8].

На практике такие системы уже используются автолюбителями для экономии ресурса АКБ и облегчения запуска двигателя в холодный период. Но условия работы таких систем, их параметры и данные по эксплуатации практически нигде не опубликованы и достоверной информации в этой области практически нет. Кроме этого исследования по сравнению конденсаторной и ионисторной системы запуска ДВС не проводились, а только рассматривались по отдельности, что не обеспечивает полноту данных по этой тематике.

Таким образом, для сравнения систем запуска ДВС с помощью ионисторов и электролитических конденсаторов кроме сравнения параметров требуется математическое моделирование работы таких систем и экспериментальное исследование подтверждающее достоверность моделирования.

По предварительным данным показано, что ионисторы являются более перспективными элементами питания в системах электрического запуска двигателя чем электролитические конденсаторы, так как они имеют оптимальные потребительские свойства. Вместе с тем их энергоёмкость выше, чем у электролитических конденсаторов практически в 100 раз при сопоставимой цене в энергетическом эквиваленте в среднем 2000...3000 руб/кДж. Ионисторы, являясь электрохимическими преобразователями уступают лишь конденсаторам по количеству циклов разрядки-зарядки в 10 раз и по более узкому температур-

ному диапазону, который на 10°C снижен в положительную и отрицательную сторону, что по большей части не является критичным для их дальнейшего использования в подобных системах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Горячая линия–Телеком, 2006. 440 с.
2. Ишуточкина К. А. Система автоматического перезапуска ДВС // В сб.: Сборник студенческих научных работ. По материалам докладов 72-й Международной студенческой научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения А. Г. Дояренко. 2019. С. 111-112.
3. Ишуточкина К. А. Выбор типа источника электрической энергии с целью повышения эффективности запуска ДВС // В сб.: Чтения Академика В. Н. Болтинского. Сборник статей семинара. 2020. С. 52-57.
4. Бижаев А. В. Оценка параметров трактора с электроприводным силовым агрегатом // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. № 4. С. 0-0. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-0-0.
5. Строганов В. И., Козловский В. Н. Моделирование систем электромобилей и автомобилей с комбинированной силовой установкой в процессах проектирования и производства. М. : МАДИ, 2014. 264 с.
6. Деспотули А., Андреева А. Суперконденсаторы для электроники (часть 1) // Современная электроника. 2006. № 5. С. 10-14.
7. Бижаев А. В. Проблемы выбора типа привода силового агрегата трактора на электрической тяге // В сб.: Чтения Академика В. Н. Болтинского. 2020. С. 247-252.
8. Иванов С. А. Повышение эффективности функционирования тягово-транспортных средств при использовании накопителей энергии // Международный научный журнал. 2013. № 4. С. 92-96.

## REFERENCES

1. Iutt V. E. Electrical equipment of cars. Moscow, Goriachaia liniia-Telekom, 2006, 440 p.
2. Ishutochkina K. A. Automatic engine restart system. *Sbornik studentcheskikh nauchnykh rabot*. 2019, pp. 111-112.
3. Ishutochkina K. A. Selecting the type of electric power source to improve the efficiency of starting the internal combustion engine. *Chteniia Akademika V. N. Boltinskogo*. 2020, pp. 52-57.
4. Bizhaev A. V. Evaluation of the parameters of a tractor with an electric power unit. *Sel'skokhoziaistvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020, vol. 14, no. 4, pp. 0-0. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-0-0.

5. Stroganov V. I., Kozlovskii V. N. Modeling of systems of electric vehicles and cars with a combined power plant in the design and production processes. Moscow, MADI, 2014, 264 p.
6. Despotuli A., Andreeva A. Supercapacitors for electronics (part 1). *Sovremennaiia elektronika*, 2006, no. 5, pp. 10-14.
7. Bizhaev A. V Problems of choosing the type of electric tractor power unit drive. *Chteniia Akademika V. N. Boltinskogo*, 2020, pp. 247-252.
8. Ivanov S. A. Improving the efficiency of traction vehicles when using energy storage devices. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2013, no. 4, pp. 92-96.

***Об авторе:***

**Ишуточкина Кристина Александровна**, инженер кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), kishutochkina@mail.ru.

***About the author:***

**Kristina A. Ishutochkina**, engineer of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), kishutochkina@mail.ru.

## ОЦЕНКА ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ТЯГОВО-ПРИВОДНЫХ МАШИНОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

**А. Н. Симоненко, А. А. Костин**

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

*Аннотация.* Проведен обзор состояния топливной экономичности тягово-приводных агрегатов и предложен новый показатель, позволяющий оценить работу уборочных агрегатов.

*Ключевые слова:* характеристика тягово-приводного агрегата; крюковое усилие; топливная экономичность; удельный расход топлива; производительность.

## ESTIMATES OF FUEL EFFICIENCY OF TRACTION-DRIVEN MACHINE-TRACTOR UNITS

**A. N. Simonenko, A. A. Kostin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* A review of the state of fuel efficiency of traction and drive units is carried out and a new indicator is proposed to assess the performance of harvesting units.

*Keywords:* characteristics of the traction and drive unit; hook force; fuel efficiency; specific fuel consumption; performance.

Использование тяговой характеристики трактора применяют для составления агрегатов с оценкой его энергетических показателей и, для оценки топливной экономичности, применяют удельный крюковой расход топлива, представляющий собой отношение часового расхода топлива двигателя  $G_T$  к мощности трактора на крюке  $N_{кр}$ :  $g_{кр} = G_T/N_{кр}$ . В дальнейшем этот показатель используется для выбора режима работы (передачи в коробке, настройках) и расчета необходимого количества топлива при выполнении объема работы [1].

При работе тягово-приводного агрегата (ТПА) мощность двигателя расходуется в сумме на отбор мощности через вал отбора мощности (ВОМ) и на ходовую часть. В зависимости от внешних условий их соотношение может в достаточно широких пределах варьироваться, но при этом не превышать номинальную мощность. Ещё одно ограничение накладывается для большинства подобных агрегатов – это стандартная частота вращения ВОМ: 540 или 1000 об/мин [1].

Метод составления ТПА на этапе проектирования (составления агрегата) предложен в [2], заключающийся в расчёте приведенного тягового сопротивления на крюке трактора  $P_{пр}$ , от нагрузки на ВОМ и суммировании её с силой сопротивления  $P_{\Sigma c}$  движению агрегируемой машины. Определение действительной скорости движения агрегата предлагается решать графоаналитическим способом (рис. 1). На графики действительных скоростей тяговой характеристик накладывается кривая общего тягового сопротивления  $P_{об}$ , равная сумме указанных выше сил. При этом сложность состоит в том, что  $P_{об}$ , как и  $P_{\Sigma c}$  являются функциями скорости. Также  $P_{\Sigma c}$  представлена в вероятностном характере (кривая распределения, диаграмма), а приведенная сила  $P_{пр}$  представлена в детерминированном виде. Хотя по физике процесса она также имеет колебательный характер и имеет свою вероятностную характеристику распределения, что не логично рассматривать  $P_{пр}$  в вероятностном смысле.

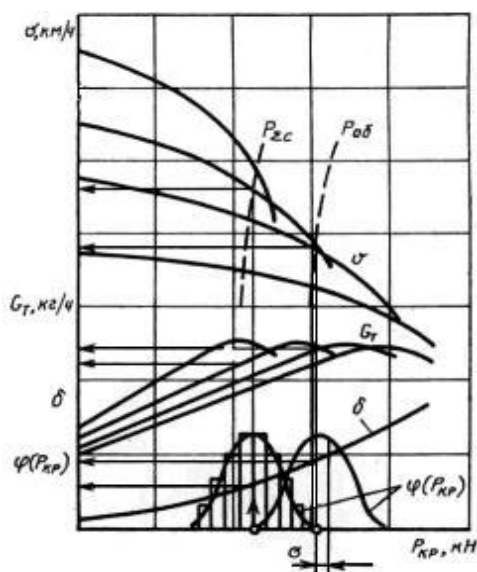


Рисунок 1 – Характеристика совмещения ТПА



Среднюю рабочую скорость для ТПА определяют с учетом буксования при общем тяговом сопротивлении, хотя буксование определяет силой тяги на крюке трактора при перемещении той же самой машины. Таким образом рабочая скорость агрегата получается завышенной:

$$V_p = V_{oc} \left( \frac{1 - \delta}{1 - \delta_0} \right), \quad (1)$$

где  $\delta$  и  $\delta_0$  – коэффициенты буксования агрегата и общем тяговым сопротивлении соответственно.

Также в [2] предлагается в результате построения характеристики совмещения оценивать топливную экономичность агрегата часовым расходом топлива  $G_T$ , что на наш взгляд недостаточно для анализа и выбора оптимального режима работы. Также, как и для тяговых агрегатов [1], необходимо сравнивать удельные показатели расхода топлива. Учитывая большое разнообразие выполнения ТПА различных работ, остановимся на уборочных операциях.

Для сравнения удельных расходов топлива целесообразно знать сколько топлива необходимо затратить на единицу полученной продукции при работе ТПА. Удельный расход топлива уборочных ТПА целесообразно определить как:

$$g_{пр} = \frac{G_T}{W}, \quad (2)$$

где  $G_T$  – часовой расход топлива, кг/час;

$W$  – производительность, т/ч,

$$W = U \cdot B \cdot V \quad (3)$$

где  $U$  – урожайность, т/га;

$B$  – ширина захвата, м;

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зангиев А. А., Шпилько А. В., Левшин А. Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М. : КолосС, 2004. 320 с.
2. ГОСТ 24056-88. Методы эксплуатационно-технологической оценки машин на этапе проектирования. М. : Издательство стандартов, 1988.
3. Дидманидзе О. Н., Андреев О. П., Парлюк Е. П. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов. М. : 2017. 77 с.

4. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.

## REFERENCES

1. Zangiev A. A., Shpil'ko A. V., Levshin A. G. Operation of the machine and tractor fleet. Moscow, KolosS, 2004, 320 p.
2. GOST 24056-88. Methods of operational and technological evaluation of machines at the design stage. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1988.
3. Didmanidze O. N., Andreev O. P., Parliuk E. P. Optimization of parameters of machine and tractor units. Moscow, 2017, 77 p.
4. Eidis A. L., Parliuk E. P., Eremeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.

### *Об авторах:*

**Симоненко Анатолий Николаевич**, старший преподаватель кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), simanatol@rgau-msha.ru.

**Костин Александр Алексеевич**, магистрант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### *About the authors:*

**Anatolij N. Simonenko**, senior lecturer of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), simanatol@rgau-msha.ru.

**Aleksandr A. Kostin**, master's degree student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

**Д. Р. Горбачев, А. Ф. Чеха**

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

***Аннотация.** В данной статье проведён анализ состояния машинно-тракторного парка в РФ, на основании которого выявлены направления исследования, направленные на поддержание работоспособности основных агрегатов и узлов сельскохозяйственных машин. Рассмотрены основные типы покрытий, используемых в настоящее время, а также требования, предъявляемые к ним. Для дальнейшего рационального и качественного использования защитных покрытий предлагается использование специального программного обеспечения.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство; машины и оборудование; износостойкие покрытия; антифрикционные покрытия.*

## ANALYSIS OF MATERIALS USED FOR COATING

**D. R. Gorbachev, A. F. Chekha**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This article analyzes the state of the machine and tractor fleet in the Russian Federation, on the basis of which research directions are identified, aimed at maintaining the operability of the main units and components of agricultural machines. The main types of coatings used at present, as well as the requirements for them, are considered. For further rational and high-quality use of protective coatings, it is proposed to use special software.*

***Keywords:** agriculture; machinery and equipment; wear-resistant coatings; anti-friction coatings.*

В настоящее время в агропромышленном комплексе России актуальной проблемой является восстановление и укрепление основных деталей сельскохозяйственных машин и оборудования. Машины и оборудование, работающие в агрессивной среде очень изношены и требуют ремонта. С середины 1990-х годов доля

мощностей парка агропромышленного комплекса иностранной продукции, используемых российскими компаниями, неуклонно растет. Использование импортных сельскохозяйственных машин и оборудования одновременно связано с рядом технико-экономических рисков и трудностей в эксплуатации.

Анализ показал, что 85...90 % деталей машин выходят из строя из-за механического, абразивного, гидроабразивного, коррозионно-механического и окислительного износа, а 75 % списанных деталей подлежат ремонту. Срок поставки импортных комплектующих и крупных агрегатов сложной конструкции достигает 30 недель и ставит сельхозтоваропроизводителей в зависимость от зарубежных дилеров. Восстановление детали в 1,5...2,5 раза дешевле новых деталей российского производства и в 3...10 раз дешевле новых деталей иностранного производства, а по параметру работоспособности, как правило, ненамного ниже новых [1].

Значительное увеличение параметра работоспособности возможно при рациональном использовании металлополимерных покрытий и порошковых твердых сплавов, использование которых постоянно увеличивается как в нашей стране, так и за рубежом. Одним из перспективных, современных и эффективных технологических методов нанесения композиционных материалов на поверхность изнашиваемых деталей является плазменное напыление и плазменная обработка поверхности, наилучшим образом отвечающие техническим и технологическим требованиям (высокая производительность, широкое легирование наносимых покрытий, широкий диапазон подвода тепла к материалам подложек и наполнителей, возможность нанесения любых шпатлевочных материалов и др.).

Для получения покрытий с заданными свойствами необходимо в полной мере использовать возможности современного программного обеспечения при проектировании покрытий и выборе рациональных технологических режимов их использования.

На основе анализа условий эксплуатации, характера нагрузок и причин выхода из строя узлов и деталей сельскохозяйственной техники и машин можно определить типы покрытий, которые лучше всего использовать для восстановления и упрочнения этих частей.

На рис. 1 показаны основные типы покрытий, используемых в настоящее время в промышленности [2]. Для решения проблем с восстановлением и упрочнением деталей машин и агрегатов агропромышленного комплекса наиболее актуальным является использование покрытий, стойких к износу, трению и эрозии.



Рисунок 1 – Основные виды метало-защитных покрытий

Износостойкие покрытия. Целью нанесения износостойких покрытий является восстановление утраченной поверхности и придание ей свойств, как правило, превышающих свойства новой детали. На рис. 2 представлены основные требования, предъявляемые износостойкими покрытиями к выбору материала покрытия и технологического процесса их нанесения [3].



Рисунок 2 – Требования, предъявляемые износостойкими покрытиями

Антифрикционные покрытия применяют для уменьшения износа и снижения трения скольжения. На рис. 3 представлены основные требования, предъявляемые антифрикционными покрытиями к выбору материала покрытия и технологического процесса их нанесения [3].



**Рисунок 3 – Требования, предъявляемые антифрикционными покрытиями**

Для описания покрытий в базе данных, разработанной и описанной в работе [4], применяется 28 величин (свойств), разделенных на 4 группы: общие свойства (4 свойства), механические свойства (9 свойств), теплофизические свойства (8 свойств) и специальные свойства (7 свойств). Однако, для последующего решения задач математического моделирования процесса, необходимо определить минимально-необходимый набор наиболее значимых для износостойких покрытий свойств. Так в работе [4] показано, что данный набор включает в себя 2 ключевых свойства, характеризующие качество покрытия: прочность сцепления покрытия с подложкой и пористость [5].

Таким образом, учитывая очень широкое и постоянное пополняемое многообразие современных материалов, используемых для нанесения покрытий, выбор конкретного материала

должен осуществляться путем эвристического выбора из базы данных по материалам, согласно конструкции и условиям работы конкретной детали.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на тягово-транспортных средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Столяров Д. М., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками // Наука без границ. 2019. № 6 (34). С. 56-59.
3. Ерохин М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества / В сб.: Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 4-й научно-практической конференции. 2005. С. 234-238.
4. Гайдар С. М., Петровская Е. А., Петровский Д. И. Повышение коррозионной стойкости оборудования, работающего в агрессивных средах АПК путем применения полифункциональных ингибиторов // Инновационные технологии и технические средства для АПК. 2016. С. 74-77.
5. Биотоплива для двигателей внутреннего сгорания / В. А. Марков, С. Н. Девянин, С. А. Зыков, С. М. Гайдар. М. : НИЦ «Инженер». 2016. С. 292.
6. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А., Карев А. М. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах). 2015. Т. 1. № 287-2. С. 180-182.
7. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.
8. Industrial transformation of kazakhstan in digitalization's era / A.Y. Agumbayeva, E.G. Chmyshenko, N.N. Pulyaev, D.V. Bunkovsky, K.I. Kolesov, E.F. Amirova // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2019. Т. 10. № 6 (44). С. 1861-1867.
9. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Тимошенко Н. А. Обоснование нормативного срока службы машины на стадии ее создания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 54-58.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The current level of development of engines with gas engine and electric power plants on traction vehicles. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.

2. Stoliarov D. M., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Analysis of modern internal combustion engines with electric power plants. *Nauka bez granits*, 2019, no. 6 (34), pp. 56-59.
3. Erokhin M. N. Repair of agricultural machinery from the standpoint of quality assurance. *Ekologiya i sel'skokhoziaistvennaia tekhnika*, 2005, pp. 234-238.
4. Gajdar S. M., Petrovskaya E. A., Petrovskij D. I. Increasing the corrosion resistance of equipment operating in aggressive environments of the agro-industrial complex by using multifunctional inhibitors. *Innovacionny`e texnologii i texnicheskie sredstva dlya APK*, 2016, pp.74-77.
5. Markov V. A., Devyanin S. N., Zy`kov S. A., Gajdar S. M. Biofuels for internal combustion engines. Moscow, NICz «Inzhener», 2016, pp. 292.
6. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Karev A. M. The main directions of development of traction vehicles in the agro-industrial complex. *Doklady Timiri-azevskoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2015, vol. 1, no. 287-2, pp. 180-182.
7. Didmanidze O. N., Devyanin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.
8. Agumbayeva A. Y., Chmyshenko E. G., Pulyaev N. N., Bunkovsky D. V., Kolesov K. I., Amirova E. F. Industrial transformation of kazakhstan in digitalization's era. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 2019, vol. 10, no. 6 (44), pp. 1861-1867.
9. Eidis A. L., Parliuk E. P., Timoshenko N. A. Justification of the standard service life of the machine at the stage of its creation. *Vestnik Brianskoï gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2013, no. 2, pp. 54-58.

***Об авторах:***

**Горбачев Денис Романович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Чеха Алексей Федорович**, преподаватель Военного учебного центра ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Denis R. Gorbachev**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Aleksei F. Chekha**, teacher of the Military Training Center, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).



## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗ- НЕНИЯ**

**Д. Р. Горбачев, А. Ф. Чеха**

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

***Аннотация.** Проведен анализ литературных данных по применению электролитических покрытий. Кратко рассмотрены основные требования, предъявляемые к электролитическим покрытиям, используемым для восстановления и упрочнения изношенных поверхностей деталей сельскохозяйственной техники. Для интенсификации процесса электроосаждения было предложено использование нестационарных условий электролиза.*

***Ключевые слова:** надежность; ремонт; восстановление; сельскохозяйственные машины; электролитическое железнение.*

## **INCREASING THE EFFICIENCY OF RESTORING AGRICULTURAL EQUIPMENT PARTS DUE TO THE APPLICATION OF ELECTROLYTIC IRON**

**D. R. Gorbachev, A. F. Chekha**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The analysis of literature data on the use of electrolytic coatings is carried out. The basic requirements for electrolytic coatings used for the restoration and hardening of worn surfaces of agricultural machinery parts are briefly considered. To intensify the electrodeposition process, it was proposed to use non-stationary electrolysis conditions.*

***Keywords:** reliability; repair; restoration; agricultural machinery; electrolytic iron.*

Повышение функциональности и повышение надежности работы сельхозтехники в условиях эксплуатации – один из важнейших вопросов, на который необходимо ответить в современ-

ном промышленном производстве. Многолетняя практика подтверждает, что продолжительность и надежность работы отечественной сельхозтехники невозможно признать полностью удовлетворительными. Из-за низкой износостойкости расход стали и чугуна на производство запасных частей к машинам, работающим в агропромышленном комплексе, намного превышает расход металла на производство самих машин.

Самым главным вопросом при ремонте является обеспечение запасными частями. Решить эту проблему экономически возможно, используя вторичное сырье, источником которого являются изношенные детали машин. Передовые ремонтные предприятия, использующие различные методы восстановления деталей и использующие небольшое количество нового металла, успешно решают проблему повторного использования изношенных деталей [1].

Ремонтное производство, дающее жизнь вторичному материалу, высвободит значительные производственные мощности в машиностроении, тем самым ускорив процесс насыщения народного хозяйства новой техникой.

Технологический процесс восстановления деталей машин должен быть высокопроизводительным и экономичным. Этим требованиям полностью отвечает процесс электролитического железнения. Однако, как показывают многочисленные исследования, чистый электролитический осадок железа не всегда соответствует требованиям к поверхностной обработке деталей.

В практике восстановления изношенных деталей сельхозтехники широко применяется метод электролитического железнения.

По химическому составу электролитическое железо близко к химически чистому железу и по физико-механическим свойствам – среднеуглеродистой стали, не подвержено сильным изменениям при значительных колебаниях режимов электролиза.

Твердость, износостойкость, внутреннее напряжение, усталостная прочность, прочность сцепления с основным металлом – важнейшие качественные характеристики покрытий из электролитического железа, от которых зависит возможность их использования в различных условиях эксплуатации.

Многие детали сельскохозяйственной техники работают при переменных нагрузках, поэтому работы многих ученых посвящены изучению усталостной прочности покрытия из электролитического железа [2]. Обширные исследования показывают, что железные покрытия снижают усталостную прочность деталей, степень снижения которой зависит от условий электролиза, толщины покрытия и других факторов и достигает 17,5...70,2 %.

Однако, независимо от того, насколько высоки свойства окончательного покрытия, на его характеристики в основном влияет сила сцепления с подложкой [3]. Этот параметр зависит от материала детали, внутренних напряжений, состава электролита и режима электролиза. В настоящее время наиболее простым и надежным методом подготовки поверхности является метод травления восстанавливаемых деталей в утюженном электролите [3]. К основным преимуществам этого метода можно отнести низкую производительность, эффективность, меньшее количество отходов клея и повышенную технологическую надежность процесса.

Технологический процесс жесткого отдыха разработан М. П. Мелковым в 1955 году в Саратовском автомобильно-дорожном институте. На основе этих исследований электролит, состоящий из кислого раствора с низкой концентрацией хлорида железа ( $200...2020 \text{ кг/м}^3 \text{ FeCl}_{22} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) без добавок и с добавлением хлорида натрия ( $100 \text{ кг/м}^3 \text{ NaCl}$ ) и хлорида марганца ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) разработан для промышленной разработки с концентрацией соляной кислоты  $0,5...0,8 \text{ кг/м}^3$ . В этом случае температура электролита составляла  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , а плотность тока составляла –  $40...50 \text{ А/дм}^2$ .

Покрытия, полученные из этих электролитов, имели следующие характеристики:

- микротвердость до  $H_\mu = 590 \text{ кг/мм}^2$ ;
- прочность сцепления  $\sigma_{\text{отр}} = \text{до } 4300 \text{ кг/см}^2$ ;
- скорость осаждения –  $\vartheta = 0,3...0,6 \text{ мм/час}$ .

Одним из условий интенсификации железа является использование высоких плотностей тока. При плотности тока  $60 \text{ А/дм}^2$  на покрытии появляется плотная сеть трещин при нормальных условиях глажки. Такое покрытие имеет низкую износостой-

кость, процесс нанесения сопровождается активным образованием дендрида. При катодной плотности тока  $80...100 \text{ А/дм}^2$  скорость осаждения составляла  $18...20 \text{ мкм/мин}$ , а микротвердость покрытий  $6500...7000 \text{ МПа}$ .

Анализ ведущих ученых показал, что износостойкость покрытий увеличивается с увеличением твердости до определенного предела, а затем резко снижается.

Однако железное покрытие, несмотря на множество преимуществ перед другими покрытиями, также имеет серьезные недостатки: малая скорость нанесения и нагрев ванны электролитом до  $70...90 \text{ }^\circ\text{C}$ , что приводит к испарению электролита, его агрессивность и значительно усложняет эксплуатацию, требующие значительных затрат энергии на прогрев [4]. По мнению многих ученых, эти недостатки можно устранить, используя нестационарные условия электролиза.

Однако недостатками холодных электролитов является низкая производительность, невысокая микротвердость и низкая износостойкость получаемых покрытий. Улучшения в процессах нанесения покрытий на железо с холодным электролитом могут быть сделаны в следующих областях:

- 1) применение повышенной плотности тока для образования стабильных электролитов;
- 2) обеспечение высокой производительности процесса электролитического осаждения за счет нестационарных условий электролиза.

Плавное глажение может несколько повысить выход по току железа, а также микротвердость покрытий [4]. Этот метод оказался успешным при реставрации больших деталей и деталей сложной формы, потому что процесс можно проводить только с использованием определенных частей поверхностей. Но при этом реализация этого метода требует сложных установок и при его реализации производительность процесса в целом не повысится.

Авторы научных работ [4] исследовали адгезию гальванического покрытия к основному металлу, что нестационарные условия электролиза способствуют достаточно высокой адгезии отложений железа к подложке.

Влияние обратного импульса на структуру электролитического железа представлено в статьях [5]. По мнению специали-

стов, увеличение величины обратного импульса, а также его длительности может привести к увеличению размеров блоков электролитически осажденного железа, что может быть связано с растворением малых центров электрокристаллизации в анодной системе.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что использование периодического тока с обратным импульсом позволяет получить значительные преимущества перед однонаправленным электролитическим осаждением. Нестационарные условия электролиза улучшают физико-механические свойства покрытий, изменяют структуру покрытий, тем самым повышая износостойкость и повышая производительность гальваники.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на тягово-транспортных средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Столяров Д. М., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. Анализ современных двигателей внутреннего сгорания с электросиловыми установками // Наука без границ. 2019. № 6 (34). С. 56-59.
3. Ерохин М. Н. Ремонт сельскохозяйственной техники с позиции обеспечения качества / В сб.: Экология и сельскохозяйственная техника : материалы 4-й научно-практической конференции. 2005. С. 234-238.
4. Гайдар С. М., Петровская Е. А., Петровский Д. И. Повышение коррозионной стойкости оборудования, работающего в агрессивных средах АПК путем применения полифункциональных ингибиторов // Инновационные технологии и технические средства для АПК. 2016. С. 74-77.
5. Тойгамбаев С. К., Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта автомобилей // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 5. С. 69-77.
6. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.
7. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Тимошенко Н. А. Обоснование нормативного срока службы машины на стадии ее создания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 54-58.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The current level of development of engines with gas engine and electric power plants on traction vehicles. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
2. Stoliarov D. M., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. Analysis of modern internal combustion engines with electric power plants. *Nauka bez granits*, 2019, no. 6 (34), pp. 56-59.
3. Erokhin M. N. Repair of agricultural machinery from the standpoint of quality assurance. *Ekologiya i sel'skokhoziai-stvennaia tekhnika*, 2005, pp. 234-238.
4. Gajdar S. M., Petrovskaya E. A., Petrovskij D. I. Increasing the corrosion resistance of equipment operating in aggressive environments of the agro-industrial complex by using multifunctional inhibitors. *Innovacionny'e texnologii i texnicheskie sredstva dlya APK*, 2016, pp. 74-77.
5. Toigambaev S. K., Didmanidze O. N., Guzalov A. S. Organization and calculation of the area of maintenance and repair of cars. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 5, pp. 69-77.
6. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.
7. Eidis A. L., Parliuk E. P., Timoshenko N. A. Justification of the standard service life of the machine at the stage of its creation. *Vestnik Brianskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2013, no. 2, pp. 54-58.

### ***Об авторах:***

**Горбачев Денис Романович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Чеха Алексей Федорович**, преподаватель Военного учебного центра ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### ***About the authors:***

**Denis R. Gorbachev**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Aleksei F. Chekha**, teacher of the Military Training Center, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК АВТОМОБИЛЕЙ

**А. С. Головченко**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный  
университет-МСХА имени К. А. Тимирязева»  
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Автомобильная промышленность находится на новом витке своего развития – переход с углеводородного топлива на альтернативное. Мировые автопроизводители представляют новые автомобили на электрической тяге. Но мгновенный и тотальный переход на электромобили на данный момент невозможен. Поэтому в качестве переходной ступени между ДВС и электродвигателем предлагается использовать транспортные средства с гибридными силовыми установками. Они имеют на борту как ДВС, так и электродвигатель с небольшой батареей.*

***Ключевые слова:** гибрид; автомобиль.*

## DESIGN FEATURES AND APPLICATION HYBRID CAR POWERPLANTS

**A. S. Golovchenko**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The automotive industry is at a new stage of its development – the transition from hydrocarbon fuel to alternative fuel. Global automakers are introducing new electric-powered vehicles. But an instant and total transition to electric vehicles is not possible at this moment. Therefore, it is proposed to use vehicles with hybrid power plants as a transition stage between the internal combustion engine and the electric motor. They have both an internal combustion engine and an electric motor with a small battery on board.*

***Keywords:** hybrid, car.*

Во всём мире растут продажи автомобилей с гибридными силовыми установками. Продажи подзаряжаемых гибридов в Европе за минувший год выросли в 4,5 раза, до 55800 единиц [1].

На сегодняшний день в гибридных автомобилях применяются следующие схемы гибридных приводов: последовательная,

параллельная, комбинированная, подзаряжаемый гибрид, «умеренный» гибрид.

Самая первая конструкция гибрида – последовательная – была изобретена Фердинандом Порше, а рабочий прототип Lohner-Porsche Hybrid появился в 1901 году.

В последовательной гибридной схеме ДВС играет роль генератора: он установлен под капотом, но не имеет связи с колёсами. Обороты двигателя всегда оптимальны, коробка передач также не требуется [2].

В большинстве современных гибридов используется более универсальная параллельная схема. В ней и двигатель внутреннего сгорания, и электродвигатель связаны с колёсами, работая как по отдельности, так и совместно (параллельно). В данной схеме электродвигатель не может самостоятельно приводить в движение ТС. Он увеличивает мощность силовой установки. Данный тип гибридной схемы позволяет повысить тягово-динамические характеристики ТС без изменений в конструкции ДВС.

Комбинированная (последовательно-параллельная) система разработана в компании Toyota и называется Hybrid Synergy Drive (HSD). ДВС, электродвигатель и ведущие колёса связаны между собой планетарным механизмом, без коробки передач и сцепления. Это делает всю силовую установку единым целым, позволяя управляющей электронике распределять мощность между узлами в любых соотношениях.

Подзаряжаемый гибрид (PHEV) – одна из самых перспективных схем гибридного привода. Как и традиционный гибрид, PHEV может заряжать тяговую батарею прямо на ходу: от работы двигателя внутреннего сгорания и с помощью рекуперации – преобразования энергии торможения. Данный тип гибридной установки имеет возможность подзарядки от внешней сети, поэтому может передвигаться только на электроэнергии. Именно данная схема может стать последним шагом при переходе к электромобилям.

Mild Hybrid — это предшественник гибрида. ДВС Mild-гибрида снабжен специальным мотор-генератором; во время движения он работает как стандартный генератор, вырабатывая ток. Когда ТС останавливается и система Start-Stop глушит двигатель, мотор-генератор вступает в дело, обеспечивая работу всех



систем автомобиля: электрики, отопителя, кондиционера и т.д. [3].

Гибридный привод применяется и на коммерческом транспорте.

Аналитики американской исследовательской компании Frost & Sullivan утверждают, что гибриды станут преобладать на наших дорогах уже в ближайшем будущем. Это в первую очередь касается городских автобусов, а также среднетоннажных развозных и тяжелых коммунальных грузовиков. Анализируя причины, почему гибриды станут популярными у потребителей в ближайшее время, специалисты рынка указали на три основных фактора: повышающаяся урбанизация городов, увеличение интенсивности грузоперевозок, а также сохраняющаяся тенденция роста стоимости топлива [4].

Немецкие компании AL-KO и Huber недавно представили свой универсальный вариант превращения обычного грузовика в гибрид.

Заявлено, что система, получившая название Hybrid Power, рассчитана на грузовые автомобили полной массой от 3,5 до пяти тонн и представляет собой ряд компонентов, которые устанавливаются на шасси. Это в первую очередь электромотор мощностью 90 кВт, а также две литий-ионные батареи и гнездо зарядного устройства для них.

Предполагается, что оборудованный подобной системой грузовик при совместном использовании своего дизельного двигателя и электромотора будет экономить до 30 % топлива. Более того, на чистом электричестве он сможет преодолеть до сотни километров. Также электромотор можно будет использовать для обеспечения работы климатических систем во время стоянки, а также навесного оборудования вроде подъемной платформы сзади [5].

9 сентября 2008 года в рамках Международного автотранспортного форума 2008 «Русские автобусы» автобусное подразделение «Группы ГАЗ» представило низкопольный городской автобус ЛИАЗ 5292 с гибридным приводом – оригинальную разработку Ликинского автобусного завода.

Автобус ЛИАЗ 5292 комплектуется дизельным четырехцилиндровым двигателем Cummins экологического стандарта Евро-

4 и комплектом тягового оборудования, состоящего из тягового асинхронного мотор-генератора ТАГ 225-280, тягового асинхронного обратимого двигателя ТАД 225-380, системы нейтрализаторов и суперконденсаторов. Применение гибридного силового привода на городском автобусе позволяет:

- снизить в несколько раз уровень вредных выбросов при движении в городском цикле;
- снизить расход топлива на 25...30 %;
- применить двигатель внутреннего сгорания мощностью на 25...30 % ниже при сохранении момента на ведущих колесах;
- повысить комфортность автобуса (снижение уровня шума, вибрации и т.д.) [6].

Тип гибридного привода – последовательный.

Но у гибридов есть свои недостатки, такие как:

- **Высокая стоимость.** Первым сдерживающим фактором для многих людей является высокая цена гибридных автомобилей, стоимость которых в среднем на пять-десять тысяч долларов больше, чем у обычных автомобилей.
- **Сложность конструкции.** Гибридные автомобили располагают большим количеством узлов, чем обычное авто. Дополнительная масса в конструкции транспортных средств снижает топливную экономичность. Поэтому в гибридах приходится идти на компромисс и снижать объем двигателя и уменьшать батареи.
- **Высокие эксплуатационные расходы.** Из-за более сложной конструкции гибридной силовой установки увеличивается трудоёмкость технического обслуживания и текущего ремонта. Это приводит к увеличению стоимости работ [7].
- **Утилизация батарей.** Самая главная проблема электромобилей – утилизация батарей. Как и другие виды батарей, литиевые АКБ способны нанести серьезный урон окружающей среде, их выброс на свалки и полигоны может стать причиной крупных пожаров. Поэтому важно проводить утилизационные мероприятия и литиево-ионных, и литиево-полимерных аккумуляторов [8].

Таким образом, среди всех рассмотренных схем гибридных силовых установок, наиболее распространённой является комбинированная, а наиболее перспективной – подзаряжаемая.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спрос на гибриды и электромобили в Европе вырос на 130 % [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://autoreview.ru/news/spros-na-gibridy-i-elektromobili-v-evrope-vyros-na-130>.
2. Гибрид гибриду рознь. Отличия PHEV, REX и «Приусов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://hyperauto.ru/articles/encyclopedia/gibrid-gibridu-rozn-otlichiya-phev-rex-i-priusov-1>.
3. Как устроен и работает гибридный двигатель автомобиля [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nahybride.ru/baza-znaniy/kak-rabotaet-gibridnyj-dvigatel-avtomobilya>.
4. Гибридные грузовики: модели, конструкции, перспективы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.autotruckpress.ru/articles/4457>.
5. В Германии разработали гибридный привод для лёгких грузовиков. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/v-germanii-razrabotali-universal-nyy-gibridnyy-privod-dlya-legkih-gruzovikov>.
6. Первый российский гибридный автобус ЛИАЗ 5292 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://interdalnoboy.com/2008/09/10/pervyj\\_rossijskij\\_gibridnyj\\_avtobus\\_liaz\\_5292.html](http://interdalnoboy.com/2008/09/10/pervyj_rossijskij_gibridnyj_avtobus_liaz_5292.html).
7. Преимущества и недостатки гибридных автомобилей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://engine-buzz.com/preimushhestva-i-nedostatki-gibridnyh-avtomobilej>.
8. Особенности и риски, связанные с утилизацией литий-ионных батарей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c87839059b73700b00c9f79/osobennosti-i-riski-sviazannye-s-utilizaciei-litiiionnyh-batarei-5c93ef1519fa6800b3c9c359>.
9. 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 «Росинформатех», 2017. 564 с.
10. Дидманидзе О. Н., Асадов Д. Г. О., Закарчевский О. В. Анализ современных типов гибридных энергоустановок // Международный научный журнал. 2011. № 2. С. 113-115.

## REFERENCES

1. Demand for hybrids and electric cars in Europe increased by 130 %. Available at: <https://autoreview.ru/news/spros-na-gibridy-i-elektromobili-v-evrope-vyros-na-130>.

2. Hybrid to hybrid discord. Differences between PHEV, REX and Prius. Available at: <https://hyperauto.ru/articles/encyclopedia/gibrid-gibridurozn-otlichiya-phev-rex-i-priusov-1>.
3. How a hybrid car engine works and works. Available at: <https://nahybride.ru/baza-znanij/kak-rabotaet-gibridnyj-dvigatel-avtomobilya>.
4. Hybrid trucks: models, designs, perspectives. Available at: <http://www.autotruck-press.ru/articles/4457>.
5. Germany has developed a hybrid drive system for light trucks. Available at: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/v-germanii-razrabotali-universal-nyy-gibridnyy-privod-dlya-legkih-gruzovikov>.
6. The first Russian hybrid bus LIAZ 5292. Available at: [http://interdalnoboy.com/2008/09/10/pervyj\\_rossijskij\\_gibridnyj\\_avtobus\\_liaz\\_5292.html](http://interdalnoboy.com/2008/09/10/pervyj_rossijskij_gibridnyj_avtobus_liaz_5292.html).
7. Advantages and disadvantages of hybrid cars. Available at: <https://engine-buzz.com/preimushhestva-i-nedostatki-gibridnyh-avtomobilej>.
8. Features and risks associated with the disposal of lithium-ion batteries. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c87839059b73700b00c9f79/osobennosti-i-riski-sviazannye-s-utilizaciei-litiiionnyh-batarei-5c93ef1519fa6800b3c9c359>.
9. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Asadov D. G. O., Bogdanov V. S., Parliuk E. P., Ivanov S. A., Pulyaev N. N., Mitiagin G. E., Sil'ianov V. V. Technical operation of vehicles. Moscow, Rosinformagrotekh, 2017, 564 p.
10. Didmanidze O. N., Asadov D. G. O., Zakarchevskii O. V. Analysis of modern types of hybrid power units. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2011, no. 2, pp. 113-115.

***Об авторах:***

**Головченко Артём Сергеевич**, студент 2 курса магистратуры Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Artem S. Golovchenko**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49).

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РОССИИ

**Н. И. Ильинский**

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

*Аннотация.* В статье идет разбор недостатков электромобилей в российских реалиях, описан процесс развития коммерческого электротранспорта.

*Ключевые слова:* электромобиль; электробус; коммерческий электротранспорт.

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COMMERCIAL ELECTRIC TRANSPORT IN RUSSIA

**N. I. Ilyinsky**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* The article analyzes the shortcomings of electric vehicles in the Russian reality, describes the process of development of commercial electric transport.

*Keywords:* electric car; electric bus; commercial electric transport.

Практически все, что считалось фантастикой в 80-90 хх годах 20 века, на сегодняшний день является реальностью – стационарные домашние компьютеры, сотовые телефоны, передача электроэнергии беспроводным путем и конечно же экологически чистый электрический транспорт. Все это повседневно применяется современным человеком. Но если к первым трем устройствам не возникает никаких вопросов, то с электромобилями не все так просто. Разберемся, почему же.

Итак, что же такое электромобиль? Электромобиль – это транспортное средство, работающее непосредственно на электроэнергии. Ещё в 1828 году венгерский изобретатель Аньос Джендик создал телегу, которая способна передвигаться на электро-

энергии. Однако, в XIX веке дальше прототипа дело никуда не продвинулось из-за недостаточно развитых технологий.

И вот, в начале XXI века электромобили запускают в массовое производство. В 2020 году существует более десяти компаний, таких как Tesla, Toyota, Audi, Nissan и другие. На данном этапе развития этой отрасли машиностроения, в России тоже осуществляются продажи электромобилей, однако в меньшем количестве по модельному ряду. Не все производители готовы поставлять свои электрокары в страны второго мира.

Рассмотрим, готова ли Российская Федерация к заполнению рынка автотранспорта электромобилями. Но для начала нужно понять, что препятствует распространению электромобилей в России. В статье [1] В. Г. Конюхова автор доступно описывает достоинства и недостатки эксплуатации электромобилей:

*Достоинства:*

1. Экологичность;
2. Сравнительно больший КПД, чем у ДВС;
3. Издает меньше шума.

*Недостатки:*

1. Стоимость;
2. Зависимость от климатических условий;
3. Неразвитая инфраструктура.

*Стоимость.*

Самый дешевый электромобиль (частный электромобиль) имеет стоимость 2 150 000 рублей. Для гражданина РФ с средней зарплатой по России в 49 509 рублей позволить данное ТС является тяжело доступным.

*Зависимость от климатических условий.*

Имеются сведения, что после минус 20 °С возможность запуска силовой установки электромобиля невозможна. В табл. рассмотрим климатические условия регионов РФ [2].

*Неразвитая инфраструктура.*

Небольшое количество зарядных станций для электромобилей является неразвитой инфраструктурой. Рассмотрим данную проблему на примере одного из самых перспективных городов РФ – Москвы. На 1 января 2020 года зарегистрирована 161 зарядная станция, большинство из которых находится в центре. Коли-

чество АЗС по Москве достигает 1184 шт. что является в 7 раз больше [3].

**Таблица – Климатические условия регионов РФ**

Название региона	Температура, °С
Центральная Россия	минус 18
Краснодарский край	0
Карелия	минус 8
Сибирь	минус 40
Якутия	минус 35
Дальний восток	минус 24

В России в продаже присутствуют грузовые электромобили класса D. Данное количество зарядных станций затормаживает развитие коммерческих электромобилей в данном сегменте.

Троллейбусы – первый коммерческий авто электротранспорт по перевозке пассажиров. В России троллейбусы начали использоваться с 1933 года и курсируют, развозя пассажиров до сих пор. Однако, у троллейбуса есть один большой минус – данное транспортное средство привязано к проводной сети.

С 2017 г. впервые в России запустили электробусы – транспортные средства, не зависящие от проводной сети. На начало 2021 года электробусы перевозят пассажиров в 6 городах: Санкт-Петербурге, Москве, Казани, Екатеринбурге, Ростове-на-Дону и Перми.

В РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева на кафедре тракторов и автомобилей профессор Иванов С. А., доцент Карев А. М. и старший преподаватель Бобровников Д. Е. разработали пилотный проект электробуса на базе Ford Transit Van.

Развитие коммерческого электротранспорта по перевозке пассажиров активно развивается в нынешнее время. Этому способствует хорошее финансирование, заинтересованность правительства, простота эксплуатации, экологичность.

Развитие грузового коммерческого электротранспорта затормаживает неразвитая инфраструктура и низкие температуры.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колюхов В. Г. Актуальность электромобилей в мире [Электронный ресурс] // Сборник статей научно-практической конференции «Профессия инженер». 2019. С. 98-102. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38309022>.
2. Средняя температура в регионах России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fb.ru/article/456305/klimaticheskie-rayonyi-rossii-opisanie-osobennosti-zonyi-stroitelno-klimaticheskie-rayonyi-rossii>.
3. Власова И. Без питания: почему электромобили не ездят по России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/business/2020/02/02/12939890.shtml>.
4. Дидманидзе О. Н., Асадов Д. Г. О., Закарчевский О. В. Анализ современных типов гибридных энергоустановок // Международный научный журнал. 2011. № 2. С. 113-115.

## REFERENCES

1. Koniukhov V. G. The relevance of electric vehicles in the world. *Sbornik statei nauchno-prakticheskoi konferentsii «Professii inzhener»*, 2019, pp. 98-102, Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38309022>.
2. Average temperature in the regions of Russia. Available at: <https://fb.ru/article/456305/klimaticheskie-rayonyi-rossii-opisanie-osobennosti-zonyi-stroitelno-klimaticheskie-rayonyi-rossii>.
3. Vlasova I. Without power: why electric cars don't drive in Russia. Available at: <https://www.gazeta.ru/business/2020/02/02/12939890.shtml>.
4. Didmanidze O. N., Asadov D. G. O., Zakarchevskii O. V. Analysis of modern types of hybrid power units. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2011, no. 2, pp. 113-115.

### ***Об авторах:***

**Николай Игоревич Ильинский**, студент 1 курса магистратуры Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### ***About the authors:***

**Nikolay I. Ilyinsky**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49).



## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

**Д. Г. О. Асадов, В. В. Позняк**

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

***Аннотация.** В данной работе представлено направление в разработке концептуальных положений, методических и практических рекомендаций по развитию системы транспортного обслуживания агропромышленных интегрированных формирований. Обоснована актуальность темы исследования на основании анализа литературных источников. Также в работе представлена семантическая схема доставки сельхозпродукции с поля к потребителю через временный пункт хранения, позволяющая достигнуть сокращения себестоимости производства сельхозпродукции.*

***Ключевые слова:** сельское хозяйство; автомобильный транспорт; уборочные процессы; транспортировка сельскохозяйственных грузов.*

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTS

**D. G. O. Asadov, V. V. Poznyak**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This paper presents the direction in the development of conceptual provisions, methodological and practical recommendations for the development of the transport service system of agro-industrial integrated formations. The relevance of the research topic is justified on the basis of the analysis of literary sources. The paper also presents a semantic scheme for the delivery of agricultural products from the field to the consumer through a temporary storage point, which allows achieving a reduction in the cost of production of agricultural products.*

***Keywords:** agriculture; road transport; harvesting processes; transportation of agricultural goods.*

Любое производство связано с переработкой исходных ресурсов в конечный продукт. Поскольку места производства и по-

требления ресурсов и продукции в целом не совпадают, объективно необходимо перемещать в пространстве значительные объемы грузов, транспортные расходы которых могут существенно повлиять на рост стоимости производимой продукции и ее конкурентоспособность [1].

В то же время оценка современных тенденций развития экономических сегментов в аграрном секторе свидетельствует о том, что роль транспортных услуг для процессов сельхозпроизводителей возрастает прямо пропорционально увеличению концентрации и масштабов производства, а также уровня территориальной разбросанности.

Характерный для последнего периода процесс развития агропромышленной интеграции и формирования интегрированных структур холдингового типа объективно возродил интерес к формированию рациональной системы транспортного обеспечения, проблем и решений по минимизации затрат на транспортировку сельскохозяйственных товаров [2]. Однако, несмотря на значительное количество исследований по развитию транспортного обеспечения деятельности фермеров, многие теоретические и методологические вопросы, касающиеся повышения эффективности процессов формирования и использования автопарка в аграрном секторе в современных условиях, до сих пор полностью не изучены, а некоторые положения являются спорными.

Целью данной работы является разработка концептуальных положений, методических и практических рекомендаций по развитию системы транспортных услуг для агропромышленных интегрированных подразделений.

Современный уровень развития компьютерных технологий и информационных систем создает предпосылки для формирования современной системы управления нагрузкой, в частности отдельных функций управления с выделением двух основных блоков: автоматизация плановых расчетов, связанных с созданием и использованием автопарка, и учет транспортных средств.

С внедрением технологий управления движением на базе ГЛОНАСС / GPS можно обеспечить эффективный контроль за работой автопарка компании за счет автоматизации логистики и технологий спутникового слежения.

Высокая сезонность, короткие сроки уборки и неудовлетворительное техническое состояние большинства автомобилей создают серьезные проблемы при транспортировке сельскохозяйственной продукции от комбайна на склад. Для обеспечения эффективного управления транспортными процессами при транспортировке сельхозпродукции необходимо использовать научные основы оптимизации транспортных потоков, установить резервы снижения затрат в системе «поле – транспорт – хранение», учитывающие динамику протекающих процессов и исходную информацию [3].

Несмотря на значительный объем работы по этой теме, в настоящее время существуют возможности для повышения эффективности транспортных средств, улучшения организации, планирования и управления транспортным процессом. В большинстве работ предлагаются различные способы транспортировки сельхозпродукции, используя за основу достаточно устаревшее моделирование перевозок автомобильным транспортом. Однако, если улучшить организацию сельхозтоваропроизводителей, использовать новые методы расчетов, внедрить в этот вид транспорта новые технологии на базе ГЛОНАСС, то прямые автомобильные перевозки станут дешевле и эффективнее.

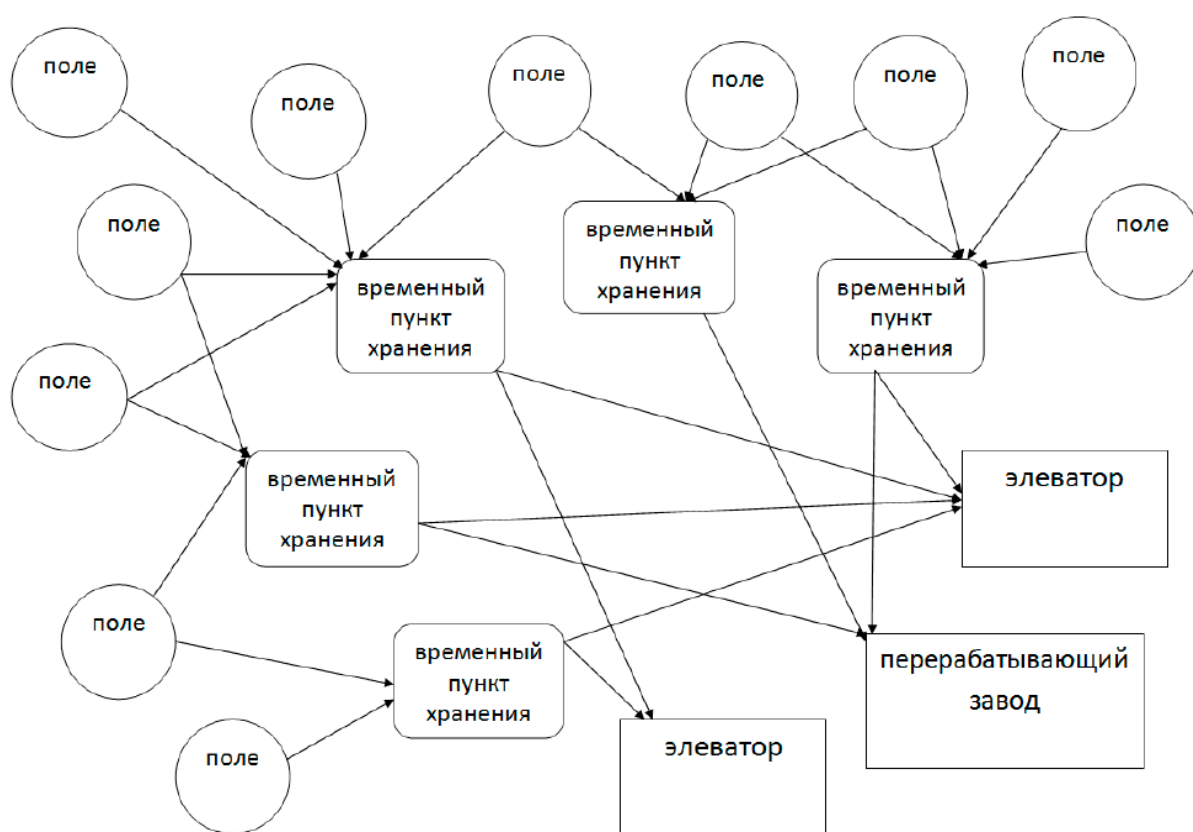
В последние годы общее количество комбайнов в парке значительно сократилось, увеличилась доля неисправных комбайнов или тех, кто едва задействован в сборе сельскохозяйственной продукции. Парк комбайнов стареет, время средней загрузки комбайнов увеличивается, что приводит к увеличению сроков уборки урожая и, как следствие, потерям сельскохозяйственной продукции.

Однако это естественный процесс, ведь закупленное в хозяйствах современные машины имеют значительно более высокую производительность. Это подтверждается тем, что количественное уменьшение комбайнов не привело к уменьшению посевных площадей. Таким образом, использование современных методов расчета объемов транспорта и повышение эффективности работы транспортных средств будет способствовать решению такой задачи, как обеспечение сохранности собранного урожая до хранилища и дальнейшей обработки и хранения сельхозпродукции после сбора урожая [2]. Таким образом, процесс послеубо-

рочной обработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях следует рассматривать как единое целое с процессом сбора и транспортировки сельхозпродукции, поскольку это единый производственный процесс.

Для решения задачи по повышению эффективности эксплуатации автотранспортных средств, сохранности собранной сельхозпродукции и доведения её до товарного вида, во время уборочной кампании для транспортировки мы предлагаем использовать двухэтапную схему перевозки с поля к потребителю, представленную на рис. 1, где потребителем может быть любое хранилище, элеватор, завод по переработке продукции:

- на первом этапе, сельхозпродукцию перевозят автотранспортом с поля на временный пункт хранения;
- на втором этапе, с временного пункта хранения сельхозпродукцию доставляют потребителю.



**Рисунок 1 – Обобщённая схема доставки сельхозпродукции с поля к потребителю через временный пункт хранения**

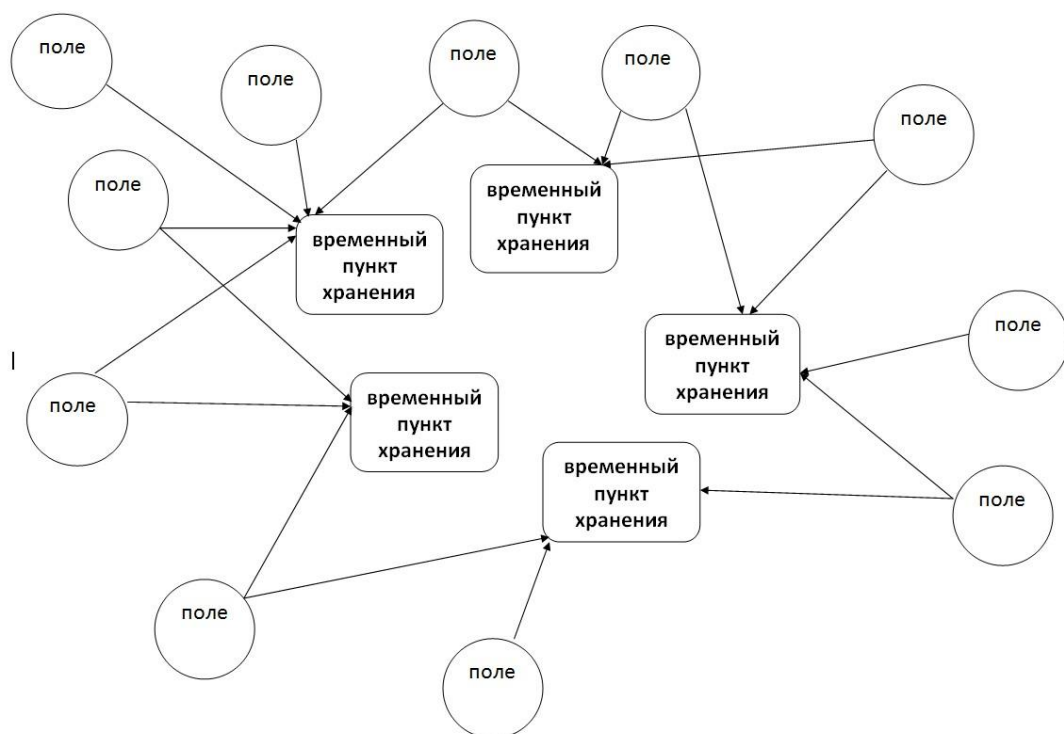
На первом этапе малотоннажные грузовые автомобили, которые оказывают меньшее давление на почву и производят меньше вредных веществ от двигателя [4], доставляют собранный урожай на место временного хранения, которое затем действует как поставщик в непосредственной близости от поля. Этим хранилищем может быть открытая или закрытая площадка.

На втором этапе сельскохозяйственная продукция вывозится большегрузным автотранспортом с временного хранилища на склад, оборудованный современным высокопроизводительным оборудованием обработки.

Большинство сельскохозяйственных организаций не обладая должным финансированием имеют недостаточную материальную базу, вследствие чего требуется разработать модель транспортировки сельхозпродукции, позволяющую с минимальными затратами произвести её уборку и транспортировку с имеющихся площадей [5].

Учитывая это, необходимо более рационально планировать процессы, происходящие во время уборочной кампании, при этом обращать внимание на такие параметры как: грузоподъемность каждой модели автотранспортного средства, производительность уборочных комбайнов, пропускную способность хранилищ. Все это поможет сократить взаимные простои комбайнов и автотранспорта, простои автотранспортных средств при выгрузке сельхозпродукции на хранилище, точно рассчитать требуемое количество автотранспортных средств для обслуживания комбайнов, все это впоследствии приведет к снижению себестоимости уборочной кампании, сохранению произведенной сельхозпродукции и улучшению ее качества.

Чтобы снизить затраты на производство сельскохозяйственной продукции, необходимо рассмотреть процесс доставки ее с поля на временное хранение (рис. 2) в сочетании с процессом сбора урожая.



**Рисунок 2 – Обобщённая схема перевозки сельхоз продукции с поля на временный пункт хранения**

Данная схема перевозки сельскохозяйственной продукции позволяет решить проблемы, связанные с негативным воздействием транспортных средств за счет более эффективной их эксплуатации и повышения качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. Двухступенчатая схема перевозки сельхозпродукции предполагает использование транспортных средств разной вместимости. Это позволяет более рационально использовать существующий тип транспортного средства. Транспортировка сельхозпродукции с поля на склад временного хранения предполагает использование малотоннажных транспортных средств, обладающих большой маневренностью, что играет очень важную роль при переходе с поля на поле на комбайне и на полевых дорогах по неровной местности.

Кроме того, при движении в поле они оказывают меньшее давление на пашню, а также выделяют меньше выхлопных газов и оказывают менее вредное антропогенное воздействие на окружающую среду благодаря малой мощности двигателя.

Учитывая вышеописанное, в дальнейшем произведём определение объемов уборки с закрепление полей за временными

пунктами хранения и распределение объемов перевозки по маршрутам, а также расчет потребности в автотранспорте по грузоподъемности и маршрутам перевозок.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах // *Международный технико-экономический журнал*. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Дидманидзе Р. Н., Гузалов А. С. Алгоритм рационального использования транспортных средств в производственном процессе // *Международный технико-экономический журнал*. 2019. № 5. С. 77-84.
3. Лобанова М. Е. Выявление и анализ ключевых показателей эффективности применения системы мониторинга процесса транспортировки как один из этапов формирования комплексной услуги в сфере транспортировки // *Научное мнение*. 2013. № 12. С. 358-361.
4. Асадов Д. Г. О., Пуляев Н. Н., Гузалов А. С. Основы повышения мощностных показателей ДВС на тягово-транспортных средствах. М. : ООО «Автограф», 2020. 70 с.
5. Пуляев Н. Н., Пильщиков В. Л. Переработка отработанных автомобильных масел // В сб.: *Чтения Академика В. Н. Болтинского*. 2020. С. 120-130.
6. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.
7. Автомобильные перевозки / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, А. М. Карев, Н. Н. Пуляев, Ю. Н. Ризаева, Г. Е. Митягин, Р. Н. Егоров, Е. П. Парлюк. М. : ФГБНУ Росинформагротех, 2018. 554 с.
8. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The modern level of development of engines with gas-engine and electric power plants on the transport and traction means. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
2. Didmanidze R. N., Guzalov A. S. The rational use of vehicles in the production process. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 5, pp. 77-84.

3. Lobanova M. E. Identification and analysis of the baseline efficiency indicators of the vehicle tracking system as one of stages of complex service forming in the sphere of transport logistics. *Nauchnoe mnenie*, 2013, no. 12, pp. 358-361.
4. Asadov D. G. O., Pulyaev N. N., Guzalov A. S. Fundamentals of increasing the power indicators of internal combustion engines on traction vehicles. Moscow, Avtograf, 2020, 70 p.
5. Pulyaev N. N., Pil'shchikov V. L. Recycling of waste automobile oil. *Chteniia Akademika V. N. Boltinskogo*, 2020, pp. 120-130.
6. Eidis A. L., Parliuk E. P., Eremeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.
7. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Karev A. M., Pulyaev N. N., Rizaeva Yu. N., Mitiagin G. E., Egorov R. N., Parliuk E. P. Road transport. Moscow, Rosinformagrotekh, 2018, 554 p.
8. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

***Об авторах:***

**Асадов Джабир Гусейн Оглы**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, доцент.

**Позняк Владислав Валерьевич**, аспирант кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Jabir H. Asadov**, professor of the Department of Tractors and Cars, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), associate professor.

**Vladislav V. Poznyak**, postgraduate student of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).



## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОХРАННОСТЬ ГРУЗА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Д. В. Попов**

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

***Аннотация.** В статье рассматриваются основные направления развития автомобильной транспортной системы. Проведен анализ работы ведущих отечественных и зарубежных ученых, занимающихся проблемой сохранности грузов, прямо или косвенно, с точки зрения безопасности и качества транспортного процесса. Выявлены основные факторы, влияющие на сохранность груза. Также систематизирована и предоставлена информация о факторах, влияющих на сохранность груза в системе «автомобиль-водитель-груз».*

***Ключевые слова:** автомобильный транспорт; сохранность груза; системы транспортное средство – водитель – груз.*

## **ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE SAFETY OF CARGO AT THE ROAD TRANSPORT PORT**

**D. V. Popov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article discusses the main directions of development of the automobile transport system. The analysis of the work of leading domestic and foreign scientists dealing with the problem of cargo safety, directly or indirectly, from the point of view of the safety and quality of the transport process is carried out. The main factors affecting the safety of the cargo are identified. Information about the factors affecting the safety of cargo in the «car-driver-cargo» system is also systematized and provided.*

***Keywords:** road transport; cargo safety; vehicle – driver – cargo system.*

Сельское хозяйство было и остается одним из наиболее транспортноемких секторов национальной экономики. Затраты на оплату труда транспорта общей интенсивности по переработке и уборке зерна составляют 30 %, картофеля – 40 % и кукурузы на

силос – 70 %. В среднем, в случае сельскохозяйственного производства транспортные расходы составляют 40...45 %, а затраты на топливо – до 50 % [1].

Несмотря на нынешние кризисные явления, реализация национальных проектов развития сельского хозяйства в долгосрочной перспективе должна привести к увеличению объемов перевозок, а следовательно, и к увеличению автопарка и количества людей, занятых на транспорте, работающих в сельскохозяйственном производстве. Наиболее существенным направлением является улучшение транспортного обеспечения процессов сельскохозяйственного производства, повышение сохраняемости грузов, перевозимых на транспортных средствах [2].

Сохраняемость груза носит деликатный и ограниченный характер, являясь основной контрактной обязанностью перевозчика. Показатели безопасности дорожного движения установлены ГОСТ Р 51005-96 и сохраняемость грузов не входит в состав транспортных рисков техногенной группы. При организации перевозки сельскохозяйственных товаров важное место занимает рациональное использование транспортных средств. Одним из важнейших инструментов ускорения этого сектора национальной экономики остается научно-исследовательский потенциал, который способствует повышению эффективности транспортного процесса на автомобильном транспорте за счет оценки риска незащищенного груза и использования законов влияющих на него факторов [3].

Для решения этой задачи необходимо составить структурно-логическую схему факторов, влияющих на сохраняемость грузов на автомобильном транспорте. Анализируя работы ведущих отечественных и зарубежных ученых, прямо или косвенно занимающихся вопросами безопасности грузов с точки зрения безопасности и качества транспортного процесса, таких как: Гончарова Н. В., Фаст О. Ф., Пономарева Е. А., Цанев И. А., Маркелов Г. Я., Филатова Е. В., Жаков В. В., Герами В. Д., Афанасьева Л. Л., Бронштейн Л. А., Трофименко Ю. В., Мазо Л. А., Ханнинен М., Арола Т., Илитало Ю. В., Лукинский В. С., Губенко А. В., Мочалин С. М., Курганов В. М., Миротин Л. Б., Некрасов А. Г., Грязнов М. В. и других, заметили, что во всех работах сохраняемость

груза является приоритетным фактором безопасности, качества и ответственности перевозчика в области грузовых перевозок [4].

По литературному обзору данных работ выяснилось: отсутствие общепринятой универсальной классификации несохранности груза, отсутствие описания факторов, влияющих на сохранность груза. Ранее проведенные исследования сохраняемости не применимы к конкретному типу груза или ограничены рядом факторов, влияющих на безопасность груза. Исследования авторов основаны на стоимостных или количественных показателях с качественным обходом, что является существенным упущением.

В работах Бродецкого Г. Л. и Шпилько С. В., посвященных оценке рисков несохранения груза в комплексе, недостаточное внимание уделяется внешней среде и ее факторам риска. Авторами сформулирована проблема отсутствия описания характера несохранения груза применительно к автомобильному транспорту [5].

Для еще одного рационального процесса исследования необходимо описать характер несохранности груза, сформулировав факторы, влияющие на сохранность груза и их последующую структуру и классификацию. Следует отметить, что факторы, влияющие на сохранность груза, в большинстве случаев выступают в роли рисков незакрепленного груза. На основе анализа состояния научных работ и создания положений системного анализа в рамках исследования рисков сохраняемости грузов была создана система «транспортное средство – водитель – груз», где свойства каждого элемента системы выступают источником риска несохранности груза во время транспортировки.

К влияющим факторам относятся организационные мероприятия и технологические процессы, ориентированные на предмет перевозки и отражающие состояние груза [6].

Один из них – транспортабельность груза, которая определяется состоянием и свойствами груза. Кроме того, обработка непосредственно груза влияет на транспортабельность груза, в которую входят: упаковка, маркировка, погрузка, разгрузка. Последние, в свою очередь, входят в группу организационно-технологических факторов. Эти факторы представляют собой подготовительные манипуляции и процессы проведения перевозки. К организационно-технологическим также относятся: техни-

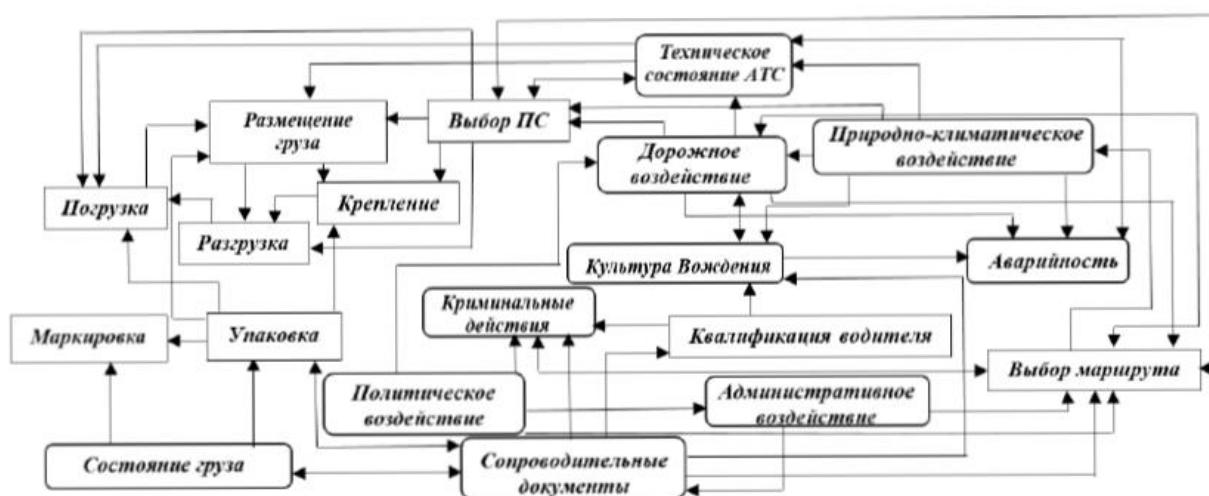
ческое состояние транспортного средства, квалификация водителя – это психофизиологические и личностные характеристики водителя, расположение груза в кузове транспортного средства, крепление груза, культура вождения. Эти факторы включают свойства, которые имеют определенное количество альтернатив и которые не меняются в процессе транспортировки, такие как выбор подстанции, транспортного маршрута. Эти факторы не могут быть причиной случаев незастегивания груза, но они оказывают достаточное влияние на сохранность груза в виде производных от них факторов.

Факторы, на которые невозможно повлиять, воздействуют на фазу транспортировки. Источником этих факторов является внешняя среда. Эти факторы делятся на дорожно-климатические и социально-политические. Дорожно-климатические факторы включают природно-климатические и дорожные воздействия. Социально-политические влияния включают политическое настроение, несчастные случаи, уголовные правонарушения и административное влияние. Кроме того, такие факторы, как состояние груза, сопроводительные документы следует рассматривать как проявление внешней среды, поскольку эти факторы носят социальный характер, т.е. полученный от отправителя или получателя, а также фактор культуры управления, который, в свою очередь, действует как внешний социальный фактор при взаимодействии с другими участниками движения. Техническое состояние автомобиля также должно определять внешнюю среду, так как она взаимодействует с другими факторами [7].

Следует отметить, что в зависимости от дальности перевозки, в частности по мере ее увеличения, возрастает риск несохранения груза, и поэтому междугородные перевозки следует считать более подверженными риску несохранения груза [8]. Согласно общепринятой классификации товаров и действующему нормативному законодательству, перевозки региональных грузов остаются менее регламентированными с точки зрения сохранности груза. Из-за относительно большого размера токовой нагрузки особое внимание следует уделить именно им.

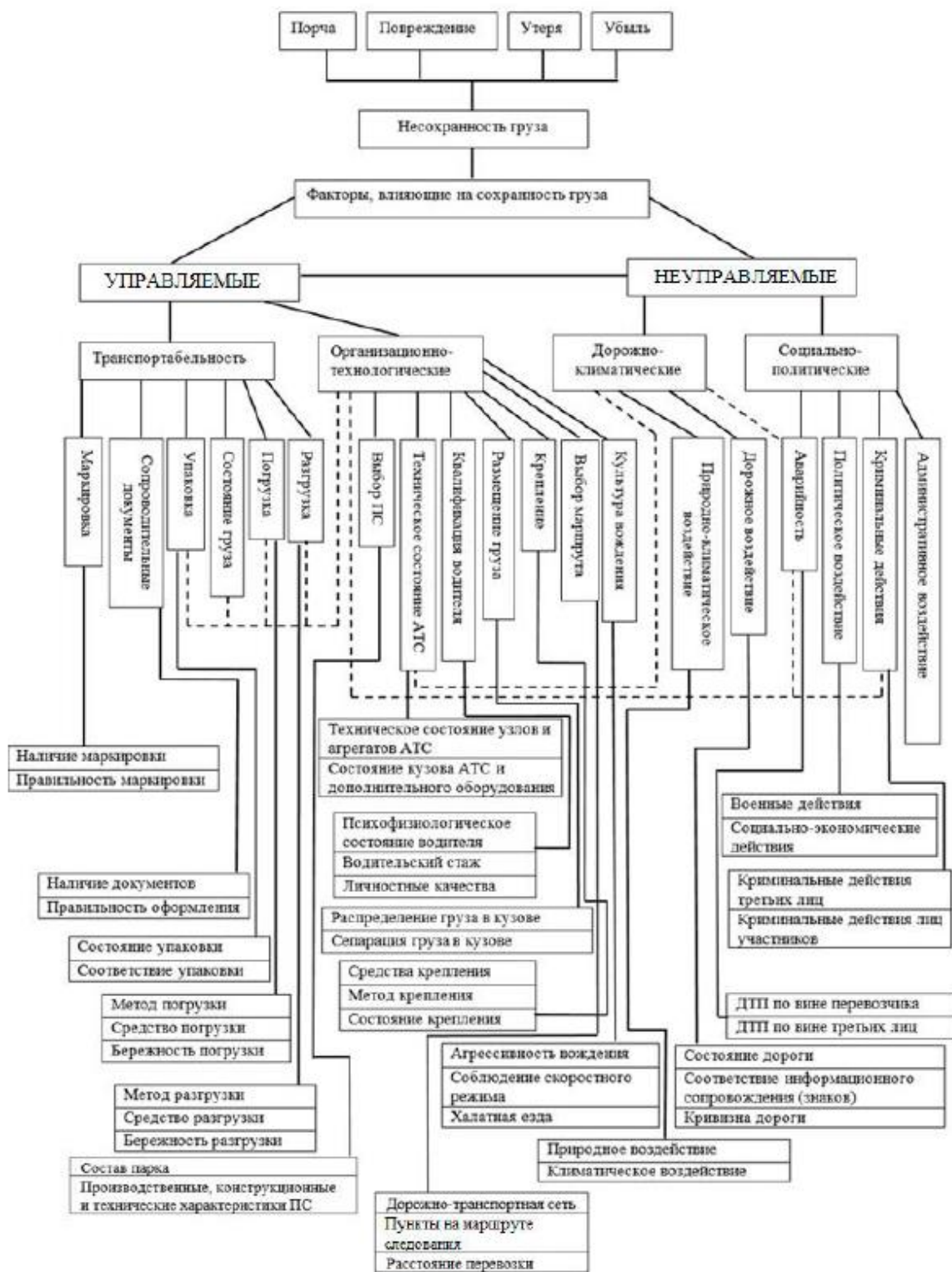
Сохраняемость груза на этапе транспортировки зависит от организации перевозки. Причина – статистические и динамические силы, источником которых является нагрузка. А также нека-

чественные меры предыдущего этапа (крепление груза, погрузка, разгрузка, упаковка груза), которые в большинстве случаев являются основной причиной несохраняемости груза во время транспортировки. Важную роль для сохраняемости груза во время перевозки играют факторы, которые являются постоянными, то есть характер которых отражается в использовании любого вида транспорта и который нельзя исключить, например, крепление, местонахождение, погрузка и разгрузка груза [9]. В результате безопасность груза во время транспортировки будет определяться организационными мерами на предыдущем этапе. Кроме того, в ходе организации определяются такие параметры перевозки, как выбор маршрута, выбор транспортного средства, утверждение водителя, средства и методы погрузочно-разгрузочных работ, что также влияет на сохраняемость груза на этапе транспортировки. Факторы, влияющие на сохраняемость груза, взаимодействуют друг с другом, что увеличивает вероятность того, что груз не будет закреплен. Взаимодействие факторов показано на рис. 1.



**Рисунок 1 – Схема взаимодействия факторов, влияющих на сохраняемость груза на автомобильном транспорте**

Согласно проведенному анализу, вся приведенная выше информация о факторах, влияющих на сохраняемость груза, систематизирована и представлена в виде структурированной диаграммы на рис. 2, выполненной в системе «транспортное средство – водитель – груз».



**Рисунок 2 – Структурно-логическая схема факторов, влияющих на сохранность груза при перевозке автомобильным транспортом**

Каждый из представленных факторов несохранности груза – это группа факторов, влияющих на сохранность груза, что предполагает возможность учета скрытых факторов.

В схеме факторы представлены как подающиеся влиянию со стороны перевозчика (управляемые), так и не подающиеся (неуправляемые). Факторы, влияющие на сохраняемость груза, приведены в четырех структурных группах: факторы транспортбельности, организационно-технологические, дорожно-климатические и социально-политические.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что факторы могут быть контролируемыми и не контролируемыми. Факторы, влияющие на сохраняемость груза, перечислены в четырех структурных группах: факторы переносимости, организационные и технологические, дорожно-климатические и социально-политические. Предложена схема, по которой можно выделить 8 факторов несохранения груза: упаковка, маркировка, погрузка, размещение груза в задней части ТС, крепление, разгрузка, классификация водителя, внешняя среда. Внешняя среда, в свою очередь, состоит из 9 факторов: природно-климатические воздействия, политические влияния, аварии, преступления, техническое состояние транспортного средства, состояние груза, сопроводительные документы, дорожные воздействия, культура вождения.

Таким образом, разработанная структурная схема и специфика междугородных грузовых перевозок учитывает сложный и дифференцируемый характер влияния факторов несохраняемости груза для комплексной оценки риска, а также будет иметь громадное воздействие на показатель сохраняемости груза, применительно к междугородным автомобильным перевозкам.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

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

2. Дидманидзе Р. Н., Гузалов А. С. Алгоритм рационального использования транспортных средств в производственном процессе // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 5. С. 77-84.

3. Лобанова М. Е. Выявление и анализ ключевых показателей эффективности применения системы мониторинга процесса транспорти-

ровки как один из этапов формирования комплексной услуги в сфере транспортировки // Научное мнение. 2013. № 12. С. 358-361.

4. Гелета И. В., Захарченко И. Э. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Гуманитарные научные исследования. 2015. № 7-2 (47). С. 143-146.

5. Палагин Ю. И. Логистика. Планирование и управление материальными потоками. СПб.: Политехника, 2012. 630 с.

6. Логистические аспекты функционирования транспорта [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.cfin.ru/management/manufact/transport\\_log\\_4.shtml](http://www.cfin.ru/management/manufact/transport_log_4.shtml).

7. Логистическая информационная система [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php>.

8. Бельтюкова А. С., Пуляев Н. Н. Планирование в организациях при обеспечении кадровой безопасности // В сб.: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. 2020. С. 322-325.

9. Каратаева О. Г., Каратаев Г. С., Пуляев Н. Н. Направления модернизации инженерно-технической системы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2018. № 4. С. 103-109.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The modern level of development of engines with gas-engine and electric power plants on the transport and traction means. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.

2. Didmanidze R. N., Guzalov A. S. The rational use of vehicles in the production process. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 5, pp. 77-84.

3. Lobanova M. E. Identification and analysis of the baseline efficiency indicators of the vehicle tracking system as one of stages of complex service forming in the sphere of transport logistics. *Nauchnoe mnenie*, 2013, no. 12, pp. 358-361.

4. Geleta I. V., Zakharchenko I. E. Ways to increase the competitiveness of an enterprise. *Gumanitarnye nauchnye issledovaniia*, 2015, no. 7-2 (47), pp. 143-146.

5. Palagin Yu. I. Logistika. Logistics. Planning and management of material flows. Saint-Petersburg, Politekhnik, 2012, 630 p.

6. Logistics aspects of transport functionin. Available at: [http://www.cfin.ru/management/manufact/transport\\_log\\_4.shtml](http://www.cfin.ru/management/manufact/transport_log_4.shtml).

7. Logistics Information System. Available at: <http://www.tadviser.ru/index.php>.



8. Bel'tiukova A. S., Pulyaev N. N. Planning in organizations while ensuring personnel security. *Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiia APK*, 2020, pp. 322-325.

9. Karataeva O. G., Karataev G. S., Pulyaev N. N. Directions of modernization of engineering systems of agri-business. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2018, no. 4, pp. 103-109.

***Об авторах:***

**Попов Дмитрий Васильевич**, студент 1 курса магистратуры Института механики и энергетики имени В. П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Dmitriy V. Popov**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49).

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

**К. Р. Сперанский**

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

***Аннотация.** В данной работе было изучено понятие ТО и Р, рассмотрены особенности обслуживания грузовых автомобилей, а также предложены возможные пути повышения качества технического обслуживания и ремонта.*

***Ключевые слова:** ремонт; обслуживание; автопроизводитель; автоконцерн; качество; автомобиль.*

## WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF TRUCK MAINTENANCE

**K. R. Speranskiy**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** In this paper, the concept of maintenance and repair was studied, the features of truck maintenance were considered, and possible ways to improve the quality of maintenance and remontechnical maintenance and repair were proposed.*

***Keywords:** repair; maintenance; car manufacturer; carmaker; quality; car.*

В настоящее время все автоконцерны, представленные не только на российском, но и на мировом рынке, заведомо снижают нормативный срок службы своих автомобилей в среднем до 5...6 лет, а если выразить этот показатель в пробеге, то он составит порядка ста тысяч километров. Как правило, именно после этого временного промежутка или пробега все автопроизводители снимают с себя обязательства по обслуживанию и ремонту своего транспортного средства у официального дилера, а значит, вся ответственность за исправное техническое состояние автомобиля ложится на плечи владельца. Плохо это или хорошо однозначно

ответить нельзя. С одной стороны – обслуживание транспортного средства у официального дилера это, как может показаться на первый взгляд, только качественный ремонт и обслуживание, установка оригинальных запасных частей, грамотные специалисты и т.д., но если посмотреть на ситуацию объективно, то ни один современный автопроизводитель не настроен на то, чтобы его автомобили были «вечными», ведь чем быстрее автомобиль выйдет из строя, тем скорее потребитель придет в автосалон за новым и принесет свои деньги в автоконцерн. Иными словами, мы говорим о намеренном снижении качества автомобиля не только на этапе производства, но и при последующем техническом обслуживании и ремонте. В данном вопросе в игру вступают законы рыночной экономики – чем больше продаешь, тем больше зарабатываешь.

Что же вообще такое техническое обслуживание и ремонт, и что подразумевают под их качеством? Отвечая на этот вопрос, первое, что можно сделать, это открыть любой технический справочник и прочитать там сухое определение: Техническое обслуживание и ремонт – это комплекс технологических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности объекта при его использовании по назначению. Если говорить более детально, то это большое множество мероприятий, которые обеспечивают исправное техническое состояние автомобилей, автобусов, грузовых транспортных средств и т.д. К таким мероприятиям можно отнести контроль технического состояния с определенной периодичностью, плановый или внеплановый ремонт узлов и агрегатов, своевременная замена элементов, достигших своей определенной нормы наработки, замена различных смазывающих элементов в зависимости от их технического состояния или согласно намеченному плану. Говоря о качестве технического обслуживания и ремонта, речь идет как раз о проводимых операциях, указанных выше. Именно качество выполнения работ, ответственность механика, выполняющего те или иные действия с транспортным средством, подбор качественных смазочных материалов, установка рекомендованных заводом-изготовителем запасных частей и просто ответственность начальника автомобильного парка или рядового автовладельца на этапе планирования проведения ТО и ремонта – есть

залог качества и обеспечения работоспособного состояния автомобиля.

Рассматривая такой вид транспорта, как грузовые автомобили разной тоннажности, стоит обратить внимание и на особенности проведения их технического обслуживания, диагностики, и, если требуется, ремонта. Во-первых, основной особенностью ТО и Р грузового транспорта является их габаритные размеры. Данные транспортные средства в разы выше любой другой техники, имеют широкую колесную базу, а значит в стандартный бокс или гараж разместить их не представляется возможным. Во-вторых, определенные особенности и специфические технические требования предполагают и наличие специализированного оборудования, для проведения ТО и ремонта. В-третьих, это особенности планирования проведения работ по обслуживанию узлов и агрегатов, ведь грузовые автомобили, в силу специфики своего назначения, проезжают за год в разы больше километров, в отличие от обычного легкового транспорта, а значит и сроки проведения номерных видов технического обслуживания (ТО-1, ТО-2) и ремонта будут отличны от вышеупомянутых.

Рассматривая качество обслуживания грузовых автомобилей, стоит обратить внимание на ситуацию в России в данной отрасли на сегодняшний момент. В годы существования СССР все грузовые автомобили принадлежали государственным автомобильным базам и хозяйствам, были советского производства, соответственно и за качество ремонта и обслуживания, а так же за качество автомобиля в целом – отвечало государство. Сейчас же на российском рынке представлены не только автомобили отечественного производства, например, КАМАЗ, Тонар, УРАЛ, ЗИЛ, но и целый спектр иностранных компаний производителей, которые как любой крупный автоконцерн, заинтересованы в качестве производимой ими продукции. Вследствие появления зарубежных автомобильных марок, например SCANIA, MAN, VOLVO, IVECO, RENAULT, MERCEDES BENZ и других, появились и представительства данных фирм-производителей, занимающихся ремонтом и обслуживанием своих автомашин. Ввиду особенностей ТО и Р каждой марки, появилось разнообразие оборудования и инструментов для обслуживания автомобилей. Таким образом, появление здоровой конкуренции на российском рынке,

привлечение иностранных специалистов, обмен опытом с другими странами, привели к повышению не только качества производства грузовых автомобилей, но и как следствие, повышению качества их обслуживания. Стоит отметить, что несмотря на искушение российского потребителями зарубежными автомобилями, выбор по большей части остается все равно в пользу нашего, отечественного автомобиля. За 2019 год в России было продано порядка 80700 новых грузовых автомобилей, что на 2 % меньше, чем в 2018 году, но не смотря на общее снижение спроса, российские автопроизводители смогли увеличить продажи. Лидером рынка по-прежнему остается КАМАЗ, который продал 27600 грузовиков, что составляет 34,2 % от общего числа (рост на 7,3 %), а автомобили марки ГАЗ – 8900 (+5,9 %). Иностранным грузовикам, входящим в пятерку наиболее продаваемых, увеличить продажи не удалось: у Volvo они снизились на 11 % и составили 5700 штук, у Scania – 5600 (-16 %), а у MAN – 5000 (-1,5 %). Актуальные данные на прошедший 2020 год пока еще формируются, но большинство экспертов прогнозирует еще большее падение продаж в связи мировым кризисом, начавшимся в следствии пандемии коронавируса.

Несмотря на положительные изменения в автомобильной отрасли России, которые можно наблюдать на протяжении всего времени с момента распада СССР, все же остается ряд проблем, решая которые можно значительно повысить качество технического обслуживания и ремонта, как грузовых, так и легковых автомобилей на территории нашей страны.

Одним из способов повышения качества ТО и Р в масштабах целой страны является развитие достаточного количества сетевых конкурентноспособных сервисов по обслуживанию грузовых автомобилей, ведь конкуренция, как известно, лучший двигатель прогресса. На данный момент активно продолжают развиваться официальные представительства автомобильных компаний производителей, но если говорить о частных профильных организациях, то темпы их распространения и роста оставляют желать лучшего. При этом не стоит думать, что ситуация критична, ведь определенные подвижки в лучшую сторону все же есть.

Еще одним из возможных шагов, которые можно предпринять для повышения качества обслуживания, можно считать при-

обретение профессионального дорогостоящего оборудования, которое позволило бы ускорить не только темпы проведения технологических операций, но и их качество. На данный момент еще множество автотранспортных предприятий продолжают использование уже морально устаревших станков и инструментов, необходимых для проведения ремонта. Особенно эта проблема актуальна для региональных частных предприятий и сервисов, где до сих пор активно используется материальная база, произведенная еще в прошлом столетии.

Ну и конечно же, говоря о повышении качества ТО и Р, основное внимание нужно акцентировать на подготовке профессиональных кадров. Даже имея самое передовое оборудование, открыв сотни специализированных сервисов, закупив или производя лучшие запасные части все эти попытки будут бессмысленны хотя бы потому, что в первую очередь, нужны люди, которые будут обладать специальными знаниями и навыками, умеющие работать с той самой новейшей материальной базой, готовые учиться чему-то новому и набираться бесценного опыта при любой возможности.

Безусловно вышеперечисленные способы повышения качества ТО и Р можно подвергнуть сомнениям и начать оспаривать, утверждая, что, например, для проведения технического обслуживания вполне подойдет и старый инструмент, да и с множеством технических операций справится обычный водитель, отвечающий за конкретное транспортное средство. Но так же существует и немало примеров, доказывающих на практике эффективность предложенных методов.

Рассмотрим компанию «Рентранс», основным видом деятельности которой, согласно ОКВЭД (общероссийский классификатор видов экономической деятельности), является перевозка грузов неспециализированными автотранспортными средствами. Помимо грузоперевозок компания осуществляет техническое обслуживание и ремонт различных транспортных средств, регулярные перевозки пассажиров автобусами в городском и пригородном сообщении, а так же технический осмотр автомобилей. Располагается данное предприятие на территории Губкинского городского округа в Белгородской области. ООО «Рентранс» существует на рынке уже 14 лет, имеет хорошие экономические пока-

затели, является гарантом стабильности и качества оказываемых услуг, однако в это же время, данное предприятие является ярким примером, свидетельствующим о проблемах в сфере ремонта и сервиса автомобильного транспорта в целом, и обслуживания грузовых автомобилей в частности. Все дело в том, что автомобильный парк рассматриваемой компании, располагается на автомобильной базе, появившейся еще в восьмидесятые годы прошлого столетия. На момент 2021 года материальная база данного автохозяйства конечно же устарела: боксы, в которых производится ремонт и хранение техники, находятся не в лучшем виде и требуют ремонта, порой отсутствует необходимый инструмент, а механиков, занимающихся ремонтом и обладающих специальными навыками практически не осталось в штате компании, в связи с чем, ответственность за исправное состояние автомобилей полностью легла на плечи простых водителей. Появление вышеперечисленных проблем у фирмы за все время ее существования, безусловно повлияло на качество и скорость проведения ремонта и обслуживания автотранспорта, а значит негативное влияние было оказано и на количество прибыли, получаемой предприятием. Тем не менее, стоит отметить, что все транспортные средства, которыми располагает «Рентранс» (грузовые автомобили разной тоннажности, автобусы разных категорий и т.д.) находятся в хорошем техническом состоянии, поскольку имеющихся у фирмы ресурсов пока хватает для поддержания транспорта в надлежащем виде. Однако это не означает, что на проблемы, имеющиеся у компании можно закрыть глаза, а наоборот, сигнализирует о необходимости их скорейшего решения.

Примером же процветающей сети сервисов по обслуживанию большегрузных автомобилей, которая решив все рассмотренные нами трудности малого предприятия, показывает высокие темпы роста и развития в сфере обслуживания и ремонта грузовых автомобилей на территории всего мира и стран СНГ в частности, является крупная сеть официальных центров технической поддержки компании «БЕЛАЗ». Белорусский автомобильный завод обеспечивает качество своих большегрузных самосвалов не только на этапе производства, но и при последующем техническом обслуживании и ремонте. Это выбивается из общепринятой тенденции занижения нормативного срока службы автомобиля и

его качества в связи с особенностями данного вида транспорта. Транспортные средства данной марки не являются массовым продуктом и используются в небольшом количестве сфер деятельности человека, а значит должны иметь исключительное качество, чтобы выигрывать у своих конкурентов в жесткой борьбе за первое место на рынке. В связи с этим, большое внимание как раз уделяется повышению и без того высокого качества технического обслуживания и ремонта. Ежегодно механики и инженеры сервисных центров всей сети из разных стран и городов направляются на курсы по повышению квалификации, где получают новые знания и навыки, которые необходимы им для проведения определенных технологических операций. Автомобильный бренд «БЕЛАЗ» уделяет большое внимание подготовке квалифицированных специалистов, с определенной периодичностью производит замену технологического оборудования, необходимого для ремонта их нестандартной техники, развивает систему бонусов и поощрений, благодаря которой происходит стимулирование персонала на еще более качественное выполнение работы и ответственный подход.

Рассмотрев два предприятия одинаковой направленности, шаги, предпринимаемые каждой компанией на пути повышения качества ТО и Р, можно сделать вывод о том, что методы, предложенные и изученные в данной работе, уже показывают свою эффективность и полезность, а значит требуют признания, огласки и внедрения.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Международный студенческий научный вестник [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eduherald.ru>.
2. Электронный научно-практический журнал «Современная техника и технологии» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2013/07/2136>.
3. Гибридные автомобили [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=536584>.
4. Исследовательская работа о гибридных двигателях [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://infourok.ru/issledovatel'skaya-rabota-o-gibridnih-dvigatelyah-1925576.html>.



## REFERENCES

1. International Student Scientific Bulletin. Available at: <https://eduherald.ru>.
2. Electronic scientific and practical journal «Modern engineering and technologies». Available at: <http://technology.snauka.ru/2013/07/2136>.
3. Hybrid cars. Available at: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=536584>.
4. Research paper on hybrid engines. Available at: <https://infourok.ru/issledovatelskaya-rabota-o-gibridnih-dvigatelyah-1925576.html>.

### *Об авторах:*

**Сперанский Кирилл Русланович**, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### *About the authors:*

**Kirill R. Speranskiy**, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49).

**АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО РЯДА РОССИЙСКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, А ТАКЖЕ УСТАНОВКОЙ КОММУНАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОММУНАЛЬНЫХ СЛУЖБ**

**В. О. Векшин**

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

*Аннотация.* Проведён обзор и анализ российских предприятий, производящих и переоборудующих транспортные средства для коммунальных работ. Рассмотрены инновационные технологии, применяемые в представленных предприятиях. Представлены показатели продаж по популярности производителей российской коммунальной техники.

*Ключевые слова:* коммунальная техника; транспортное средство; модельный ряд.

**ANALYSIS AND COMPARISON OF THE MODEL RANGE OF RUSSIAN AND FOREIGN MANUFACTURERS ENGAGED IN THE CONVERSION OF VEHICLES, AS WELL AS THE INSTALLATION OF UTILITY EQUIPMENT ON VEHICLES FOR PUBLIC SERVICES**

**V. O. Vekshin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Annotation.* A review and analysis of Russian enterprises producing and re-equipping vehicles for public utilities has been carried out. Innovative technologies used in the presented enterprises are considered. Shown are sales figures by popularity of manufacturers of Russian municipal equipment

*Keywords:* utility vehicles; vehicle; lineup.

Коммунальная техника – незаменимая часть обслуживания городских территорий, предназначенная для уборки и обслужи-

вания улиц, вывоза твердых бытовых отходов, устранения неполадок в сфере водоснабжения, электротификации и т. п.

К видам коммунальной техники можно отнести следующие типы машин: уборочные машины, тротуарные поливомоечные машины, вакуумные уборочные машины, все виды мусоровозов, уплотнители мусора, комбинированные дорожные машины, снегоуборочные машины, ассенизаторские машины, каналопромывочные машины, аварийноремонтные машины, рециклеры и т. п. [1].

Коммунальное оборудование размещается на шасси грузовых автомобилей или же представляет собой вид навесного оборудования на трактор. В данной статье я хочу подробнее рассмотреть предприятия и их инновации в сфере переоборудования и установки техники на базе шасси грузовых автомобилей.

Таковыми операциями занимаются несколько лидирующих российских компаний, например:

1) «Арзамасский завод коммунального машиностроения» (Нижегородская область) – производит технику для ВКХ (вакуумная очистка выгребных ям), мусоровозы, комбинированные дорожные машины [2]. В качестве транспортного средства для установки оборудования, данная компания использует автомобили КАМАЗ, МАЗ, ГАЗ, а также в последнее время ISUZU. Также Арзамас КОММАШ предлагает услуги по переоборудованию автомобилей. И готовы выполнить следующие виды работ: модернизация имеющегося оборудования; изготовление новой надстройки (вакуумные, илососные, мусоровозы, КДМ) на б/у шасси заказчика, установка дополнительного оборудования. Данный завод является самым старым на территории нашей страны по производству коммунальной техники, он основан в 1934 году.

2) «Мценский Коммаш» (Орловская область). Произукцией данного производителя являются мусоровозы, ассенизаторские машины, подметально-уборочные машины, каналочистные машины, илососные машины. В качестве транспортного средства для установки оборудования, данная компания использует автомобили КАМАЗ, МАЗ, ГАЗ, FORD, HYUNDAI [3].

3) «Рязский авторемонтный завод» (Рязанская область) является производителем мусоровозов, систем мультилифт и под-

металльно-уборочное оборудование. Используют автомобили MAZ, КАМАЗ, ГАЗ и ISUZU [4].

4) «РГ-Техно» (Московская область) лидер российского рынка техники для сбора и перевозки ТБО в премиальном сегменте. Мусоровозы на базе автомобилей SCANIA, VOLVO, MERCEDES-BENZ [5].

5) «Коминвест АКМТ» (Москва) – мусоровозы, комбинированные дорожные машины, подметально-уборочные машины. Установку оборудования можно произвести на шасси КАМАЗ, MAZ, ГАЗ, Mercedes-Benz, FUSO, MAN, Scania, VOLVO, IVECO, Renault, DAF, Isuzu и другие [6].

6) Мехзавод «Спецтранс» (Санкт-Петербург) – мусоровозы, системы мультилифт, подметально-уборочное оборудование [7]. Могут устанавливаться на любой класс грузового автомобиля. Работают как с отечественными автомобилями, так и с иномарками. Данное предприятие не только устанавливает новое оборудование на новые машины, но также и осуществляет услуги по монтажу на поддержанные грузовые автомобили.

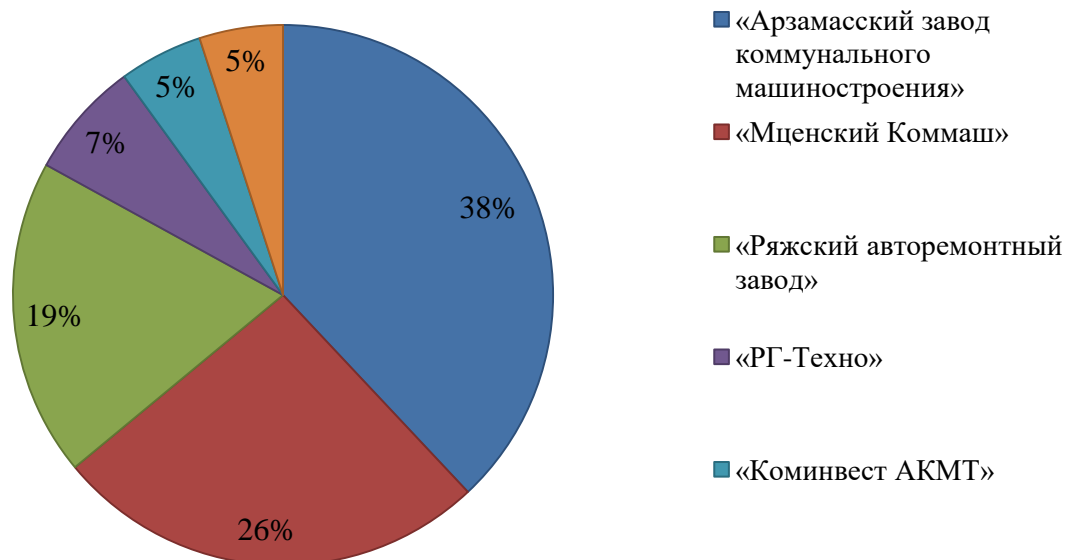
Как видим, спектр видов техники и оказываемых услуг у каждой компании обширен. Некоторые компании производят и продают совершенно новые автомобили с новым оборудованием, а некоторые оказывают услугу установки нового коммунального оборудования на грузовое шасси с пробегом.

Я представил не всех производителей коммунальной техники. Это связано с тем, что остальные производители либо не достигли такой же производительности, либо редко обновляют свою продукцию, или пока не зарекомендовали себя.

Самой популярной востребованной коммунальной техникой в последнее время – являются мусоровозы. За прошедший год было выкуплено порядка более 2000 машин мусоровозов. На рис. 1 представлена диаграмма в процентном соотношении по производителям:

1) Как видим, Арзамасский завод является лидером по продажам. Ведь именно этот завод является самым старым на территории России. Основным заказчиком выступают ЖКХ муниципалитетов. Арзамасский завод производит качественную технику и её цена относительно ниже конкурентов. Спектр видов техники – обширен, что позволяет занять большой потенциал на рынке.

Ещё одним плюсом является то, что коммунальное оборудование устанавливается на отечественные шасси КАМАЗ, ГАЗ, а это значит недорогое обслуживание транспортного средства, доступность запасных частей и многое другое.



**Рисунок 1 – Диаграмма продаж мусоровозов**

Арзамас КОММАШ часто обновляет и вводит новое оборудование в свою технику. Из последних обновлений можно отметить усовершенствование конструкции портала с возможностью увеличения длины выхода и грузоподъемности.

2) Мценский коммаш не уступает в продаже и совершенствовании своей техники другим производителям. В последнее время данный производитель расширил гамму мусоровозов, добавив в продажу технику с новыми контейнерами – разных объёмов и новыми уплотнителями. Что касается покупки техники Мценского коммаш, то можно отметить то, что в 2019 году они возобновили программу льготного лизинга Минпромторга России.

3) Ряжский авторемонтный завод в последнее время добавил в линейку иностранную технику (шасси), и добавили в продажу новые контейнеры для мусоровозов с различным объёмом (от 7 до 30 м<sup>3</sup>).

4) РГ-техно помимо производства и продажи коммунальной техники премиум класса – осуществляет и ремонт коммунальной

техники любого производителя. Также у компании существует возможность получения скидки на обслуживание и ремонт автомобилей старше одного года, что позволяет привлечь новых клиентов. Также стоит отметить, что это одна из немногих компаний, которая выполняет услугу по переоборудованию коммунальных автомобилей марки Mercedes-Benz и Scania для выполнения работ в суровых условиях.



**Рисунок 2 – Продукция компании «РГ-техно».  
SCANIA P280 ZOELLER MEDIUM XL-SIB 16,5**

5) Коминвест-АКМТ ввёл новые комбинированные дорожные машины (КДМ) на базе оборудования на шасси Mercedes-Benz Unimog. Специально было произведено дооборудование шасси для всесезонной эксплуатации.



**Рисунок 3 – КДМ на базе оборудования на шасси  
Mercedes-Benz Unimog**

Модификация КДМ с автоматическим распределителем жидкого реагента Арктос-4 и поливомоечным оборудованием с бочкой 4000 литров с возможностью использования в летний период для поливомоечных работ, а также дезинфекции дорог и тротуаров.

Хороший аналог импортной навески по низкой цене.

Сердцем «АРКТОС» является мембранный водяной насос, с гидравлическим приводом, производительностью 400 л/мин и давлением воды 20 Бар.

Комбинация форсунок Spratronic позволяет регулировать ширину распределения в диапазоне от 3 до 12 метров, с шагом в 1 метр, что позволяет вносить корректировки при боковом ветре, распределять реагент в дорожных «карманах» и на перекрестках.

б) «Механический завод Спец-Транс» каждый год обновляет конструкции мусоровозов, вводя более совершенное навесное оборудование и дополнительные приспособления на контейнер (например, пресс).

Среди иностранных производителей коммунальной техники можно отметить:

1) Faun Kirchhoff group GmbH (Германия) производят мусоровозы и подметальные машины на базе MERCEDES-BENZ, SCANIA и др. Данная компания очень серьёзно относится к проблемам экологии и поэтому нужно отметить, что используют они автомобили с евро классом 5 и 6. Также всё оборудование производится, чтобы не наносить вред окружающей среде (эко-материалы, многосекционные контейнеры для отдельного сбора мусора и т. п.). В линейку продукции входят переделанные легкокоммерческие автомобили под мусоровозы (пример: установка контейнера на шасси Mercedes Sprinter), для работы в городских условиях, где нужна манёвренность и проходимость к пунктам сбора бытовых отходов.



**Рисунок 4 – Мусоровоз компании Faun на базе MB Sprinter**

2) КОБИТ s.r.o. (Чехия) производит вакуумные подметально-уборочные машины, машины для ямочного ремонта, погрузчики телескопические, погрузчики колесные с поворотной стрелой, мусоровозы с боковой и задней загрузкой, комбинированные дорожные машины, пескоразбрасыватели. В качестве шасси используют в основном автомобили TATRA, а также используют MERCEDES-BENZ, SCANIA, IVECO, RENAULT и т. д. КОБИТ предлагает более 150 наименований машин и оборудования собственной разработки, а также продукцию, изготовленную на основании лицензионных соглашений. Большая часть продукции производится поштучно или небольшими сериями по индивидуальным требованиям заказчика. Примечательно то, что техника данной компании начала поставлять свою технику и в Россию, где устанавливают на шасси КАМАЗа.



**Рисунок 5 – Подметально-уборочная машина К 8 на шасси КАМАЗ**



3) УТО (Китай) – данная компания уже устойчиво лидирует на азиатском рынке по производству сельскохозяйственной и коммунальной техники. Например, она производит мусоровозы всех типов и объёмов. Этот мусоровоз разработан с полностью закрытым контейнером для мусора из нержавеющей стали, этот мусоровоз может закончить сбор мусора без какого-либо вторичного загрязнения. В ассортименте компании представлены навесное оборудование, дополнительное оборудование (пресс, толкатели, лопаты и т. д.).



**Рисунок 6 – Мусоровоз компании УТО**

В заключении хочу отметить, что каждая компания постоянно обновляет рынок своими нововведениями в производстве коммунальной техники. Отечественные предприятия ничем не уступают иностранным в разновидности, экологичности, а стоят дешевле, что и делает их более привлекательными.

К тому же основными заказчиками коммунальной техники в России выступают жилищно-коммунальные хозяйства муниципалитетов, а значит должны поддерживать отечественных производителей.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Особенности конструкции специализированного подвижного состава / О. Н. Дидманидзе, Ю. К. Есеновский-Лашков, В. Л. Пильщиков, Г. Е. Митягин, Д. Г. Асадов, С. В. Козлов, Н. Н. Пуляев, Я. В. Чупеев. М. : МГАУ имени В. П. Горячкина, 2004. 53 с.

2. АО «Арзамасский завод коммунального машиностроения». Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommash.ru/contacts/production>.
3. ОАО «Мценский завод «Коммаш». Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommash.com>.
4. АО «Рязский авторемонтный завод». Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rarz.ru>.
5. Компания «РГ-Техно». Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg-techno.ru/about.html>.
6. АО «Коминвест-АКМТ». Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cominvest-akmt.ru/about>.
7. ООО «Механический завод «СпецТранс». Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.spectrans.spb.ru/history.php>.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Esenovskii-Lashkov Iu. K., Pil'shchikov V. L., Mitiagin G. E., Asadov D. G., Kozlov S. V., Pulyaev N. N., Chupeev Ia. V. Design features of specialized rolling stock. Moscow, MGAU imeni V. P. Goriachkina, 2004, 53 p.
2. Arzamas Plant of Municipal Engineering. Available at: <https://www.kommash.ru/contacts/production>.
3. Mtsensk engineering plant – Kommash. Available at: <https://www.kommash.com>.
4. Ryazhsky automobile repair plant. Available at: <https://rarz.ru>.
5. RG-Techno. Available at: <https://rg-techno.ru/about.html>.
6. Cominvest-AKMT. Available at: <http://www.cominvest-akmt.ru/about>.
7. Mechanical plant Spetstrans. Available at: <http://www.spectrans.spb.ru/history.php>.

### *Об авторах:*

**Векшин Владислав Олегович**, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### *About the authors:*

**Vladislav O. Vekshin**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И МОРФОЛОГИИ ЧАСТИЦ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА ИЗ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ДЕФЕКТНЫХ ГОЛОВОК БЛОКОВ НА ПОРИСТОСТЬ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

**А. А. Чеха, М. А. Карavaев**

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

***Аннотация.** В данной статье приведены результаты получения порошковых покрытий методом электроэрозионного диспергирования. Представлены этапы получения алюмосодержащего порошкового материала. Показаны зависимости влияния среднего размера напыляемых частиц, давления воздуха и расхода порошкового материала на пористость газодинамических покрытий.*

***Ключевые слова:** головка блока цилиндров; ремонт и восстановление деталей; напыление; качество.*

## **STUDIES OF THE INFLUENCE OF THE SHAPE AND MORPHOLOGY OF PARTICLES OF ALUMINUM POWDER MATERIAL FOR DEFECTIVE BLOCK HEADS ON THE POROSITY OF GAS-DYNAMIC COATINGS**

**A. A. Chekha, M. A. Karavaev**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This article presents the results of obtaining powder coatings by electroerosive dispersion. The stages of obtaining an aluminum-containing powder material are presented. The dependences of the influence of the average size of the sprayed particles, the air pressure and the flow rate of the powder material on the porosity of gas-dynamic coatings are shown.*

***Keywords:** cylinder head; repair and restoration of parts; spraying; quality.*

Наиболее перспективным методом получения порошкового материала, используемого при восстановлении поврежденных головок цилиндров практически из любого токопроводящего мате-

риала, в том числе из алюминиевых отходов, является метод электроэрозионного диспергирования, который отличается экологичностью (отсутствие выбросов сточных вод, газов и пыли), низкие удельные энергозатраты процесса (1,5...3 кВт на производство 1 кг порошкового материала (далее – ПМ)), компактность технологического оборудования (8...10 м<sup>2</sup> на единицу) [1, 2].

Этапы получения алюмосодержащего порошкового материала, а также методики и оборудование, на котором проводились исследования свойств ПМ [3]:

- метод исследования гранулометрического состава ПМ;
- методика изучения формы и морфологии поверхности частиц ПМ;
- методика рентгеноспектрального микроанализа ПМ;
- методика проведения рентгеноструктурного анализа ПМ.

Для исследования свойств и состава алюминийсодержащих ПМ, полученных методом электроэрозионного диспергирования алюминиевых отходов в дистиллированной воде, а также покрытий, полученных методом газодинамического напыления, проведено комплексное исследование оборудования металлографическим методом (табл. 1).

**Таблица 1 – Пористость газодинамического покрытия**

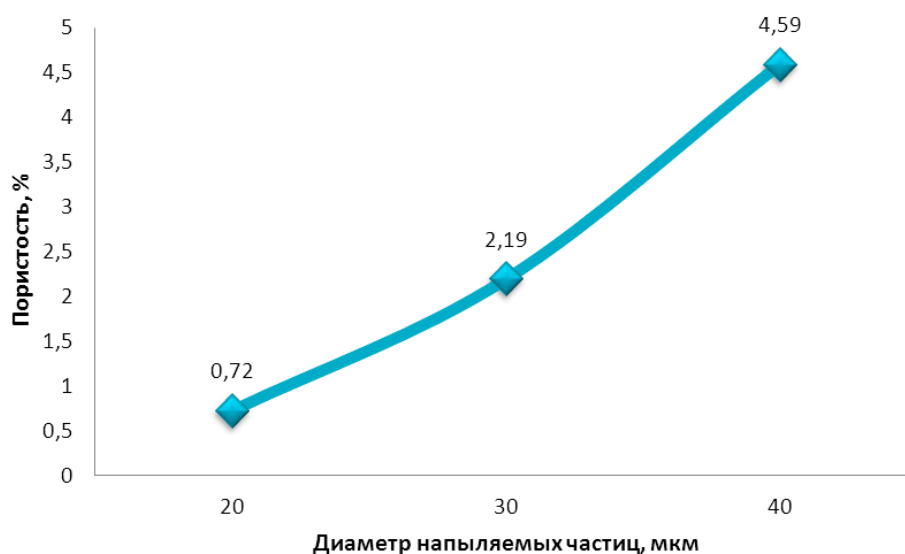
Средний диаметр напыляемых частиц, мкм	Площадь анализа, мкм <sup>2</sup>	Пористость, %	Dmin, мкм	Dmax, мкм
20	17234,2	0,72	0,1	4,4
30	17128,4	2,19	0,1	5,3
40	17407,1	4,69	0,1	6,8

Электрохимические измерения проводили на многоканальном потенциостат-гальваностате Элинс «Е-2048» (Элинс, Россия) с программным обеспечением RD2. В качестве рабочего раствора использовался 3,5 % NaCl. Электрод ESR-10101 (Ag / AgCl / KCl) использовался в качестве электрода сравнения; концентрация KCl в потенциальной полуячейке составляла 4,2 моль/дм<sup>3</sup>. Электрод сравнения был подключен к рабочему раствору через электролитический выключатель (мост). Исследуемая площадь поверхно-

сти составляла 1 см<sup>2</sup>. Объем рабочего раствора, использованного для каждой пробы, составлял 1 л. Время измерения 5 часов [4, 5].

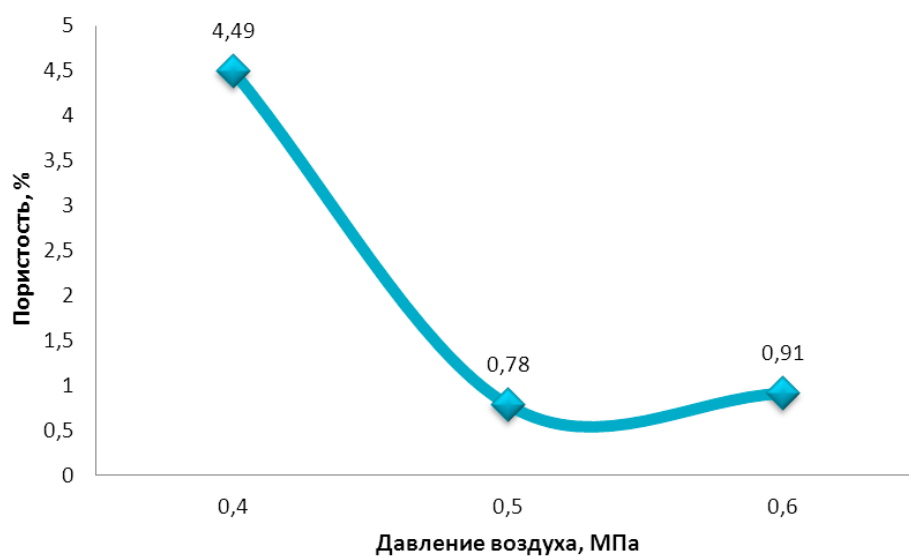
Экспериментально установлено, что пористость газодинамических покрытий при напылении с расходом порошкового материала 0,2 г/с составляет 0,69 %, при этом показано, что 93 % пор имеют размер до 1 мкм; пористость газодинамических покрытий при напылении с расходом порошкового материала 0,3 г/с составляет 1,52 %, также получено, что 87 % пор имеют размер до 1 микрона; пористость газодинамических покрытий при напылении с расходом порошкового материала 0,4 г/с составляет 4,66 %, при этом 79 % пор также имеют размер до 1 мкм [6].

Затем были построены зависимости влияния среднего размера напыляемых частиц, давления воздуха и расхода порошкового материала на пористость газодинамических покрытий (рис. 1-3).

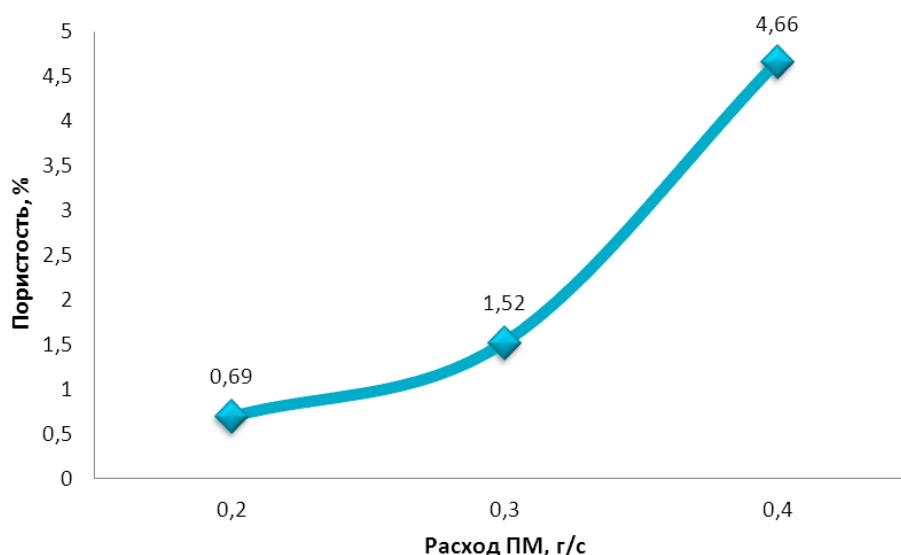


**Рисунок 1 – Влияние среднего диаметра напыляемых частиц на пористость газодинамических покрытий**

Из представленных графиков видно, что по мере увеличения среднего диаметра напыляемых частиц с 20 микрон до 40 микрон пористость покрытий увеличивается на 3,97 %. При увеличении давления воздуха с 0,4 МПа до 0,5 МПа значение пористости покрытий уменьшается на 3,71 %, а при дальнейшем увеличении давления воздуха пористость покрытий снова начинает увеличиваться [7].



**Рисунок 2 – Влияние давления воздуха установки на пористость газодинамических покрытий**



**Рисунок 3 – Влияние расхода ПМ на пористость газодинамических покрытий**

При увеличении расхода порошкового материала с 0,2 г/с до 0,4 г/с значение пористости газодинамических покрытий увеличилось на 3,97 %.

Оптимальные параметры для процесса восстановления неисправной ГБЦ методом газодинамического напыления таковы: средний размер напыляемых металлических частиц 20 мкм, давление воздуха 0,5 МПа, постоянный температурный режим и расход порошкового материала составляет 0,2 г / с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Гузалов А. С. Оценка технических характеристик силовых установок на базе трактора МТЗ-920 // В сб.: Автотранспортная техника XXI века. 2018. С. 77-86.
3. Тойгамбаев С. К., Гузалов А. С. Проектирование передвижного канавного подъёмника для проведения ремонтных работ // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 4. С. 38-44.
4. Карев А. М., Пуляев Н. Н. и др. Автотранспортные процессы и системы. М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. 94 с.
5. Логинов П. К., Ретюнский О. Ю. Способы и технологические процессы восстановления изношенных деталей. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 217 с.
6. Агеев Е. В., Новиков Е. П., Новиков А. Н. Прочностные характеристики газодинамических покрытий на головках блоков цилиндров, полученных порошковыми электроэрозионными материалами // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 1 (59). С. 35-42.
7. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.
8. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.
9. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The modern level of development of engines with gas-engine and electric power plants on the transport and traction means. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
2. Guzalov A. S. Evaluation of the technical characteristics of power plants based on the mtz-920 tractor. *Avtotransportnaia tekhnika XXI veka*, 2018, pp. 77-86.
3. Toigambaev S. K., Guzalov A. S. Design of a mobile ditch hydraulic lift for repair work. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 38-44.

4. Karev A. M., Pulyaev N. N. i dr. Road transport processes and systems. Moscow, UMTs Triada, 2016, 94 p.
5. Loginov P. K., Retiunskii O. Iu. Methods and technological processes for restoring worn parts. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2010, 217 p.
6. Ageev E. V., Novikov E. P., Novikov A. N. Strength characteristics of the working surfaces of the headsets recovered by gas dynamic direction. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 1 (59), pp. 35-42.
7. Chutcheva Yu. V., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. To the issue of tractor's renewal in the Russian Federation. *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii*, 2020, no. 5, pp. 19-24.
8. Eidis A. L., Parliuk E. P., Ereemeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.
9. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

***Об авторах:***

**Чеха Андрей Алексеевич**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Караваев Михаил Александрович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Andrei A. Chekha**, master's degree Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Mikhail A. Karavaev**, master's degree Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).



## ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПОРОШКОВОГО НАПЫЛЕНИЯ

**А. А. Чеха, М. А. Карavaев**

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

***Аннотация.** В данной статье проведён анализ способов получения покрытий и модификаций плоскости поврежденных ГБЦ. Представлены варианты использования рассмотренных операций для улучшения физико-механических свойств покрытий. Показаны основные преимущества и недостатки способов напыления. Определён вектор направления исследований.*

***Ключевые слова:** головка блока цилиндров; ремонт и восстановление деталей; напыление; качество.*

## THE MAIN METHODS OF POWDER DEPOSITION

**A. A. Chekha, M. A. Karavaev**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This article analyzes the methods for obtaining coatings and modifying the plane of damaged cylinder heads. The variants of using the considered operations to improve the physical and mechanical properties of coatings are presented. The main advantages and disadvantages of spraying methods are shown. The vector of the research direction is determined.*

***Keywords:** cylinder head; repair and restoration of parts; spraying; quality.*

Среди широкого класса методов получения покрытий и корректировки плоскости дефектных головок блоков цилиндров необходимы методы порошкового напыления - плазменный, газопламенный, детонационный и, кроме того существует разнообразие применения этих методов. Колоссальный общественный интерес к этим методам можно объяснить огромными перспективами, как с точки зрения типов распыляемых порошковых материалов, так и, насколько это возможно, с точки зрения восстановления автомобильных деталей различных размеров и форм [1].

Абсолютно для всех методов термического напыления газа существует единый индикатор того, что порошковый материал сильно нагревается и ускоряется при высокотемпературном потоке газа. В то же время по плоскости подложки распыляемый порошковый материал перемещается в виде различных мелких расплавленных частиц, которые в момент удара о подложку деформируются, при этом фиксируются путем формирования и сплошного покрытия [2].

В способах получения покрытий из порошковых материалов вероятность регулирования кинетической энергии распыляемых частиц порошкового материала значительно снижается. В этом варианте вы можете использовать следующие операции для улучшения физико-механических свойств покрытий:

- использование подслоев металлических частиц;
- модернизация качественных показателей первичной обработки плоскости изделия;
- создание контролируемой среды за счет специальной обработки покрытий;
- использование ультрадисперсных порошковых материалов и высокопроизводительных плазмотронов определенных размеров и конструкции форсунок для распыления порошкового материала;
- нагрев порошка при опрыскивании;
- использование веществ с высокой энтальпией;
- нагретые частицы порошка, распыляемые на поверхность детали автомобиля.

Тем не менее, невозможно решить многие научно-технические проблемы, возникающие в процессе разработки новейшего оборудования с использованием вышеупомянутых методов порошкового напыления. В результате исследования и разработки новейших методов производства покрытий продолжают по сей день [3].

Наиболее выгодным способом улучшения показателей качества покрытий является разработка показателей скорости контакта частиц порошка с плоскостью автомобильной детали. Одним из успешно применяемых методов с быстродействующими инди-

каторами является метод детонационно-газообразования покрытий [4].

Во время периода детонационного распыления частицы распыляемого порошка получают энергию во время периода сгорания и движения ацетилено-кислородной смеси формованной массы в основном пистолете. Детонация происходит на начальной стадии горения смеси, а затем распространяется по трубопроводу со скоростью от 2000 до 3000 м/с.

В процессе детонационного напыления температура горения смеси может повышаться до 5400 К и, кроме того, создается давление выше 90 МПа. Скорость полета частиц напыляемого порошка находится в пределах от 550 до 750 м/с, а значение температурных показателей имеет возможность повышаться до 3000 К. Напыление не имеет высокой пористости (0,5 %) и, кроме того, высокие значения адгезионной прочности (150 МПа) [5].

В процессе детонационного напыления используются металлические, композиционные, оксидно-керамические порошковые материалы. Кроме того, эти порошковые материалы не обязаны взаимодействовать с элементами сгорания. Средний размер распыляемых частиц должен быть в пределах от 10 до 50 микрон. Детонационное распыление можно использовать для создания износостойких защитных покрытий.

Аэрозольные баллончики с детонационным газом успешно применялись для упрочнения плоскостей автомобильных деталей под нагрузкой, которые могут быть изготовлены из самых разных материалов. Покрытия характеризуются значительными физико-механическими и эксплуатационными показателями. Однако при детонационном распылении используются взрывоопасные смеси. Существенным недостатком этого метода является огромная стоимость устройства, а также высокие значения шума при работе устройства.

В настоящее время широко используется метод высокоскоростного газового пламени (HVOF) [6]. При распылении этим методом ацетилен и пропилен используются в качестве загрузки, а кислород используется для окисления. Энергия, которая генерируется в процессе сгорания, передается теплу и ускорению порошка и газа. Наивысшая скорость выделяемого газа составляет

1400 м/с, а максимальная скорость выделяемых частиц составляет от 400 до 500 м/с [7].

Материал транспортируется сжатым воздухом или компонентами, образующимися при сгорании углеводородного топлива, а тепло для его нагрева получают путем сжигания пропан-бутана или ацетилен в кислороде. Частицы порошкового сплава, скоростные характеристики которого могут увеличиваться до 120 м/с, попадают в истощенную плоскость неисправной ГБЦ и образуют покрытие. На данный момент показатели расхода газа находятся в пределах от 150 до 160 м/с [8].

Хотя этот метод является энергоемким, он является очевидным успехом в области методов газотермического покрытия, но подчеркивается последовательность отрицательных условий, связанных с использованием высокотемпературного луча. Это существенно сокращает возможности этого метода. В этот момент из-за использования высокотемпературной струи распыляемый продукт значительно нагревается, что отрицательно сказывается на восстановлении дефектных головок цилиндров из алюминиевого сплава, так как плоскость соединения может деформироваться [9].

Для дальнейшего улучшения процесса газодинамического напыления поврежденных головок цилиндров можно использовать электроэрозионные материалы, содержащие алюминий, переработанный из металлолома.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Гузалов А. С. Оценка технических характеристик силовых установок на базе трактора МТЗ-920 // В сб.: Автотранспортная техника XXI века. 2018. С. 77-86.
3. Тойгамбаев С. К., Гузалов А. С. Проектирование передвижного канавного подъёмника для проведения ремонтных работ // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 4. С. 38-44.
4. Карев А. М., Пуляев Н. Н. и др. Автотранспортные процессы и системы. М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. 94 с.

5. Логинов П. К., Ретюнский О. Ю. Способы и технологические процессы восстановления изношенных деталей. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 217 с.
6. Агеев Е. В., Новиков Е. П., Новиков А. Н. Прочностные характеристики газодинамических покрытий на головках блоков цилиндров, полученных порошковыми электроэрозионными материалами // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 1 (59). С. 35-42.
7. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.
8. Влияние природы наноразмерных частиц и способа смешивания на трибологические свойства порошковой стали 70П / В. С. Панов, Ж. В. Еремеева, Г. Х. Шарипзянова, Р. А. Скориков, Г. В. Михеев, Е. В. Агеев // Известия ЮЗГУ. 2014. № 6 (57). С. 8-14.
9. Полещук А. А. и др. Укрупненные нормативы себестоимости восстановления изношенных деталей тракторов двигателей и сельскохозяйственных машин. М. : ГОСНИТИ, 1985. 19 с.
10. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.
11. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The modern level of development of engines with gas-engine and electric power plants on the transport and traction means. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
2. Guzalov A. S. Evaluation of the technical characteristics of power plants based on the mtz-920 tractor. *Avtotransportnaia tekhnika XXI veka*, 2018, pp. 77-86.
3. Toigambaev S. K., Guzalov A. S. Design of a mobile ditch hydraulic lift for repair work. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 38-44.
4. Karev A. M., Puliaev N. N. i dr. Road transport processes and systems. Moscow, UMTs Triada, 2016, 94 p.
5. Loginov P. K., Retiunskii O. Iu. Methods and technological processes for restoring worn parts. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2010, 217 p.
6. Ageev E. V., Novikov E. P., Novikov A. N. Strength characteristics of the working surfaces of the headsets recovered by gas dynamic direction. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 1 (59), pp. 35-42.

7. Chutcheva Yu. V., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. To the issue of tractor's renewal in the Russian Federation. *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii*, 2020, no. 5, pp. 19-24.

8. Panov B. C., Ereemeeva Zh. V., Sharipzianova G. Kh., Skorikov P. A., Mikheev G. V., Ageev E. V. The influence of nanoscale particles nature and mixing method on the tribological properties of 70p powder steel. *Izvestiia IuZGU*, 2014, no. 6 (57), pp. 8-14.

9. Poleshchuk A. A. et al. Consolidated standards for the cost of restoring worn parts of tractors engines and agricultural machines. Moscow, GOSNITI, 1985, 19 p.

8. Eidis A. L., Parliuk E. P., Ereemeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.

9. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

10. Eidis A. L., Parliuk E. P., Ereemeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.

11. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

#### ***Об авторах:***

**Чеха Андрей Алексеевич**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Караваяев Михаил Александрович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

#### ***About the authors:***

**Andrei A. Chekha**, master's degree Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Mikhail A. Karavaev**, master's degree Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**А. А. Чеха, М. А. Карavaев**

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

*Аннотация.* В данной статье проведён анализ оценки эффективности использования автотракторной техники, в которой представлена необходимость своевременного проведения комплекса ремонтов и технического обслуживания головок блока цилиндров. Рассмотрены основные дефекты ГБЦ и способы их устранения, а также выявлены основные методы восстановления деталей. Показаны основные преимущества и недостатки основных методов восстановления деталей. Определён вектор направления исследования.

*Ключевые слова:* головка блока цилиндров; ремонт и восстановление деталей; напыление; наплавка; сварка.

## ANALYSIS OF MODERN METHODS OF RESTORING THE CYLINDER HEADS OF AUTOMOTIVE ENGINES

**A. A. Chekha, M. A. Karavaev**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* This article analyzes the evaluation of the effectiveness of the use of automotive equipment, which presents the need for timely repairs and maintenance of cylinder heads. The main defects of the cylinder head and ways to eliminate them are considered, as well as the main methods of restoring parts are identified. The main advantages and disadvantages of the main methods of restoring parts are shown. The vector of the research direction is determined.

*Keywords:* cylinder head; repair and restoration of parts; spraying; surfacing; welding.

Обеспечение высокой эффективности использования автотракторной техники предопределяет необходимость своевременного проведения комплекса ремонтов и технического обслужива-

ния, поддерживающих или восстанавливающих работоспособность техники по мере ухудшения ее технических свойств. Эти воздействия достигают своей цели, когда они реализуются в компаниях технического обслуживания с использованием инновационных технологий и ресурсосберегающих средств технологического оборудования.

В настоящее время одним из перспективных способов восстановления неисправных автотракторных деталей является газодинамическое покрытие [1] (далее – ГДН). Одна из проблем при использовании технологии ГДН [2] – качество применяемых порошковых материалов (далее – ПМ). Анализ современной научно-технической литературы показал, что порошковые материалы, полученные из токопроводящих отходов методом электроэрозионного диспергирования, перспективны и в промышленных масштабах не используются. Однако до настоящего времени эти материалы не использовались в технологиях восстановления ГДН [2], в том числе головки блока цилиндров.

Головка блока цилиндров автомобильного двигателя внутреннего сгорания вместе с цилиндром образует область над поршнем, в которой формируются все процессы рабочего цикла двигателя. Головка блока цилиндров выполняет работы, связанные с поступлением горючей смеси, сжатием рабочей смеси, а также выпуском выхлопных газов. Если головка блока цилиндров не функционирует должным образом, двигатель и автомобиль в целом выйдут из строя, и измеренные значения мощности уменьшатся до 30 % [3].

Чаще всего потеря мощности ГБЦ происходит из-за несоблюдения технических рекомендаций производителя [3]. Показатели источника ГБЦ в условиях эксплуатации намного ниже нормативных значений. Например, требуется капитальный ремонт ГБЦ двигателя автомобиля ЗМЗ-406 с пробегом от 150 тыс. км до 170 тыс. км, но в большинстве случаев требует ремонта ГБЦ при пробеге от 80 тыс. км до 100 тыс. км.

Анализ повреждений ГБЦ семейства КАМАЗ выявил более 10 повреждений типа выгорания сопряженных плоскостей и газовой эрозии, царапин, потертостей и сколов, которые возникают с частотой менее 0,05 (табл. 1) [4, 5]. Существующие методы устранения таких повреждений часто игнорируются из-за низкой



производительности или высоких затрат на ремонт. Если такие проблемы обнаруживаются, то ГБЦ обычно подлежит браку и замене. Возникновение этих видов отказов приводит к потере эксплуатационных характеристик из-за простоев двигателей внутреннего сгорания и оборудования.

**Таблица 1 – Основные дефекты ГБЦ и способы их устранения**

№	Наименование дефекта	Коэфф. повтор. дефекта	Основной способ устранения	Альтернативный
1	Наличие нагара и накипи на поверхности	1,0	Очистка головки цилиндров от нагара в установке с раствором солей	Абразивная очистка ПМ
2	Трещины на перемычке между клапанными гнездами	0,27	Заделка трещин постановкой стягивающей вставки	Газодинамическое напыление алюмосодержащими ПМ
3	Коробление поверхности прилегания к блоку	0,18	Шлифовать поверхность прилегания к блоку выведения отклонения от плоскости	
4	Коррозионный износ, газовая эрозия и прогар привалочных поверхностей	0,8	Браковать	Газодинамическое напыление алюмосодержащими ПМ

Обзор методов восстановления автомобильных деталей показал, что более 65 % дефектных автомобильных деталей восстанавливаются с использованием современных методов – напыления, наплавки и сварки [6]. В результате необходимо проанализировать данные и определить направление исследования.

Процесс сварки деталей из алюминиевых сплавов очень затруднен из-за следующих факторов: недостаточная легируемость алюминиевого сплава из-за образования на его поверхности тугоплавкой оксидной оболочки  $Al_2O_3$ ; если алюминиевый сплав нагреть до 400...450 °С, то он в значительной степени теряет свои прочностные характеристики; высокая температура плавления

глинозема (2040 °С) и низкая температура плавления алюминия (649 °С) усложняют управление процессом сварки [7].

Наряду с явным прогрессом в области газотермических методов наплавки покрытий выделяется череда отрицательных условий, связанных с применением высокотемпературного пучка. Это существенно сокращает возможности этого метода. В момент движения порошкового материала в высокотемпературном потоке возможны значительные изменения его свойств, что не позволяет обеспечить желаемые свойства покрытий. Это также затрудняет формирование композиционных покрытий из смеси порошковых материалов, которые имеют разные химические и физические свойства. При формировании покрытий геотермальными методами нельзя использовать частицы размером менее 11 микрон, поскольку эти порошковые материалы полностью испаряются. В результате использования высокотемпературной струи происходит значительный нагрев распыляемого продукта, что отрицательно сказывается на восстановлении неисправных головок блока цилиндров из алюминиевого сплава, так как плоскость стыка может деформироваться [8].

Проводя литературный обзор было установлено, что газодинамическое напыление является наиболее многообещающим методом восстановления неисправных головок блока цилиндров. Высокоскоростное газодинамическое напыление является конкурентом и ближайшим аналогом детонационного напыления. В условиях высокоскоростного распыления материал концентрируется около оси луча. Угол расходимости сверхзвуковых потоков, состоящих из двух фаз, меньше угла дозвуковых потоков и составляет от 4 до 6°. Это способствует уменьшению диаметра напыляемой поверхности, а также значительно экономичному использованию частиц порошка. Коэффициент нанесения частиц порошка составляет 0,85, хотя для классического электрического напыления он составляет 0,75 [9].

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным способом является напыление. Однако основные марки порошковых материалов применяемых при восстановлении дефектных автомобильных деталей способом газодинамического напыления не полностью удовлетворяют по равномерности их распределения. Поэтому для совершенство-

вания процесса газодинамического напыления дефектных головок блоков цилиндров необходимо определиться с порошковыми материалами для напыления.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Гузалов А. С. Оценка технических характеристик силовых установок на базе трактора МТЗ-920 // В сб.: Автотранспортная техника XXI века. 2018. С. 77-86.
3. Тойгамбаев С. К., Гузалов А. С. Проектирование передвижного канавного подъёмника для проведения ремонтных работ // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 4. С. 38-44.
4. Карев А. М., Пуляев Н. Н. и др. Автотранспортные процессы и системы. М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. 94 с.
5. Логинов П. К., Ретюнский О. Ю. Способы и технологические процессы восстановления изношенных деталей. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 217 с.
6. Агеев Е. В., Новиков Е. П., Новиков А. Н. Прочностные характеристики газодинамических покрытий на головках блоков цилиндров, полученных порошковыми электроэрозионными материалами // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 1 (59). С. 35-42.
7. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.
8. Влияние природы наноразмерных частиц и способа смешивания на трибологические свойства порошковой стали 70П / В. С. Панов, Ж. В. Еремеева, Г. Х. Шарипзянова, Р. А. Скориков, Г. В. Михеев, Е. В. Агеев // Известия ЮЗГУ. 2014. № 6 (57). С. 8-14.
9. Методика определения сроков и стоимости реализации инновационного проекта / В. И. Нечаев, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, А. Л. Эйдис. М. : ООО «Триада», 2012. 20 с.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The modern level of development of engines with gas-engine and electric power plants on the transport and traction means. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.

2. Guzalov A. S. Evaluation of the technical characteristics of power plants based on the mtz-920 tractor. *Avtotransportnaia tekhnika XXI veka*, 2018, pp. 77-86.
3. Toigambaev S. K., Guzalov A. S. Design of a mobile ditch hydraulic lift for repair work. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 38-44.
4. Karev A. M., Pulyaev N. N. i dr. Road transport processes and systems. Moscow, UMTs Triada, 2016, 94 p.
5. Loginov P. K., Retiunskii O. Iu. Methods and technological processes for restoring worn parts. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2010, 217 p.
6. Ageev E. V., Novikov E. P., Novikov A. N. Strength characteristics of the working surfaces of the headsets recovered by gas dynamic direction. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 1 (59), pp. 35-42.
7. Chutcheva Yu. V., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. To the issue of tractor's renewal in the Russian Federation. *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii*, 2020, no. 5, pp. 19-24.
8. Panov B. C., Ereemeeva Zh. V., Sharipzianova G. Kh., Skorikov P. A., Mikheev G. V., Ageev E. V. The influence of nanoscale particles nature and mixing method on the tribological properties of 70p powder steel. *Izvestiia IuZGU*, 2014, no. 6 (57), pp. 8-14.
9. Nechaev V. I., Didmanidze O. N., Parliuk E. P., Eidis A. L. Methodology for determining the terms and cost of implementing an innovation project. Moscow, Triada, 2012, 20 p.

***Об авторах:***

**Чеха Андрей Алексеевич**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Караваяев Михаил Александрович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Andrei A. Chekha**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Mikhail A. Karavaev**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## АНАЛИЗ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**О. П. Андреев, Р. С. Шубин**

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

***Аннотация.** Наука не стоит на месте, а вместе с ней применяются новые технологии для уборки зерновых культур, что позволяет получить наилучший результат. В таких условиях важно иметь современное оборудование и технологически правильное оснащение для получения наилучшего экономического и экологического эффекта. Важно не только получить урожай с поля, но и в заданные сроки вывести его с наименьшими потерями.*

***Ключевые слова:** урожайность; зерновые культуры; перевозки.*

## ANALYSIS OF GRAIN CROPS HARVESTING IN MOSCOW REGION

**O. P. Andreev, R. S. Shubin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** Science does not stand still, and together with it, new technologies are applied for harvesting grain crops, which allows you to get the best result. In such conditions, it is important to have modern equipment and technologically correct equipment to obtain the best economic and environmental effect. It is important not only to get the harvest from the field, but also to bring it out within the specified time frame with the least loss.*

***Key words:** productivity; grain crops; transportation.*

В настоящее время в Московской области производится практически 400 тыс. тонн зерна. Она занимает третье место в Центральном федеральном округе после Воронежской и Белгородской областей. Главные зерновые районы – Зарайский, Серебряно-Прудский и Домодедовский. Производят преимущественно озимую рожь, озимую пшеницу, овёс и яровой ячмень. Практиче-

ски не выращивают сортовую твердую и яровую пшеницу. По Российской Федерации урожайность в Московской области средняя и составляет 30...32 центнера с гектара.

В Московской области также имеются свои особенности уборки урожая. В настоящее время применяется два способа уборки урожая. Первый способ однофазный или прямое комбайнирование. Данная технология уборки урожая предусматривает один проход самоходного комбайна по полю, за который он скашивает, обмолачивает и отгружает в транспортное средство готовое свежееубранное зерно. Второй способ отдельный или двухфазный, вначале по технологии происходит скашивание хлебной массы и формовка её в виде валков, которые располагают приблизительно 5...6 метров друг от друга [1, 7]. В зависимости от погодных условий они дозревают в течение 3...6 дней, после чего приступают ко второй фазе, в которую входит подбор, обмолот и отгрузка зерна [4].

Зарубежная организация перевозок зерновых культур во время уборки урожая заключается в групповой работе зерноуборочных агрегатов с оптимальной расстановкой автотранспортных средств, повсеместным использованием бункеров-накопителей.

Сельхозтоваропроизводители Франции, Англии, Германии, США, Канады выделяются на фоне остальных в организации производства зерна. Уборка зерновых культур в США производится так же двумя способами прямого и отдельного комбайнирования. Транспортировка зерновых культур с больших массивов производится автомобилями-самосвалами с грузоподъемностью до 12 т, с небольших участков зерновая масса вывозится колесными тракторами с самосвальными прицепами, оборудованными автоматической сцепкой и тормозами.

Использование воспроизводительных комбайнов приводит к задержке в работе из-за транспорта. В связи с чем в США активно применяются различного рода промежуточные перегрузчики.

В Англии для транспортировки зерновой массы с поля обширно применяются разнообразные контейнеры. В Швейцарии и Дании как база используются две технологии уборки зерновых культур: прямое комбайнирование и отдельная уборка сноповсвязками, которые в дальнейшем обмолачивают на стационарном оборудовании.

Для поиска новых решений для получения наилучшего критерия оптимальности затрат на уборку, перевозку и потери зерна от несвоевременной уборки для обеспечения конкурентной цены на мировом рынке с учетом способов уборки в зарубежных странах необходимо разработать «Целочисленную производственно-транспортную модель» учитывающую новейшее техническое оснащение [2, 6]. Основное достоинство данной модели заключается в том, что она рассматривает процесс транспортировки и производства зерна как единое целое, а также предлагает решение поставленной задачи с учетом производительности транспортных средств и комбайнов [5]. Данная модель также учитывает значение потерь зерна от уборки урожая в случае несвоевременности его начала, так как такие потери могут достигать 20 % и являются ключевым фактором снижения себестоимости производства и повышения объема убранного урожая [3].

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Андреев О. П., Пуляев Н. Н., Егоров Р. Н. Научные основы транспортных процессов при многофазной уборке зерновых культур. М. : ООО «Автограф», 2020. 95 с.
2. Андреев О. П., Дидманидзе Р. Н., Дзюба Ю. В. Научные основы уборочно-транспортных процессов уборки зернобобовых культур. М. : ООО «Автограф», 2020. 65 с.
3. Андреев О. П., Пильщиков В. Л. Оптимизация параметров уборочно-транспортных агрегатов при различной влажности почвы. М. : УМЦ Триада, 2020. 108 с.
4. Дидманидзе Г. Р., Андреев О. П. Транспортное обеспечение технологических процессов уборки зерновых культур // Наука без границ. 2020. № 4 (44). С. 30-36.
5. Дидманидзе Р. Н., Гузалов А. С. Алгоритм рационального использования транспортных средств в производственном процессе // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 5. С. 77-84.
6. Зангиев А. А., Дидманидзе О. Н., Андреев О. П. Выбор ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. М. : ООО «УМЦ «Триада», 1994. 124 с.
7. Андреев О. П., Асадов Д. Г., Дидманидзе О. Н. Научные основы моделирования производственных процессов в АПК. М. : ООО УМЦ «Триада», 2017. 180 с.

## REFERENCES

1. Andreev O. P., Pulyaev N. N., Egorov R. N. Scientific foundations of transport processes during multiphase harvesting of grain crops. Moscow, Avtograf, 2020, 95 p.
2. Andreev O. P., Didmanidze R. N., Dziuba Iu. V. Scientific bases of harvesting and transport processes of harvesting leguminous crops-tour. Moscow, Avtograf, 2020, 65 p.
3. Andreev O. P., Pil'shchikov V. L. Optimization of the parameters of harvesting and transport units at different soil moisture. Moscow, Triada, 2020, 108 p.
4. Didmanidze G. R., Andreev O. P. Transport support of technological processes for harvesting grain crops. *Nauka bez granits*, 2020, no. 4 (44), pp. 30-36.
5. Didmanidze R. N., Guzalov A. S. Algorithm for the rational use of vehicles in the production process. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 5, pp. 77-84.
6. Zangiev A. A., Didmanidze O. N., Andreev O. P. Selection of resource-saving technologies for crop cultivation. Moscow, ООО «УМС «Триада», 1994, 124 p.
7. Andreev O. P., Asadov D. G., Didmanidze O. N. Scientific bases of modeling of production processes in the agro-industrial complex. Moscow, Triada, 2017, 180 p.

### ***Об авторах:***

**Андреев Олег Петрович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, aopbutovo@mail.ru.

**Шубин Роман Сергеевич**, магистр, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### ***About the authors:***

**Oleg P. Andreev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, aopbutovo@mail.ru

**Roman S. Shubin**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).



## ТРЕХЗВЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ПРЯМЫМ ПЕРЕВОЗКАМ

**О. П. Андреев, Р. С. Шубин**

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

***Аннотация.** Отличительной чертой современных транспортных процессов при перевозке зерна, является высокая динамичность протекающих процессов и тесная связь их с производством. Частое изменение объемов уборки и высокие требования к своевременности обслуживания процесса уборки, заставляют автотранспортную структуру изменять объём потоков и организовывать процесс перевозок с целью максимальной приспособленности к постоянно меняющимся условиям.*

***Ключевые слова:** бункер-накопитель; трехзвенная технология; перевозки.*

## THREE-LINK CLEANING TECHNOLOGY AS AN ALTERNATIVE TO DIRECT TRANSPORTATION

**O. P. Andreev, R. S. Shubin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** A distinctive feature of modern transport processes in the transportation of grain is the high dynamism of the ongoing processes and their close connection with production. Frequent changes in the volumes of cleaning and high requirements for the modernity of servicing the cleaning process force the transport structure to change the volume of flows and organize the transportation process in order to maximize adaptability to constantly changing conditions.*

***Keywords:** storage hopper; three-link technology; transportation.*

Наибольшие объемы перевозок в сельском хозяйстве выполняются в период уборочных работ при уборке зерновых культур. При организации уборочно-транспортного процесса требуется жесткая согласованность транспортных средств с комбайнами, иначе в результате случайного варьирования рабочих циклов

комбайнов и транспортных средств производительность уборочно-транспортного комплекса снижается.

Жесткие требования к своевременному обслуживанию уборочных операций при изменяющихся условиях, создают необходимость в гибкой организации работы автотранспорта. На основании чего, требуется найти наиболее правильный план перевозок и определить необходимое количество автотранспортных средств, что позволит выполнять транспортные работы в условиях неравномерности при минимальных затратах [3].

Для сокращения себестоимости производства процесс перевозки зерна с поля необходимо рассматривать совместно с процессом уборки.

В Московской области используются прямые перевозки зерна. При всех своих достоинствах такой вид перевозок имеет одну отрицательную особенность, несогласованность транспортного процесса или вмешательство внешних факторов, что приводит к простоям комбайнов в ожидании прибытия автотранспортного средства для выгрузки зерна из бункера и в ожидании автотранспортного средства до наполнения бункера у комбайна.

Появление таких простоев приводит к уменьшению сменной выработки комбайна, что в дальнейшем приведёт к потерям зерна из-за превышения оптимальных агросроков. После наступления полного созревания зерновой культуры в ней начинаются необратимые процессы: ускоренное старение соломы, рост сорняков в посевах, это приводит к «полежке» хлебов и существенно усложняет процесс уборочной кампании [4]. Дополнительные потери также с самообсыпанием зерна, обламыванием колосьев, прорастанием его на корню, поедание зерна грызунами в период уборки и т. д. Всё вышеперечисленное приводит к значительным потерям зерна и отрицательно сказывается на его качестве [2].

Учитывая это необходимо смоделировать процесс, происходящий во время уборочной кампании исключая основные негативные факторы влияющие на эффективность агробизнеса. Предлагается рассмотреть бункеры-накопители с весовыми системами. Это позволит повысить скорость уборки, взвешивать и учитывать зерно фактически онлайн и свести человеческий фактор к минимуму. С таким подходом уборочная логистика будет базироваться на пяти технологиях: трехзвенной системе уборки

урожая, GPS – трекинге, дистанционном мониторинге, весовом и топливном контроле и системе передачи данных с датчиков, установленных на технике [1].

Например, выгрузка комбайна Acros 560 на месте занимает до 5 минут. За день это – 4 часа потерянного времени. За один час работы комбайн при уборке зерновых с урожайностью 60 ц/га проходит 30...40 га. 4 часа потерянного времени – 12 необработанных гектаров. При использовании бункеров-перегрузчиков комбайны выгружают зерно из своих бункеров на ходу. Соответственно никаких простоев нет. По данным компании «АгроКИМ» применение такой технологии позволяет им ускорить уборку урожая почти на 25...30 %. Без перегрузчиков сбор урожая можно проводить одним из двух способов: либо зерновоз периодически выезжает на поле, либо комбайн сам выезжает с поля на дорогу с твердым покрытием (например, после дождя, когда есть опасность автомобиля увязнуть) и перегружает зерно из бункера в зерновоз. Обе этих схемы не так хороши.

Применение GPS позволяет исключить человеческий фактор во время перевозки зерна. Водителю выдается карточка, в которую вносят все необходимые реквизиты: ФИО водителя, номер автомобиля и т.п. На поле оформляются товарно-транспортные накладные. После оформления они пломбируются. А вся информация о перемещении зерна поступает в базу, где она автоматически считывается. Оснащение техники GPS-трекерами позволяет подключать к ним дополнительное оборудование и, соответственно, расширять возможности контроля. Например – можно контролировать трудовой график водителей – работу в сменах. А можно вообще дистанционно корректировать работу техники: подключить дополнительное оборудование, которое будет показывать то, что видит водитель. Возможности дистанционного контроля ограничены сегодня только полетом фантазии и здравым смыслом [5]. К примеру, трекер можно настроить так чтобы при превышении определенной скорости в заданной геозоне техника автоматически останавливалась, выключалось зажигание или диспетчеру мониторинговой службы приходила соответствующее оповещение [6].

Трехзвенная система перевозок с применением бункеров-накопителей с возможностью взвешивания и использование со-

временных способов контроля и мониторинга работы автотранспортных и уборочных агрегатов, дают возможность исключить простои и контролировать процесс доставки зерна с поля до зернохранилища.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев О. П., Пуляев Н. Н., Егоров Р. Н. Научные основы транспортных процессов при многофазной уборке зерновых культур. М. : ООО «Автограф», 2020. 95 с.
2. Андреев О. П., Дидманидзе Р. Н., Дзюба Ю. В. Научные основы уборочно-транспортных процессов уборки зернобобовых культур. М. : ООО «Автограф», 2020. 65 с.
3. Андреев О. П., Пильщиков В. Л. Оптимизация параметров уборочно-транспортных агрегатов при различной влажности почвы. М. : УМЦ Триада, 2020. 108 с.
4. Дидманидзе Г. Р., Андреев О. П. Транспортное обеспечение технологических процессов уборки зерновых культур // Наука без границ. 2020. № 4 (44). С. 30-36.
5. Дидманидзе Р. Н., Гузалов А. С. Применение инновационных разработок в зерноуборочном комбайне при уборке // В сб.: Доклады ТСХА. 2020. С. 299-301.
6. Дрямов С. Ю., Стадник А. В. Контроль обеспечивает качество техники // Сельский механизатор. 2020. № 8. С. 12-14.
7. Зангиев А. А., Дидманидзе О. Н., Андреев О. П. Выбор ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. М. : ООО «УМЦ «Триада», 1994. 124 с.
8. Андреев О. П., Асадов Д. Г., Дидманидзе О. Н. Научные основы моделирования производственных процессов в АПК. М. : ООО УМЦ «Триада», 2017. 180 с.
9. Парлюк Е. П. Управление инновационными рисками в отраслях продовольственного комплекса // Управление рисками в АПК. 2016. № 7. С. 29-40.

## REFERENCES

1. Andreev O. P., Pulyaev N. N., Egorov R. N. Scientific foundations of transport processes during multiphase harvesting of grain crops. Moscow, Avtograf, 2020, 95 p.
2. Andreev O. P., Didmanidze R. N., Dziuba Iu. V. Scientific bases of harvesting and transport processes of harvesting leguminous crops-tour. Moscow, Avtograf, 2020, 65 p.

3. Andreev O. P., Pil'shchikov V. L. Optimization of the parameters of harvesting and transport units at different soil moisture. Moscow, Triada, 2020, 108 p.
4. Didmanidze G. R., Andreev O. P. Transport support of technological processes for harvesting grain crops. *Nauka bez granits*, 2020, no. 4 (44), pp. 30-36.
5. Didmanidze R. N., Guzalov A. S. Application of innovative developments in a combine harvester during harvesting. *Doklady TSKhA*, 2020, pp. 299-301.
6. Driamov S. Iu., Stadnik A. V. Control ensures the quality of equipment. *Sel'skii mekhanizator*, 2020, no. 8, pp. 12-14.
7. Zangiev A. A., Didmanidze O. N., Andreev O. P. Selection of resource-saving technologies for crop cultivation. Moscow, ООО «УМЦ «Триада», 1994, 124 p.
8. Andreev O. P., Asadov D. G., Didmanidze O. N. Scientific bases of modeling of production processes in the agro-industrial complex. Moscow, Triada, 2017, 180 p.
9. Parliuk E. P. Innovation risk management in food industry sectors. *Upravlenie riskami v APK*, 2016, no. 7, pp. 29-40.

***Об авторах:***

**Андреев Олег Петрович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, aopbutovo@mail.ru.

**Шубин Роман Сергеевич**, магистр, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Oleg P. Andreev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, aopbutovo@mail.ru

**Roman S. Shubin**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## **ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ 514 ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ НОРМ НА ТОКСИЧНОСТЬ**

**Д. Н. Лопаткин, В. Л. Чумаков**

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

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы улучшения экологических характеристик дизеля ЗМЗ 514 автомобилей УАЗ. Представлен обзор технических решений отечественных и зарубежных специалистов по модернизации двигателя в период 2002...2016 гг. Предлагаются мероприятия, комплекс которых должен обеспечить удовлетворение норм на токсичность ЕВРО 6 для модернизированного двигателя ЗМЗ 514 при сохранении его мощностных и экономических характеристик.*

***Ключевые слова:** дизель; нормы токсичности; турбонаддув; нейтрализация отработавших газов; впрыск высокого давления.*

## **OPPORTUNITIES FOR MODERNIZATION OF THE ZMZ 514 ENGINE TO MEET EUROPEAN TOXICITY STANDARDS**

**D. N. Lopatkin, V. L. Chumakov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article deals with the problems of improving the environmental characteristics of the ZMZ 514 diesel engine for UAZ vehicles. The article presents an overview of the technical solutions of domestic and foreign specialists for the modernization of the engine in the period 2002...2016. Measures are proposed, the complex of which should ensure the satisfaction of the EURO 6 toxicity standards for the modernized ZMZ 514 engine while maintaining its power and economic characteristics.*

***Keywords:** diesel; toxicity standards; turbocharging; exhaust gas neutralization; high pressure injection.*

Целью данной работы является анализ путей модернизации дизеля Заволжского моторного завода (прототип ЗМЗ 514) в целях обеспечения экологических норм на токсичность отработав-

ших газов ЕВРО 6 [1], при сохранении мощностных и экономических показателей двигателя.

Двигатели семейства ЗМЗ 514, являющиеся прототипом модернизации, предназначены для установки на автомобили УАЗ с колесной формулой 4x4 и полной массой до 3 500 кг. Данные двигатели могут устанавливаться также на легковые и грузопассажирские автомобили УАЗ Patriot, Hunter, Pickup и Cargo. Завод-производитель предназначает двигатель для эксплуатации в различных климатических условиях при температурах окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 40°С, относительной влажности воздуха до 75 % при температуре плюс 15°С, запыленности воздуха до 1 г/м<sup>3</sup>, а также в районах, расположенных на высоте до 4 000 м над уровнем моря [2].

Впервые техническое задание на проектирование дизельного двигателя для Заволжского моторного завода поступило в 1978 году. Предполагался 2,3-литровый турбодизель с чугунным блоком цилиндров расчетной мощностью 80...90 л.с. В последующие 15 лет было создано несколько различных опытных образцов, однако они в производство не пошли. В 1993 году было принято решение о создании дизельного двигателя на основе перспективного бензинового 406 мотора. 30 ноября 1995 года был запущен первый двухлитровый 105-сильный 406Д.10, ставший базой для создания современного ЗМЗ 514. На дальнейшую доводку новый двигатель был отправлен в Англию специалистам фирмы «Рикардо», после проведенных испытаний конструкция головки блока цилиндров была кардинально изменена.

Первая опытно-промышленная партия моторов ЗМЗ 514 была собрана в 2002 году для установки на Газели. Но из-за нестабильного качества комплектующих и сложности соблюдения точности обработки деталей на самом заводе серийное производство к началу 2004 года было свёрнуто. Однако работы по доведению нового двигателя продолжались. Была изменена конструкция блока, шатунов, цепей ГРМ и других деталей, и в ноябре 2005 года в цехе малых серий Заволжского моторного завода вновь началось производство дизелей под индексом ЗМЗ 5143. С 2006-го эти моторы стали серийно устанавливаться на UAZ Hunter. В 2012 году был освоен выпуск двигателя ЗМЗ-51432.10 CRS с системой топливоподачи Common Rail, отвечающим эко-

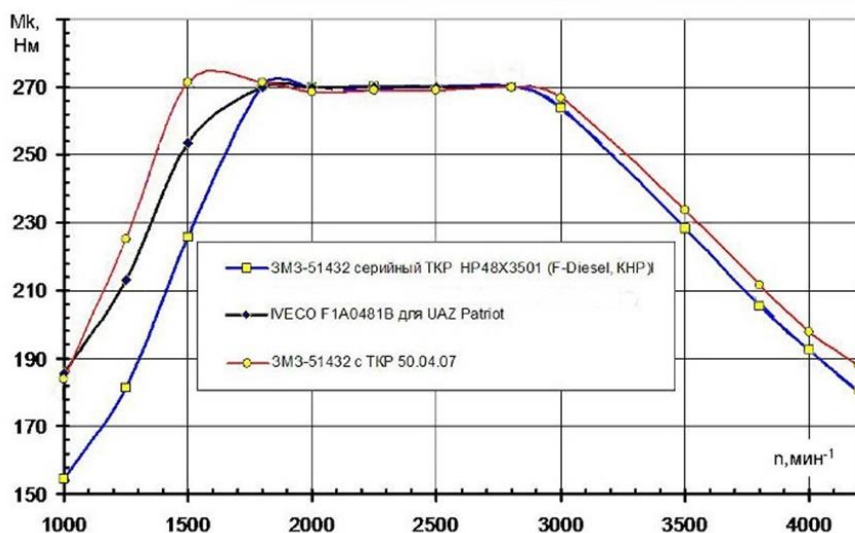
логическим требованиям Евро-4 [3]. В октябре 2016 года заводом было принято решение об исключении из гаммы внедорожников «Патриот» дизельной версии двигателя, поскольку отечественный мотор ЗМЗ 514 не пользовался достаточным спросом.

Прекращение выпуска дизельной модификации не может объясняться «фатальными» проблемами двигателя. Среди основных недостатков двигателя, вызвавших остановку производства ЗМЗ 514, завод признает случаи обрыва цепи привода газораспределительного механизма, выход из строя насоса системы смазки, попадание тарелки клапана в цилиндр, обрыв трубопровода высокого давления и некоторые другие. Данные причины скорее отражают проблемы технологии производства, чем совершенства конструкции двигателя.

В качестве временных решений следует признать попытки установки иных моделей и модификаций на замену названного дизельного двигателя. В августе 2008 года начался выпуск первых UAZ Patriot с дизелем Iveco F1A, который кроме фургонов Fiat Ducato можно встретить и под капотом коммерческих автомобилей Iveco Daily. По конструкции мотор современен, отражает реализацию типовых решений в двигателестроении: 4 клапана на цилиндр, топливная система common-rail с общей рампой и турбонаддув. При объеме в 2,3 литра турбодизель развивает 116 л.с. при 3900 об/мин против 128 л.с. при 4400 об/мин у базового для Patriot бензинового мотора ЗМЗ-409.10 объемом 2,7 литра. Пик крутящего момента у обоих моторов приходится на 2500 об/мин, но у дизеля он на 53 Нм больше: 270 Нм против 217 у бензинового двигателя (рис. 1). То есть, с точки зрения показателей по внешней скоростной характеристике, все эти модели двигателей должны обеспечивать динамические качества автомобиля.

Тандем «Patriot+дизель» произвел в целом приятное впечатление – такой мотор давно просился под капот ульяновского внедорожника. Да, итальянский мотор проигрывает в динамике на асфальте, но за счет большего крутящего момента берет свое на бездорожье. И аппетит поменьше: паспортный расход топлива дизельного Patriot – 9,5 литров на трассе и 12,5 литров в городе против 10,4 и 14,5 литров соответственно у бензиновой версии [3].





**Рисунок 1 – Изменение крутящего момента по скоростной характеристике для двигателя ЗМЗ 514 и его аналогов**

Так открытым остается вопрос готовности сервисов УАЗ обслуживать и снабжать запчастями дизельные Patriot. Выпущено их пока всего чуть больше тысячи. В качестве запасного варианта остаются еще дилеры Iveco и Fiat, которым этот дизель хорошо знаком. Но где-нибудь в глубинке, покупатель Patriot, скорее всего, предпочтет проверенный в обслуживании мотор ЗМЗ.

Кроме того, ввиду отсутствия производства названных импортных двигателей, перспективы их производства в России призрачны, равно как и возможная «локализация» в их сборке в России.

С другой стороны, пример длительной успешной эксплуатации морально устаревших тракторов МТЗ-80 с дизелями Д-240 показывает, что российской экономике нужен автомобильный дизель малой размерности, и, особенно, для автомобиля повышенной проходимости для сельской местности. Пока такой автомобиль успешно эксплуатируется и в народном хозяйстве, и в армии, но с бензиновым двигателем ЗМЗ-409 (или его газовой модификацией).

В данной ситуации целесообразно вернуться к «возрождению» отечественного дизеля для УАЗа. Решение этой задачи может быть найдено в разработке дизельной версии двигателя УАЗ-409, предполагающей как модернизацию конструкции под предполагаемые более высокие нагрузки в цилиндропоршневой группе и кривошипно-шатунном механизме, изменении смесеобразо-

вания, и, главное, внедрение комплекса мер по обеспечению современных экологических норм на выброс токсичных компонентов.

ОАО «Заволжский моторный завод» пока получило международный сертификат на дизельный двигатель ЗМЗ 514 на соответствие требованиям по токсичности только «Евро-2». Ряд европейских стран уже рассматривают введение норм токсичности «Евро-6». ЗМЗ является устаревшим, в данном направлении, двигателем, с довольно большим выбросом вредных компонентов отработавших газов в атмосферу. Несмотря на большое количество модификаций, тот же самый двигатель ЗМЗ от 2016 года, с установкой Common Rail, имеет выброс только на уровне «Евро-4».

Евро-4 официально был введен на территории РФ с 2010 года. До ввода в действие нового жесткого стандарта было много споров, высказано множество пессимистичных взглядов и утверждений, что сертификат Евро-4 убьет отечественный автопром, что промышленность автомобилестроения не готова к принятию подобного рода радикальных шагов и глобальному изменению параметров автомобилей. В качестве аргумента высказывалось мнение, что слишком небольшой промежуток времени прошел с начала борьбы за экологическую безопасность. Если Запад начал свой путь в 1992 году, то Россия присоединилась к этому важному делу лишь в 2006-м. Чтобы ввести сертификат Евро-4, практически необходимо перестроить все производства автомобилей в России, что приведет к существенному повышению цен на российские авто. А именно небольшая цена – главное преимущество отечественного автопрома на рынке. Например, с вводом в действие Евро-2 была снята с производства «Ока», т.к. процедура ее переоборудования для исполнения требований данного стандарта была абсолютно бессмысленной.

Неготовность Российского автопрома к приему стандарта Евро-4 сказалась на том, что срок ввода его в действие постоянно переносился. Действительно, сложность решения токсических проблем графически представлена на рис. 2.

С 1 января 2013 года на территории РФ всё-таки вступил в силу закон, согласно которому, действует норма Евро-4 в каче-

стве основного стандарта подтверждения экологического качества для автомобилей.

Ученые России и зарубежных стран как в теоретических, так и в экспериментальных исследованиях указывают на определенные решения, указывающие на основные направления снижения токсических выбросов с отработавшими газами дизеля за счет модернизации рабочего процесса [4], в условиях применения турбонаддува [5], введением систем селективного каталитического восстановления токсичных компонентов отработавших газов [6, 7] и других методов. Оценки исследователей показывают, что только комплексное воздействие на рабочий процесс дизеля и дополнительная нейтрализация отработавших газов может обеспечить желаемый эффект.

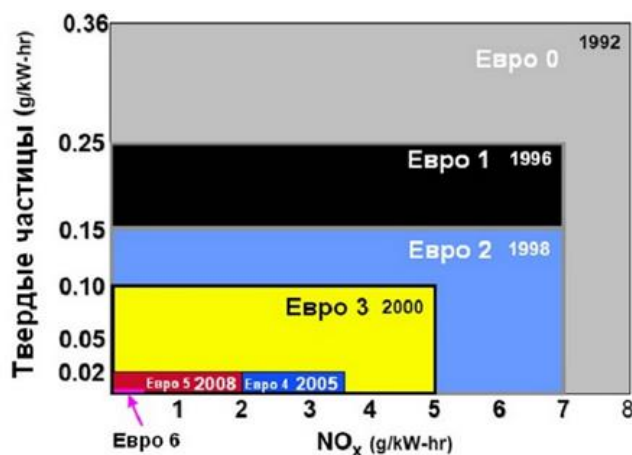


Рисунок 2 – Схема зависимости выбросов отработавших газов от норм Евро

В предстоящих работах, по-видимому, следует проанализировать применительно к модернизируемому двигателю ЗМЗ комплекс мероприятий, например включающих:

- сокращение выбросов вредных веществ за счет снижения рабочего объема двигателя, и тем самым, уменьшения вредных выбросов при работе на средних нагрузках;
- восстановление исходной мощности двигателя за счет использования турбонаддува средней степени;
- определение оптимального сочетания снижения рабочего объема, степени наддува двигателя и степени сжатия;

- разработка аккумуляторной системы впрыска топлива высокого давления (Common Rail);
- введение рециркуляции отработавших газов на режимах близких к полным нагрузкам;
- применение системы селективного каталитического восстановления токсичных компонентов отработавших газов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скляр Д. С. Экологические стандарты евро // В сб.: Фундаментальные и прикладные науки – основа современной инновационной системы : материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2015. С. 32-37.
2. Описание автомобиля UAZ Hunter. Ульяновск : Дирекция по маркетингу и продажам ОАО «УАЗ», 2004. 11 с.
3. Дизельный двигатель модели ЗМЗ-51432 CRS для автомобилей УАЗ экологического класса 4. Заволжье : ОАО «Заволжский моторный завод», 2015. 65 с.
4. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine // В сб.: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 1679 (2020). С. 52089.
5. Лиханов В. А., Лопатин О. П. Исследование содержания оксидов азота в цилиндре тракторного дизеля с турбонаддувом при работе на природном газе // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 5. С. 3-8.
6. Кочетков Д. В., Камерлохер В. А. Применение технологии селективного каталитического восстановления (SCR) на автомобилях «Урал» // В сб.: Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта : материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 51-66.
7. Control of NOx emissions from diesel engine by selective catalytic reduction (SCR) with urea / Baik J.H., Yim S.D., Nam In.S., Mok Y.S., Lee J.H., Cho B.K., Oh Se.H. // Topics in Catalysis. 2004. Т. 30. С. 37-41.

## REFERENCES

1. Skliar D. S., Environmental standards of the euro. *Fundamental'nye i prikladnye nauki – osnova sovremennoi inno-vatsionnoi sistemy*, 2015, pp. 32-37.
2. Description of the car UAZ Hunter. Ul'ianovsk, Direktsiia po marketingu i prodazham ОАО «УАЗ», 2004, 11 p.

3. Diesel engine ZMZ-51432 CRS for UAZ vehicles of ecological class 4. Zavolzh'e, OAO «Zavolzhskii motorny zavod», 2015, 65 p.
4. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*, Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020, pp. 52089.
5. Likhanov V. A., Lopatin O. P. Investigation of the content of nitrogen oxides in the cylinder of a turbo-charged tractor diesel engine running on natural gas. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2016, no. 5, pp. 3-8.
6. Kochetkov D. V., Kamerlokher V. A. Application of Selective Catalytic Reduction (SCR) Technology in Ural Cars. *Problemy i perspektivy razvitiia av-tomobil'nogo transporta*, 2013, pp. 51-66.
7. Baik J. H., Yim S. D., Nam In. S., Mok Y. S., Lee J. H., Cho B. K., Oh Se. H. Control of NOx emissions from diesel engine by selective catalytic reduction (SCR) with urea. *Topics in Catalysis*, 2004, vol. 30, pp. 37-41.

***Об авторах:***

**Лопаткин Данила Николаевич**, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), Danila\_lopatkin@mail.ru.

**Чумаков Валерий Леонидович**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, профессор.

***About the authors:***

**Danila N. Lopatkin**, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Danila\_lopatkin@mail.ru.

**Valeriy L. Chumakov**, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49,), Cand.Sc. (Engineering), professor.

## **РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ РЕДУКТОРОВ ГРУ- ЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ГРУЗОПОДЪЕМ- НОСТИ**

**Н. М. Тамбовский, С. К. Тойгамбаев**

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

***Аннотация.** В данной статье производится разработка и проектирова-  
ние конструкции стенда для разборки и сборки редукторов грузовых ав-  
томобилей различной грузоподъемности. Проведен энергетический и ки-  
нематический расчет привода стенда.*

***Ключевые слова:** стенд; конструкция, проект; привод.*

## **DEVELOPMENT AND DESIGN OF THE STAND STRUC- TURE FOR DISASSEMBLY AND ASSEMBLY OF TRUCK GEARBOXES OF VARIOUS LOAD CAPACITIES**

**N. M. Tambovsky, S. K. Toigambayev,**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

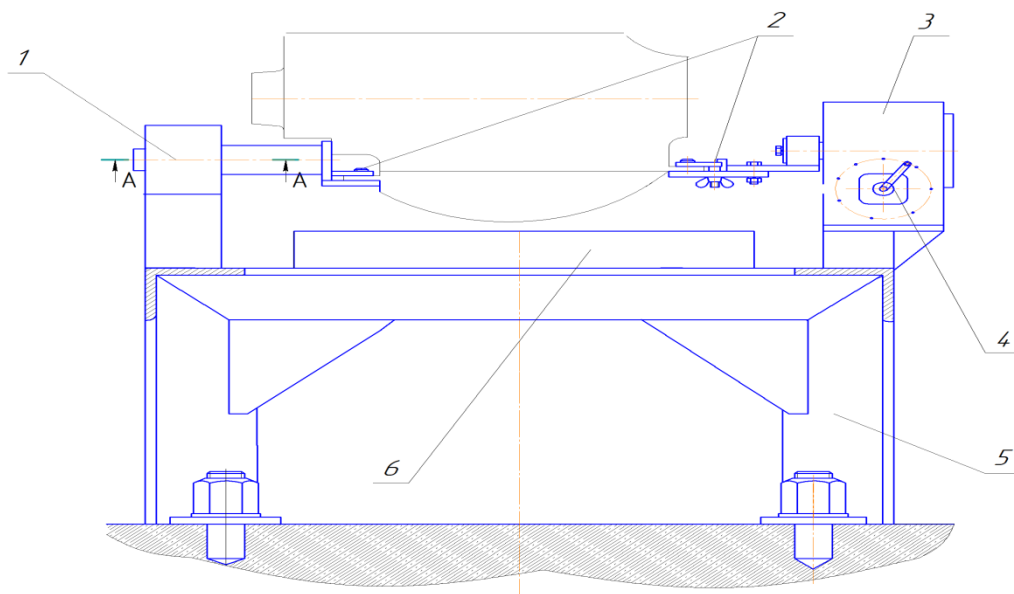
***Abstract.** This article is devoted to the development and design of the stand  
structure for disassembly and assembly of truck gearboxes of various load ca-  
pacities. The energy and kinematic calculation of the stand drive is carried out.*

***Keywords:** stand for disassembly and assembly of truck gearboxes; projected  
design; energy and kinematic calculation of the drive.*

Предлагаемая конструкция стенда для разборки и сборки редукторов: стенд стационарный [1] с полноповоротным вращением вокруг горизонтальной оси стола, с червячным редуктором, ручной, габаритные размеры 852x600x1000мм, масса 60 кг.

Стенд (рис. 1) это сварная конструкция [2], состоящая из основания 1 и рамы 2 типа вилка, на которой крепятся червячный редуктор 7 и корпус 4 с опорным валом 5 и кронштейном 6. На конце выходного вала червячного редуктора крепится втулка с

кронштейном. Между обоими кронштейнами располагается редуктор заднего моста автомобиля [3], закрепляемый за фланец [4].



**Рисунок 1 – Схема станда для разборки и сборки редукторов**

*Преимущества:*

- использование червячного редуктора для вращения ремонтируемого агрегата вокруг горизонтальной оси;
- возможность создания условий при конструкционной доработке вращения станда вокруг вертикальной оси;
- при наличии соответствующих кронштейнов возможность разборки и сборки редукторов всех автомобилей;
- нет необходимости в покупке дополнительного оборудования.

*Недостатки:*

- использование для вращения редуктора ручного труда.

За основу проектируемой конструкции станда для разборки и сборки редуктора принимаем используемый на предприятии стенд собственного изготовления [5]. Основной причиной выбора данной конструкции является его технологическая равноценность существующим аналогам стандов [6], возможность модернизации и отсутствие необходимости в покупке оборудования.

Выбранная конструкция станда для разборки и сборки редуктора заднего моста отвечает всем предъявляемым требовани-

ям [7], основанным на существующем модельном ряде автомобилей предприятия [8]. Конструкция имеет ряд преимуществ над существующими прототипами, в частности ориентацией на удобство при разборке и сборке редукторов среднего и заднего мостов автомобилей КамАЗ. Также эту конструкцию возможно модернизировать собственными силами [9].

Проектируемая конструкция стенда для разборки и сборки редуктора заднего (среднего) моста будет состоять из следующих элементов:

1. Основание 5, выполненное из швеллеров;
2. Плита на которой монтируется каркас стенда и расположен поддон для сбора масла 6;
3. Червячный редуктор 3;
4. Корпус с опорным валом 1;
5. Кронштейны для фиксации редуктора 2.

Принцип работы стенда таков (рис. 1): от рукоятки 4 закрепленной на конце ведущего вала червячного редуктора 3 крутящий момент передается через червяк на червячное колесо.

Далее, через дополнительную опору ведомый вал редуктора передает крутящий момент на кронштейн 2 закрепленный на его конце.

Кронштейны закреплены на ведомом валу червячного редуктора и опорном валу корпуса 1. Кронштейны имеют специальные приспособления, позволяющие жестко закреплять редуктор за отверстия фланца [10].

Во время работы ремонтируемый редуктор остается неподвижным за счет самотормозящего эффекта [11], создаваемого червячным редуктором и фиксацией штифта рукоятки 4 в любом из отверстий, расположенных на стенке червячного редуктора. Редуктор автомобиля можно повернуть вокруг оси на любой угол [12].

Опора с подшипниками и червячный редуктор крепятся болтами к двум поперечинам, имеющим профиль швеллера. Поперечины приварены к каркасу стенда [13].

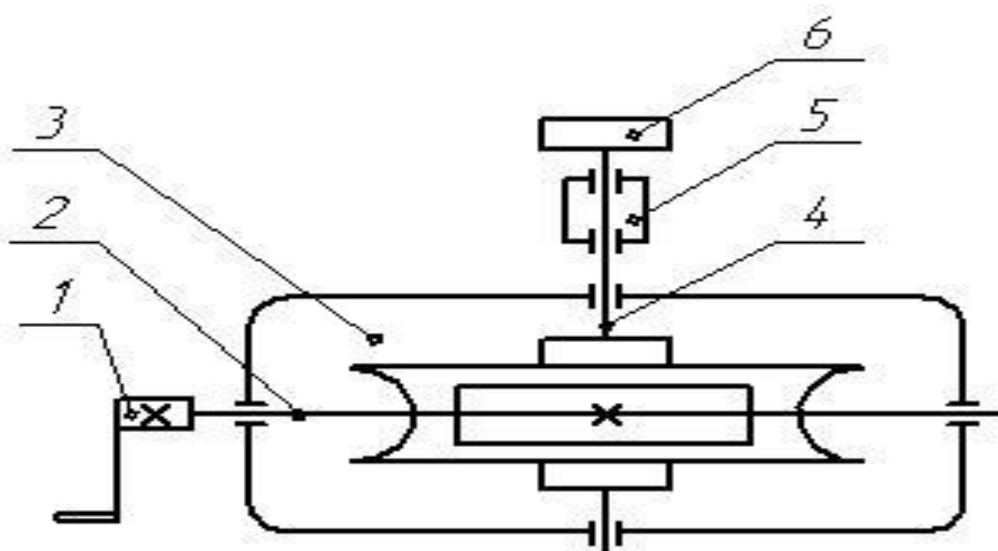
Модернизация существующего стенда заключается в улучшении условий мобильности труда, а именно все существующие подобные стенды позволяют вращать ремонтируемый редуктор лишь вокруг горизонтальной оси. При этом, если в операциях по



разборке участвует гайковерт, то нет необходимости в прокладывании дополнительных кабелей или шлангов.

Энергетический и кинематический расчёты привода сводятся к выбору червячного редуктора, усиливающего прилагаемую работу работника к рукоятке стенда, к определению мощностей, угловых скоростей и крутящих моментов на валах [14].

Ввиду того, центр тяжести разбираемого редуктора будет изменять свое положение относительно центра вращения в ходе разборки-сборки, необходимо определить расстояние, при котором центр тяжести будет находиться на максимальном удалении [15]. Примем это расстояние равным 84 мм.



**Рисунок 2 – Кинематическая схема стенда:**

- 1 – рукоятка; 2 – ведущий вал; 3 – редуктор червячный; 4 – ведомый вал;  
5 – дополнительная опора; 6 – кронштейн.

Принимаем, что центр масс двигателя расположен на оси вращения. Мощность на рабочем валу стенда ( $N_{р.в.}$ , кВт) определяем по формуле:

$$N_{р.в.} = \frac{G_p \cdot A \cdot n_{р.в.} \cdot \pi}{30 \cdot 1000}, \quad (1)$$

где  $G_p$  – вес редуктора. Масса редуктора в сборе автомобиля КамАЗ составляет 182 кг.

$$G_p = m \cdot g = 182 \cdot 9,8 = 1783,6 \text{ Н};$$

$A$  – максимальное расстояние между центром тяжести редуктора и центром вращения. Учитывая геометрическое расположение редуктора на стенде принимаем равным  $120 \text{ мм} = 0,12 \text{ м}$ ;  
 $n_{\text{р.в.}}$  – частота вращения рабочего вала,  $n_{\text{р.в.}} = 6,5 \text{ мин}^{-1}$ .

$$N_{\text{р.в.}} = \frac{1783,6 \cdot 0,12 \cdot 6,5 \cdot 3,14}{30 \cdot 1000} = 0,14 \text{ кВт.}$$

Потребная мощность на первом валу привода, кВт:

$$N_1 = N_{\text{р.в.}} / \eta_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где  $\eta_{\text{пр}}$  – КПД привода. КПД определяем по формуле:

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{чр}} \cdot \eta_{\text{п}}^3, \quad (3)$$

где  $\eta_{\text{чр}}$  – КПД червячного редуктора,  $\eta_{\text{чр}} = 0,8$ ;

$\eta_{\text{п}}^2$  – КПД опорных пар (подшипников качения), принимаем  $\eta_{\text{п}} = 0,99$ ;

$$\eta_{\text{пр}} = 0,8 \cdot 0,99^2 = 0,78.$$

$$N_1 = 0,14 \cdot 0,78 = 0,11 \text{ кВт.}$$

Используя выше приведенную формулу по определению мощности на рабочем валу редуктора, определяем мощность на входном валу.

Усилие прилагаемое человеком к рукоятке стенда в среднем равно  $15 \text{ кг}$ , т.е.  $150 \text{ Н}$ . Расстояние от точки приложения до оси ведущего вала  $170 \text{ мм} = 0,17 \text{ м}$ .

Передаточное отношение червячной передачи ( $i$ ) определяется по формуле:

$$i = \frac{n_{\text{ч}}}{n_{\text{чк}}} = 10 \quad (4)$$

где  $n_{\text{ч}}$ ,  $n_{\text{чк}}$  – соответственно частота вращения червяка и червячного колеса,  $\text{мин}^{-1}$ .

Определим частоту вращения червяка:

$$n_{\text{ч}} = n_{\text{чк}} \cdot i = 6,5 \cdot 10 = 65 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем мощность на входном валу ( $N_{\text{в.в.}}$ , кВт):

$$N_{\text{в.в.}} = \frac{G_{\text{р}} \cdot A \cdot n_{\text{в.в.}} \cdot \pi}{30 \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 0,17 \cdot 65 \cdot 3,14}{30 \cdot 1000} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Для определения геометрических параметров червячного редуктора определим крутящий момент червячного колеса ( $T_{\text{р.в.}}$ , Н·м):

$$T_{\text{рв}} = \frac{N_{\text{рв}}}{\omega_{\text{рв}}}, \quad (5)$$

где  $\omega_{\text{рв}}$  – угловая скорость,  $\text{рад}^{-1}$ :

$$\omega_{\text{рв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{рв}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 6,5}{30} = 0,68 \text{ рад}^{-1}, \quad (6)$$

$$\omega_{\text{вв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{вв}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 65}{30} = 6,8 \text{ рад}^{-1}.$$

$$T_{\text{рв}} = \frac{0,14 \cdot 10^3}{0,68} = 205 \text{ Н} \cdot \text{м} = 205 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Определим крутящий момент ведущего вала ( $T_{\text{вв}}$ , Н·м):

$$T_{\text{вв}} = \frac{T_{\text{рв}}}{u \cdot \eta} = \frac{205}{10 \cdot 0,8} = 25,6 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (7)$$

Определяем межосевое расстояние ( $a_w$ , мм) из условия контактной выносливости:

$$a_w = \left( \frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left( \frac{170}{\frac{z_2}{q}} \cdot [\sigma_H] \right)^2 \cdot T_{\text{рв}} \cdot K }, \quad (8)$$

где  $[\sigma_H]$  – контактное напряжение. Принимаем  $[\sigma_H] = 150$  МПа, при материале червяка Сталь 45 с закалкой до твердости не менее HRC 45, и венца червячного колеса бронзу БрА9ЖЗЛ, при скорости скольжения в зацеплении  $v_s = 5$  м/с;

$q$  – предварительный коэффициент диаметра червяка,  $q = 8$

$z_2$  – число зубьев червячного колеса:

$$z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 10 = 10. \quad (9)$$

$K$  – коэффициент нагрузки,  $K = 1,2$

$$a_w = \left( \frac{10}{8} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left( \frac{170}{\frac{10}{8}} \cdot 150 \right)^2 \cdot 205 \cdot 1,2 } = 61 \text{ мм}.$$

Принимаем стандартное межосевое расстояние  $a_w = 63$  мм (ГОСТ 2144-76).

Определяем значение модуля ( $m$ , мм) по формуле:

$$m = \frac{2 \cdot a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 63}{10 + 8} = 7. \quad (10)$$

Принимаем по ГОСТ 2144-76 стандартное значение модуля  $m = 8$  мм.

Определяем основные геометрические размеры червяка и червячного колеса:

делительный диаметр червяка:

$$d_1 = q \cdot m = 8 \cdot 8 = 64 \text{ мм}; \quad (11)$$

делительный диаметр червячного колеса:

$$d_2 = z_2 \cdot m = 10 \cdot 8 = 80 \text{ мм}. \quad (12)$$

Определяем диаметр выходного конца ведущего вала:

$$d_{в1} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{вв}}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{25,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 17,2 \text{ мм} \quad (13)$$

Принимаем диаметр равный 18 мм.

Определяем диаметр выходного конца рабочего вала:

$$d_{в2} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{рв}}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{205 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 34,4 \text{ мм} \quad (14)$$

Принимаем диаметр равный 35 мм.

Результаты кинематического расчета сводим в табл. 1.

**Таблица 1 – Результаты кинематического расчета**

Вал редуктора	Частота вращения (n), мин <sup>-1</sup>	Угловая скорость (ω), с <sup>-1</sup>	Мощность (N), кВт	Крутящий момент (T), Н·м
входной вал редуктора	65	6,8	0,17	25,6
рабочий вал станда	6,5	0,68	0,14	205

По результатам кинематического расчета из существующих конструкций червячных редукторов более всего подходит редуктор марки ЧМ-63.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стенд для ремонта редукторов КРОН-640 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garo.cc/katalog/garazhnoe-oborudovanie/stendy-dlja-sborki/stend-dlja-remonta-reduktorov-r>.

2. Тойгамбаев С. К., Теловов Н. К. Стенд для разборки-сборки муфт сцепления // Аспирант и соискатель. 2019. № 4 (112).
3. Тойгамбаев С. К. Разработка стенда для разборки и сборки коробок передач грузовых автомобилей // Республиканский научно-практический журнал «Тагылым». 2020. № 06 (77).
4. Стенд для сборки и разборки редукторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/122/1225749.html>.
5. Тойгамбаев С. К., Соколов О. К. Оптимизация параметров участка ТО и ремонта машинно-тракторного парка. М. : ООО «Издательство «Спутник+», 2020. 21 с.
6. Конструкторская разработка стенда сборки разборки редукторов задних мостов автомобилей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://diplom89.ru/konstruktivnye/stendy/69-stend-remonta-reduktorov-zadnih-mostov>.
7. Дидманидзе О. Н., Парлюк Е. П., Пуляев Н. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем. М. : ООО УМЦ Триада, 2020. 232 с.
8. Саньков В. М., Евграфов В. А., Юрченко Н. И. Основы эксплуатации транспортных и технологических машин и оборудования. М. : Колос, 2017.
9. Тойгамбаев С. К. Способы повышения долговечности и надежности деталей машин // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфулина. 2008. № 1 (48).
10. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А. Пути развития транспортных энергоустановок // М. : ООО «Триада», 2006. 64 с.
11. Кондратьев Е. Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение. М. : Колос, 2018. 353 с.
12. Апатенко А. С., Севрюгина Н. С. Формирование сервиса технологических машин в региональном водохозяйственном комплексе // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. 2020. № 7. С. 43-48.
13. Тойгамбаев С. К. Стенд для обкатки и испытания двигателей // Актуальные проблемы современной науки. 2014. № 5 (78).
14. Ерохин М. Н. Детали машин и основы конструирования. М. : Колос, 2019.
15. Ерохин М. Н., Карп А. В., Выскребенцев Н. А. и др. Проектирование и расчет подъемно-транспортных машин сельскохозяйственного назначения. М. : Колос, 2019. 228 с.

## REFERENCES

1. Gearbox repair stand KRON-640. Available at: <https://www.garo.cc/katalog/garazhnoe-oborudovanie/stendy-dlja-sborki/stend-dlja-remonta-reduktorov-r>.
2. Toigambaev S. K., Telovov N. K. Disassembly stand – assembly of clutch couplings. *Aspirant i soiskatel'*, 2019, no. 4 (112).
3. Toigambaev S. K. Development of a stand for disassembling and assembling gearboxes of trucks. *Respublikanskii nauchno-prakticheskii zhurnal «Tagylym»*, 2020, no. 06 (77).
4. Stand for assembly and disassembly of gearboxes. Available at: <https://findpatent.ru/patent/122/1225749.html>.
5. Toigambaev S. K., Sokolov O. K. Optimization of the parameters of the maintenance area and repair of the machine-tractor park. Moscow, Sputnik+, 2020, 21 p.
6. Design development of a stand for assembly and disassembly of rear axle gearboxes. Available at: <https://diplom89.ru/konstruktivnye/stendy/69-stend-remonta-reduktorov-zadnih-mostov>.
7. Didmanidze O. N., Parlyuk E. P., Pulyaev N. N. Fundamentals of performance and reliability of technical systems. Moscow, UMTs Triada, 2020, 232 p.
8. San'kov V. M., Evgrafov V. A., Iurchenko N. I. Basically you operation of transport and technological machines and equipment. Moscow, Kolos, 2017.
9. Toigambaev S. K. Ways to improve the durability and reliability of machine parts. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifulina*, 2008, no. 1 (48).
10. Didmanidze O. N., Ivanov S. A. Ways of development of transport power plants. Moscow, OOO «Triada», 2006, 64 p.
11. Kondrat'ev E. T. Technology of structural materials and materials science. Moscow, Kolos, 2018, 353 p.
12. Apatenko A. S., Seviugina N. S. Formation of service of technological machines in the regional water management complex, *Innovatsii v prirodobustroistve i zashchite v chrezvychainykh situatsiiakh*, 2020, no. 7, pp. 43-48.
13. Toigambaev S. K. Stand for running in and testing engines. *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki*, 2014, no. 5 (78).
14. Erokhin M. N. Machine parts and design basics. Moscow, Koloss, 2019.
15. Erokhin M. N., Karp A. V., Vyskrebentsev N. A. et al. Design and calculation of lifting and transport machines for agricultural purposes. Moscow, Kolos, 2019, 228 p.

***Об авторах:***

**Тамбовский Николай Михайлович**, студент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), baykonur1960@yandex.ru.

**Тойгамбаев Серик Кокибаевич**, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, e-mail: kokibaewich@yandex.ru.

***About the authors:***

**Nikolay M. Tambovsky**, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), baykonur1960@yandex.ru.

**Serik K. Toygambaev**, professor of the Department of Technical Operation of Technological Machines and Environmental Equipment, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), kokibaewich@yandex.ru.

## АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

**В. В. Шутенко, Н. В. Перевозчикова**

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

*Аннотация.* Применение индивидуального привода на транспортно-технологическом модуле даёт возможность повысить тяговое усилие, однако из-за разности моментов подводимых к колёсам может произойти отклонение МТА от заданной траектории движения. Для предотвращения этого требуется система стабилизации.

*Ключевые слова:* индивидуальный привод; транспортно-технологический модуль; активный привод; тягово-цепные свойства; система стабилизации; алгоритм.

## ALGORITHM OF OPERATION OF THE TRAFFIC STABILIZATION SYSTEM OF THE TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MODULE

**V. V. Shutenko, N. V. Perevozchikova**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* The use of an individual drive on the transport and technological module makes it possible to increase the traction force, however, due to the difference in the moments supplied to the wheels, the MTA may deviate from the specified trajectory to prevent this, a stabilization system is required.

*Keywords:* individual drive; transport and technological module; active drive; traction properties; stabilization system; algorithm.

Одной из наиболее эффективных схем привода, является индивидуальный привод колёс. На основе проведенных ранее исследований, представленных в статьях [1, 2] изучено, что применение индивидуального привода на транспортно-технологических модулях позволяет оптимизировать процесс со-



здания тягового усилия. Однако, при оптимизации тягового усилия из-за разности подводимых моментов может быть создан вращающий момент, который может привести к отклонению транспортно-технологического модуля от оптимальной траектории движения. Для этого в систему управления необходимо заложить алгоритм стабилизации движения [3].

Входными величинами для работы этого алгоритма являются данные об угле поворота рулевого колеса и данные с датчиков углового ускорения трактора и ТТМ. А по данным, полученным с датчиков углового ускорения, вычисляется реальный угол между векторами движения. После вычисления, данный угол  $\Delta\alpha_{\text{теор}}$  сравнивается с реальным углом  $\Delta\alpha$ . В случае, если угол теоретический не будет равен углу реальному, необходимо произвести коррекцию данного угла, с помощью увеличения скорости движения одного из колёс [4].

Теоретический угол между векторами ускорения вычисляется путем проведения графоаналитических исследований и на основе этих исследований была выведена зависимость теоретического угла между векторами от угла поворота передних колёс:

$$y = -0,0125x^2 + 1,772x + 0,5012 \quad (1)$$

Для расчёта линейной скорости движения колёс в случае необходимости коррекции необходимо вычислить разницу между теоретическим и реальным векторами угла и увеличить эту величину на разницу скоростей, которая необходима для поворота модуля на 1 градус.

Для вычисления разницы скоростей мы обратились к теории расчёта «танкового поворота», которая основана на разности скоростей движителей правого и левого борта и основная на формуле [5]:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{V_{\Pi}}{R_2} = \frac{V_{\text{Л}}}{R_1}, \quad (2)$$

где  $V_{\Pi}$  и  $V_{\text{Л}}$  – это линейные скорости движения правого и левого движителей, а  $R_1$  и  $R_2$  это соответственно радиусы от центра поворота до левого и правого движителей.

Преобразовать формулу 0 можно в формулу:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{V_{\Pi}}{V_{\text{Л}}} \quad (3)$$

Из формулы (3) **Ошибка! Источник ссылки не найден.** можно сделать вывод, что разница скоростей между колесами для изменения траектории движения ТТМ на 1 градус должна быть равна тангенсу угла в 1 градус. В соответствии с таблицей Брадиса, тангенс угла в 1 градус равен 0,017 [6] соответственно формула для расчёта  $\alpha_{кор}$  примет вид:

$$\alpha_{кор} = (\Delta\alpha - \Delta\alpha_{теор.}) \cdot 0,017 \quad (4)$$

Произведя расчёт по формуле (4) мы можем определить разницу скоростей, которую нам необходимо создать между внутренним ( $V_{внутр}$ ) и внешним колесом ( $V_{внеш}$ ):

$$V_{внеш} = V_{внутр} \cdot (1 + \alpha_{кор}) \quad (5)$$

Вычислив скорость внешнего колеса нам необходимо вычислить угловую скорость, с которой должно вращаться колесо и количество мощности необходимое для создания разницы скоростей. Требуемую мощность вычисляем по формуле:

$$N_{кор} = N_{к} \cdot (1 + \alpha_{кор}) \quad (6)$$

Вычисление угловой скорости вращения колеса производим по формуле:

$$\omega_{кор} = \frac{V_{внеш}}{r_{к} \cdot \delta\kappa_{кор}}, \quad (7)$$

где  $\delta\kappa_{кор}$  – буксование колеса с учетом увеличившейся линейной скорости движения.

Для вычисления величины  $\delta\kappa_{кор}$ , необходимо вывести зависимость  $\Delta\delta$  от  $\Delta V_{к}$  на основе данных, полученных экспериментальным путем (рис. 1).

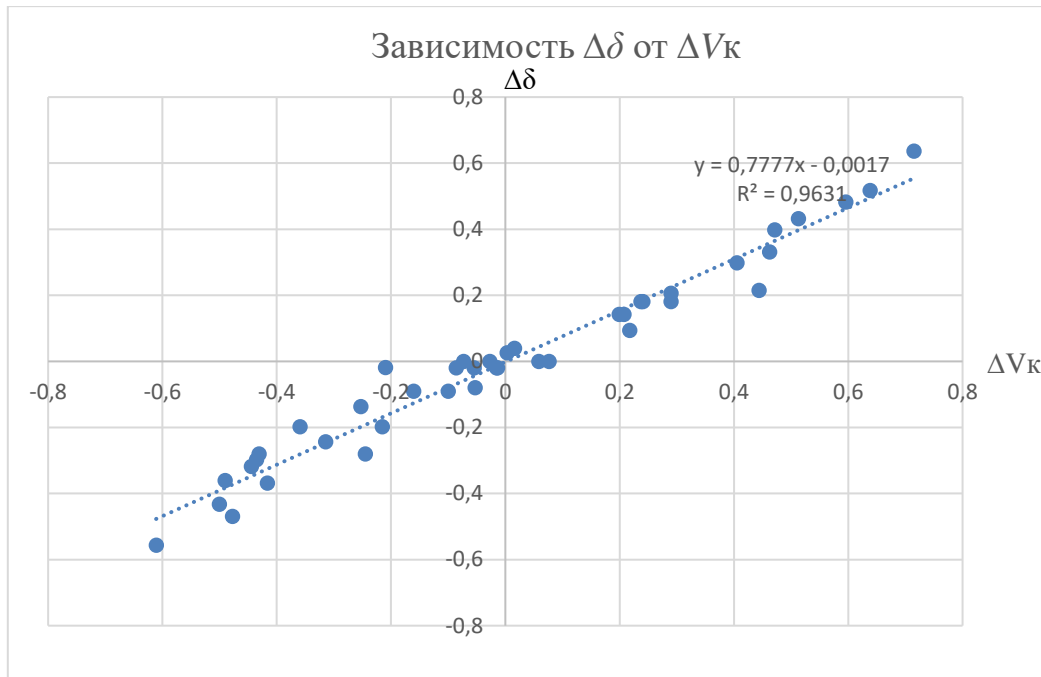
Исходя из графика, мы вывели зависимость изменения буксования от скорости движения колеса:

$$\Delta\delta_{к} = 0,7777 \cdot V_{к} - 0,0017 \quad (8)$$

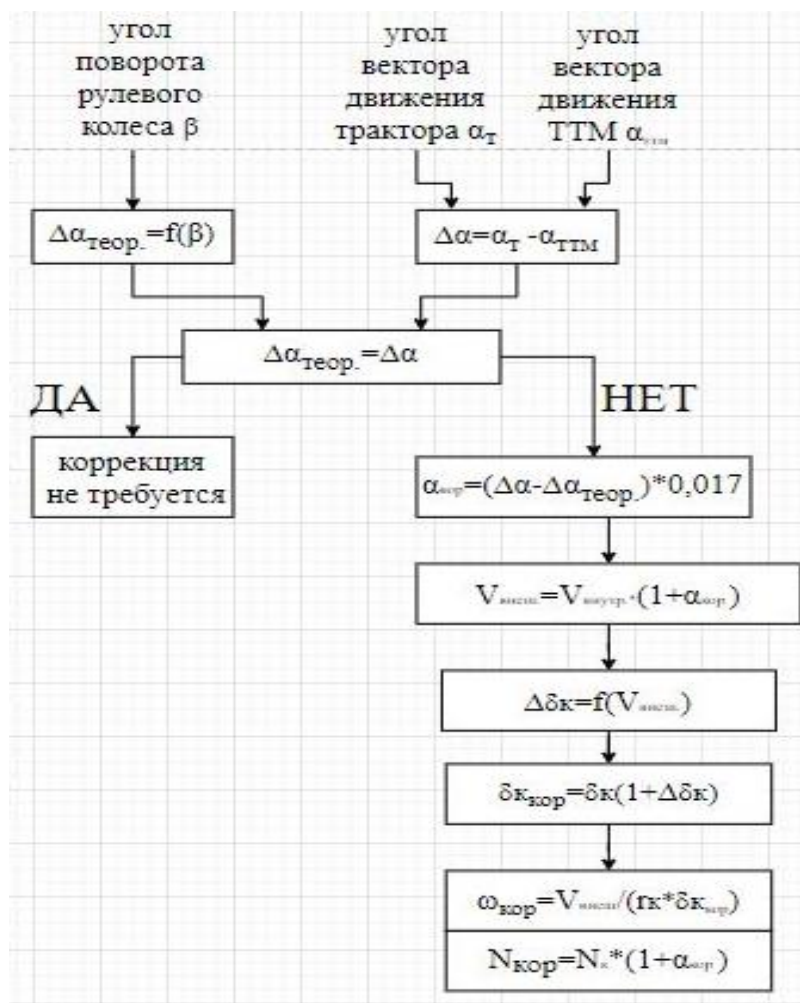
Соответственно  $\delta\kappa_{кор}$  будет вычисляться по формуле:

$$\delta\kappa_{кор} = \delta\kappa(1 + \Delta\delta\kappa) \quad (9)$$

На основе полученных уравнений рассчитали угловую скорость вращения колеса, требуемую для корректировки направления движения ТТМ и получили алгоритм работы системы стабилизации движения ТТМ (рис. 2).



**Рисунок 1 – Определение зависимости величины буксования  $\Delta\delta$  скорости движения колеса  $\Delta V_k$**



**Рисунок 2 – Алгоритм работы системы стабилизации движения**

Данный алгоритм учитывает особенности движения МТА оснащенного транспортно-технологическим модулем и выполняет поставленные перед ним задачи.

На основе теоретического анализа буксования колес от скорости движения нами был составлен алгоритм работы системы стабилизации трактора с транспортно-технологическим модулем.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шутенко В. В., Перевозчикова Н. В. Математическое моделирование и оценка эффективности приводов транспортно-технологического модуля // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2020. Т. 67. № 1 (38). С. 87-92.
2. Шутенко В. В., Перевозчикова Н. В., Хорт Д. О. Сравнение эффективности использования балластных грузов и транспортно-технологических модулей для повышения тягово-сцепных свойств трактора // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. № 3 (32). 162-168 с.
3. Котиев Г. О., Горелов В. А., Мирошниченко А. В Синтез системы управления тяговыми электродвигателями для индивидуального привода ведущих колес автомобиля. // *Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана*. 2011. № 12. С. 11.
4. Богатырев А. В., Перевозчикова Н. В. Электронные системы управления мобильных машин. М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 125 с.
5. Буров С. С. Конструкция и расчет танков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://booksee.org/book/473338>.
6. Таблица Брадиса: синусы, косинусы, тангенсы и котангенсы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.onlinemschool.com/math/formula/bradis\\_table](https://ru.onlinemschool.com/math/formula/bradis_table).
7. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А., Карев А. М. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК // *Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах)*. 2015. Т. 1. № 287-2. С. 180-182.

## REFERENCES

1. Shutenko V. V., Perevozchikova N. V. Mathematical modeling and evaluation of the efficiency of the drives of the transport-technological module. *Elektrotekhologii i elektrooborudovanie v APK*, 2020, vol. 67, no. 1 (38), pp. 87-92.
2. Shutenko V. V., Perevozchikova N. V., Khort D. O. Comparison of the effectiveness of the use of ballast weights and transport and technological

modules to improve the traction and coupling properties of the tractor. *Innovatsii v sel'skom khoziaistve*, 2019, no. 3 (32), pp. 162-168.

3. Kotiev G. O., Gorelov V. A., Miroshnichenko A. V Synthesis of a traction motor control system for an individual drive of the driving wheels of a car. *Nauka i obrazovaniie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Baumana*, 2011, no. 12, pp. 11.

4. Bogatyrev A. V. Electronic control systems of mobile machines. Moscow, RGAU-MSKhA, 2016, 125 p.

5. Burov S. S. Design and calculation of tanks. Available at: <https://booksee.org/book/473338>.

6. Bradis table: Sines, cosines, tangents, and cotangents. Available at: [https://ru.onlinemschool.com/math/formula/bradis\\_table](https://ru.onlinemschool.com/math/formula/bradis_table).

7. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Karev A. M. The main directions of development of traction vehicles in the agro-industrial complex. *Doklady Timiriazevskoi sel'skokhoziaistvennoi akademii*, 2015, vol. 1, no. 287-2, pp. 180-182.

***Об авторах:***

**Шутенко Владимир Витальевич**, инженер-конструктор, г. Клин, Российская Федерация, [pilotklin36@mail.ru](mailto:pilotklin36@mail.ru).

**Перевозчикова Наталия Васильевна**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, [perevoz68@mail.ru](mailto:perevoz68@mail.ru)

***About the authors:***

**Vladimir V. Shutenko**, engineer, Klin, Russian Federation, [pilotklin36@mail.ru](mailto:pilotklin36@mail.ru).

**Natalia V. Perevozchikova**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, [perevoz68@mail.ru](mailto:perevoz68@mail.ru).

## **ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВ- КИ АД-100 С ДВИГАТЕЛЕМ ЯМЗ 238**

**С. А. Сорокин, В. Л. Чумаков**

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

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы улучшения экологических характеристик стационарных дизель-генераторных установок. Отмечается необходимость комплексного решения проблемы воздействием на рабочий процесс дизеля и дополнительных мер подавления вредных веществ в системах нейтрализации отработавших газов.*

***Ключевые слова:** дизель-генератор; токсичность; рабочий процесс дизеля; системы нейтрализации; комплекс мер.*

## **POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF A DIESEL GENERATOR UNIT AD-100 WITH YAMZ 238 ENGINE**

**S. A. Sorokin, V. L. Chumakov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article deals with the problems of improving the ecological characteristics of stationary diesel generator sets. The need for a comprehensive solution to the problem by affecting the working process of a diesel engine and additional measures to suppress harmful substances in exhaust gas neutralization systems is noted.*

***Keywords:** diesel generator; toxicity; diesel working process; neutralization systems; set of measures.*

На сегодняшний день дизельный двигатель получил широкое распространение не только в транспортных и транспортно-технологических машинах, но и в сфере основного или резервного электроснабжения. С помощью дизельного генератора можно преобразовать механическую энергию вращения вала двигателя в

электрическую энергию. Именно поэтому очень часто такие установки используют в качестве основного источника в случаях полного отсутствия централизованной сети энергоснабжения, и в качестве резервного – в случаях наличия централизованной сети, но функционирующей со сбоями в работе [1].

Однако же, одной из главных проблем использования дизельного генератора является его низкий уровень экологичности, так как дизельный генератор не является транспортным средством, на него не распространяются нормы Евро и многие производители полностью игнорируют систему очистки отработавших газов двигателя, что в свою очередь ведет к серьезным проблемам экологического состояния окружающей среды [2].

В данной статье представлен анализ возможностей по комплексной модернизации дизельного двигателя с целью повышения экологических показателей в сфере дизельных генераторов.

К сожалению, на сегодняшний день нет одного универсального способа повышения экологичности дизельных двигателей, поэтому необходимо использовать комплекс из разных методов очистки отработавших газов.

Для разработки комплексной модернизации в качестве базовой установки, будет использоваться ДГУ серии АД-100 с двигателем ЯМЗ 238.

Одной из основных проблем двигателя ЯМЗ 238 в целом, давний срок разработки конструкции двигателя, его исходную ориентировку на обеспечение высоких мощностных и экономических показателей. В частности, это особенно касается конструкции цилиндропоршневой группы и системы питания, определяющих качество процессов смесеобразования и сгорания, а значит и формирования токсичных компонентов отработавших газов.

Устаревшая механическая топливная система, рассчитанная на типовой характер закона подачи топлива, давления впрыска, форма камеры сгорания, тип форсунки автоматически определяют законы смесеобразования, то есть распределение топлива по камере сгорания и температурные зоны в камере сгорания, что влияет на полноту сгорания (или, наоборот, не догорания) топлива, и условия образования основных токсичных компонентов – окиси углерода, углеводородов, и, особенно, оксидов азота и

твердых частиц. То есть, причины, не позволяющие достичь приемлемого уровня экологичности [4, 5].

Поэтому в первую очередь предлагается заменить механический ТНВД на современную электронную систему впрыска топлива (Common Rail), работа которой основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы.

Пожалуй, наиболее сложный вопрос в «экологичности» дизеля – это проблемы высоких выбросов оксидов азота, образующихся при высокой температуре и наличии избыточного кислорода. Многие исследователи указывают на целесообразность подавления образования оксидов азота в цилиндре двигателя за счет рециркуляции отработавших газов. То есть, системы частичного, до 15 %, возврата отработавших газов во впускную систему.

Клапан EGR, который является основой всей системы, позволяет части сгоревших отработавших газов вернуться обратно во впускной коллектор в необходимом количестве, и смешаться со свежим зарядом воздуха. В таком случае снижается доля свободного кислорода, что в свою очередь, приводит к снижению температуры и скорости сгорания топлива, следовательно, ухудшается условие образования оксида азота [8].

При снижении температур заряда может возрасти выброс оксида углерода, сажи и альдегидов, для устранения которых потребуется внедрить дополнительные системы очистки (например, каталитический нейтрализатор). Каталитический нейтрализатор – это устройство, в состав которого входит массивный керамический блок с мелкими сотами, на стенки которого наносят драгоценные металлы - сплав иридия и платины, а также родия и палладия. Принцип его работы основан на химической реакции, который окисляет вредные оксиды углерода и углеводорода до безобидных продуктов, таких как углекислый газ и водяной пар.

Среди наиболее эффективных разработок нейтрализаторов, для обеспечения требований норм на токсичность ЕВРО 5, 6, следует назвать применение системы избирательной каталитической нейтрализации (SCR – Selective Catalytic Reduction) [6].

Название системы свидетельствует о том, что нейтрализация токсичных компонентов отработавших газов происходит поэтапно, и избирательно. Нейтрализация наиболее токсичного



компонента – оксидов азота осуществляется с помощью восстановительного реагента, который подается в выхлопную трубу перед каталитическим нейтрализатором. В качестве реагента используется 32,5 % раствор мочевины, который имеет торговое название AdBlue.

Работа системы избирательной каталитической нейтрализации осуществляется следующим образом: впрыскиваемая форсункой мочевина подхватывается потоком отработавших газов, перемешивается и испаряется с помощью смесителя. На участке до восстановительного катализатора мочевина распадается на аммиак и углекислый газ. В катализаторе аммиак вступает в реакцию с оксидами азота, в результате которой образуются безопасные азот и вода.

Еще один обязательный элемент повышения «экологичности» дизеля – применение сажевого фильтра (PDF – Diesel Particulate Filter). Задача сажевого фильтра заключается в устранении сажевых частиц в отработавших газах. Применение такого фильтра позволяет снизить количество сажи до 99,9 %.

Углерод, как основной компонент твердых частиц (сажи) не является токсичным компонентом. Но, на своей поверхности он выносит с отработавшими газами вредные компоненты, наиболее токсичным из которых является бенз- $\alpha$ -пирен, вызывающий раковые заболевания.

Основным элементом фильтра является матрица, которая изготавливается из керамики. Матрица имеет ячеистую структуру, которая состоит из каналов малого сечения. Поперечные стенки таких каналов имеют пористую структуру и выполняют роль фильтра.

Во время фильтрации происходит захват частиц и оседание их на стенках фильтра.

Наконец, применительно к специфичным локальным зонам дизель-генераторной установки – на газовых магистралях, нефтегазо добывающих установках, фермерских животноводческих хозяйствах целесообразно рассмотреть возможности применения соответствующих альтернативных топлив [7]. Использование альтернативных топлив, включая и возобновляемые источники открывают новые возможности улучшения экологических характеристик двигателей, и стационарных установок на их базе [8].

## Выводы:

1. Проведенный анализ показывает, что единственным способом достижения допустимой нормы экологичности для дизельного генератора является разработка комплекса из разных методов очистки выхлопных газов.

2. Совершенствование экологических показателей установки ДГУ серии АД-100 с двигателем ЯМЗ 238 должно включать модернизацию непосредственно двигателя и специальные меры по нейтрализации отработавших газов на выпуске.

3. Модернизация установки ДГУ серии АД-100 с двигателем ЯМЗ 238 должна сопровождаться экономическим анализом эффективности предлагаемых решений. Так как использование такого комплекса ведет к большим денежным затратам, внедрению новых узлов, снижению мощностных показателей двигателя, использованию дополнительных расходных материалов, а также к дополнительному техническому обслуживанию агрегата.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потапов В. И., Галиуллин Р. Р. Повышение эффективности работы автономных дизель-генераторных установок в технологических процессах АПК // В сб.: Актуальные проблемы энергообеспечения предприятий. 2016. С. 104-110.

2. Кутенев В. Ф., Сайкин А. М., Загарин Д. А. Экологические и эргономические проблемы конструкции автотранспортных средств. // Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 1 (60). С. 46-50.

3. Марков В. А., Девянин С. Н., Маркова В. В. Оценка экологической безопасности силовых установок с дизельными двигателями // Безопасность в техносфере. 2014. Т. 3. № 2. С. 23-32.

4. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine // В сб.: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52089.

5. Улучшение показателей дизеля путем совершенствования процессов топливоподачи и воздухообеспечения / С. Н. Девянин, В. А. Марков, А. В. Микитенко, А. В. Тихонов // Грузовик. 2005. № 4. С. 26-30.

6. Кочетков Д. В., Камерлохер В. А. Применение технологии селективного каталитического восстановления (SCR) на автомобилях «Урал» // В сб.: Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта. 2013. С. 51-66.

7. Экологическая безопасность применения биотоплив в дизелях / М. Н. Ерохин, С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, К. А. Малашенков // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2008. № 5 (14). С. 27-29.

8. Использование биогаза в качестве топлива для дизелей / С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, В. А. Марков, А. А. Ефанов // Грузовик. 2011. № 11. С. 32-43.

## REFERENCES

1. Potapov V. I., Galiullin R. R. Improving the efficiency of autonomous diesel generator sets in the technological processes of the agro-industrial complex. *Aktual'nye problemy energo-obespecheniia predpriatii*, 2016, pp. 104-110.

2. Kutenev V. F., Saikin A. M., Zagarin D. A. Environmental and Ergonomic Problems of Vehicle Design. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2010, no. 1 (60), pp. 46-50.

3. Markov V. A., Devianin S. N., Markova V. V. Assessment of the environmental safety of power plants with diesel engines. *Bezopasnost' v tekhnosfere*, 2014, vol. 3, no. 2, pp. 23-32.

4. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*, 2020, pp. 52089.

5. Devianin S. N., Markov V. A., Mikitenko A. V., Tikhonov A. V. Improvement of diesel performance by improving fuel supply and air supply. *Gruzovik*, 2005, no. 4, pp. 26-30.

6. Kochetkov D. V., Kamerlokher V. A. Application of Selective Catalytic Reduction (SCR) technology on Ural vehicles. *Problemy i perspektivy razvitiia avtomobil'nogo transporta*, 2013, pp. 51-66.

7. Erokhin M. N., Devianin S. N., Chumakov V. L., Malashenkov K. A. Environmental safety of the use of biofuels in diesel engines. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2008, no. 5 (14), pp. 27-29.

8. Devianin S. N., Chumakov V. L., Markov V. A., Efanov A. A. The use of biogas as a fuel for diesel engines. *Gruzovik*, 2011, no. 11, pp. 32-43.

### **Об авторах:**

**Сорокин Сергей Александрович**, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), Supersoker1999@gmail.com.

**Чумаков Валерий Леонидович**, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, профессор.

*About the authors:*

**Sergey A. Sorokin**, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Supersoker1999@gmail.com.

**Valeriy L. Chumakov**, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49,), Cand.Sc. (Engineering), professor.

## БИОТОПЛИВО КАК АЛЬТЕРНАТИВА ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**В. К. Зимогорский**

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

***Аннотация.** Истощение разведанных месторождений нефти и повышение мировых цен на нефтепродукты, превышающее рост цен на конечные продукты сельскохозяйственного производства, приводит к необходимости использования в двигателях внутреннего сгорания различных альтернативных топлив, спектр которых достаточно широк. В настоящей статье разбираются преимущества и недостатки таких альтернатив – биотоплива, применение электродвигателей и использование природного газа в контексте экономических условий в России – как в настоящее время, так и в перспективе.*

***Ключевые слова:** дизельное топливо; биотопливо; рапсовое масло; метиловый эфир рапсового масла; экологические показатели; вредные выбросы.*

## BIOFUEL AS AN ALTERNATIVE TO DIESEL FUEL IN MODERN CONDITIONS

**V. K. Zimogorskiy**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The depletion of explored oil fields and an increase in world prices for petroleum products, exceeding the growth in prices for final products of agricultural production, leads to the need to use various alternative fuels in internal combustion engines, the range of which is quite wide. This article examines the advantages and disadvantages of such alternatives - biofuels, the use of electric motors and the use of natural gas in the context of the economic conditions in Russia - both now and in the future.*

***Keywords:** diesel fuel; biofuel; rapeseed oil; rapeseed oil methyl ester; environmental performance; hazardous emissions.*

Альтернативные топлива это синтетические топлива, получаемые из природного газа, каменного и бурого углей, других уг-

леводородных ресурсов, спирты и эфиры, различные газообразные топлива (природный газ, пропан-бутановые смеси, водород и другие), биотопливо, получаемое из возобновляемых сырьевых ресурсов – биомассы, древесины, отходов сельскохозяйственного производства, растительных масел.

Альтернативное топливо для моторов машин и тракторов, чтобы стать достойной заменой нефтяному, должно обладать физико-химическими свойствами, близкими к дизельному. В этом случае переход на новое топливо произойдет постепенно, без значительных изменений в конструкции дизелей, а значит без существенных капиталовложений и достаточно быстро.

Вместе с тем выбор альтернативного топлива должен учитывать его запасы на ближайшее столетие, экологичность, энергоемкость, агрессивность и т. д.

В настоящее время, когда улучшение экономических и экологических показателей дизелей при их работе на дизельном топливе (далее – ДТ) нефтяного происхождения для обеспечения экологических норм требует огромных затрат, поиск альтернативного топлива становится все более актуальным.

Интерес к использованию топлив на основе растительных масел связан с их преимуществами перед нефтяными топливами, к которым можно отнести: воспроизводимость в природе; сохранение баланса углекислого газа в атмосфере: в окружающую среду при сгорании выбрасывается то количество  $\text{CO}_2$ , которое было поглощено растениями в процессе фотосинтеза, растительные остатки и продукты переработки семян являются сырьем для производства кормов для животных и удобрений. При попадании на землю такое топливо не наносит экологического ущерба.

В США наибольшее распространение как источник растительного масла для биодизельного топлива (далее – БТ) получила соя, в Канаде – канола (разновидность рапса), в Индонезии, Малайзии и Филиппинах – пальмовое масло. Используются также ятрофа, кокосовое, касторовое, сафлоровое и арахисовое масла, животные жиры, рыбий жир. Потенциально самым перспективным источником сырья для производства биодизеля являются водоросли, но работы в этом направлении выявили экономические проблемы и высокую стоимость получаемого продукта.

Европа и Россия традиционно ориентируются на использование в качестве энергоносителя рапсового масла, что обусловлено следующими причинами: высокой урожайностью маслосемян – до 40 ц/га, содержанием масла в семенах – до 50 %, соответствием переработанного рапсового масла требованиям эксплуатируемых сейчас дизелей, востребованностью жмыха для животноводства, повышением урожайности зерновых на 10...20 % при предварительном посеве рапса на тех же площадях [1].

Растительные масла, в том числе и рапсовое масло можно использовать в дизельном двигателе и в чистом виде. Однако, при работе дизеля традиционной конструкции на чистом растительном масле в процессе эксплуатации двигателя возникает ряд проблем, связанных со значительным отличием физико-химических свойств растительных масел от свойств стандартного дизельного топлива.

Так, рапсовое масло имеет на 14 % меньше, чем у ДТ теплотворную способность, на 10 % большую плотность и в 22 раза большую вязкость [2]. Также к таким проблемам относятся углеродистые отложения на поверхностях деталей камеры сгорания, закоксовывание отверстий распылителя, жировые отложения в топливных фильтрах и баке, каналах топливной аппаратуры и другое.

Поэтому для использования в дизелях растительного масла необходимо применять следующие мероприятия: приспособление конструкции двигателя к работе на растительном масле, добавку в масло веществ, приближающих его физико-химические свойства к свойствам дизельного топлива, химическую переработку растительного масла в менее вязкие вещества (эфирные масла), использование добавки масла и других веществ к дизельному топливу в количестве, которое незначительно изменяет свойства последнего. Наибольшее распространение получили два последних способа [1, 2].

Этиловые или метиловые эфиры жирных кислот растительных масел получают в результате реакции этерификации, т. е. взаимодействия спирта и растительного масла в присутствии катализатора. Побочным продуктом реакции является глицерин. Этиловый и метиловый эфиры рапсового масла имеют близкие к

ДТ физико-химические свойства и поэтому могут использоваться в дизеле практически без конструктивных его изменений [3].

Также широкое распространение получил опыт использования смесей рапсового масла с дизельным топливом, поскольку они обладают существенно меньшей вязкостью по сравнению с чистым маслом. Так, вязкость смеси, содержащей (по объему) 80 % дизельного топлива и 20 % рапсового масла, при температуре 292 К (20 °С) составляет 9 мм<sup>2</sup>/с, а при 313 К (40 °С), характерной для условий систем топливоподачи дизелей, – 5 мм<sup>2</sup>/с. Иначе говоря, становится соизмеримой с вязкостью чистого дизельного топлива (норматив 3...6 мм<sup>2</sup>/с) [1].

В настоящий момент с точки зрения академической науки остаются актуальными исследования свойств подобных композиционных смесей с различным составом рапсового и иных масел, а также с добавлением присадок, влияющих на рабочие показатели двигателей, а также на токсичность и дымность отработавших газов. Множество исследований показывают схожую тенденцию изменения показателей работы дизельного двигателя при использовании пальмового или арахисового масла [4, 5]. При этом они также снижают выбросы оксидов азота вследствие снижения температуры сгорания заряда. Это связано в первую очередь, как и в случае с использованием рапсового масла, с более низкой энергетической ценностью масел, а также с более высокой плотностью и периодом задержки воспламенения [6]. Однако для снижения токсичности дизеля, в частности оксидов азота, существует ещё способ добавки воды в камеру сгорания, не ухудшающий вязкостных свойств топлива [7]. Но при этом появляются проблемы при использовании системы водоснабжения на двигателе, поэтому подобные системы также не получили широкого распространения несмотря на частично решённые проблемы [8].

Все перечисленные способы подавляют образование оксидов азота в первую очередь по причине снижения пиковых температур сгорания топливовоздушной смеси. Данный механизм уже давно известен и часто закладывается в физические основы моделирования образования оксидов азота при сгорании топлива [9].

Однако при переходе к практике использования биотоплива, и конкретно в Российской Федерации, академические проблемы



отходят на последний план, а экономические факторы делают их не актуальными.

В долгосрочной перспективе биодизельное топливо не будет лучшим решением. Так как эффективно использование именно смеси БТ с ДТ, то о полной замене нефтепродуктов речь не идет. Также в 2030 году мы увидим первые запреты на двигатели внутреннего сгорания в автомобилях в Европе и на садово-парковую технику в США – эти же экологические вопросы придётся решать рано или поздно и в нашей стране.

Рыночная ситуация, дефицит углеводородов и популярность экологической политики вытесняет европейских нефтяных игроков в новые «зеленые» сектора энергетики — ВИЭ, водород и биотопливо. Однако в условиях отсутствия в России дефицита нефтепродуктов и соответственно дизельного топлива для тракторов, сама постановка проблемы замены ДТ на альтернативные источники может быть вызвана только чрезвычайными факторами.

Также ситуация с производством рапса в Российской Федерации и мировые цены в последние годы также отодвигают актуальность применения рапсового масла как сырья для производства биотоплива.

Увеличение урожайности за счет роста инвестиций в технологию выращивания и общего повышения культуры возделывания привели к тому, что эта масличная культура вновь стала высокодоходной и интерес к ней увеличивается. По предварительной оценке Минсельхоза, площади озимого рапса под урожай 2020 года составили рекордные 315 тыс. га, что на 65 % больше, чем в 2019-м.

При этом мировая конъюнктура в сезоне 2019/20 положительно сказалась на внутренних ценах рапса. Недобор урожая и сокращение площадей под культурой в Европе, Австралии и Канаде увеличили спрос на нее и вылились в повышение стоимости. По данным на 5 октября 2020 года сайта <https://www.agroinvestor.ru> указано, что ещё в первой половине сельхозгода рапс стоил на 5 % больше, чем годом ранее, а во второй половине сезона цены продолжили свой рост.

При возросшем спросе на мировом рынке российский рапс скупают, что называется, еще на корню буквально сразу после

уборки. При возросшем производстве российские переработчики рапса столкнулись с дефицитом сырья.

Дело дошло до того, что в августе 2020 года Масложировой союз России направил в Минсельхоз предложение запретить экспорт подсолнечника и рапса за пределы ЕАЭС на четыре года либо ввести квоты. Пока неформальные, но не рыночные меры приняты, но они являются свидетельством того, что рапс в данный момент выгоднее продавать как сырье, а не перерабатывать, и, тем более использовать как компонент биотоплива.

В заключении еще раз подчеркнём, что в долгосрочной перспективе биодизельное топливо не будет полноценной альтернативой дизельному топливу, так как эффективно использование именно смеси биотоплива с дизельным топливом. Нынешняя рыночная ситуация с повышенным спросом на рапс и его производные в качестве высокодоходной экспортной культуры также не способствуют развитию производства биотоплива в Российской Федерации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. М. : Изд-во МГАУ им. В. П. Горячкина, 2008.
2. Плотников С. А., Черемисинов П. Н. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях // Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика. 2015. № 4. Ч. 1 (15-1). С. 97-101.
3. Метилловый эфир рапсового масла – новое топливо для отечественных дизелей / В. А. Марков, А. А. Зенин, С. Н. Девянин, В. Н. Черных // Автомобильная промышленность. 2008. № 4. С. 8-11.
4. Бижаев А. В., Симеон А. А. Применение пальмового масла в качестве присадки к топливу тракторных дизельных двигателей // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. №6. С. 41-46.
5. Использование арахисового масла в качестве присадки к дизельному топливу / А. В. Бижаев, С. Н. Девянин, С. Соо, В. М. Фомин, А. С. Х. Ибрагим, А. А. Ходяков // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 6. С. 45-50.
6. Исследование биодизельного топлива с добавками пальмового масла и перекиси водорода / П. П. Ощепков, А. В. Бижаев, И. А. Заев, С. В.

Смирнов, С. А. Адегбенро // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. № 3. С. 53-57.

7. Devyanin S. N., Bigaev A. V., Markov V. A. Influence of Method of Adding Water to Combustible Mixture on Diesel Engine Performance // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 327 (2018). 022024.

8. Бижаев А. В. Повышение экологической безопасности тракторного дизеля добавкой воды в цилиндры : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Бижаев Антон Владиславович. М., 2016. 197 с.

9. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine / Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52089.

## REFERENCES

1. Devianin S. N., Markov V. A., Semenov V. G. Vegetable oils and fuels based on them for diesel engines. Moscow, MGAU im. V. P. Goriachkina, 2008.

2. Plotnikov S. A., Cheremisinov P. N. Disadvantages of using fuels based on rapeseed oil in diesel engines. *Aktual'nye napravleniia nauchnykh issledovaniy XXI veka: Teoriia i praktika*, 2015, no. 4, part 1 (15-1), pp. 97-101.

3. Markov V. A., Zenin A. A., Devianin S. N., Chernykh V. N. Methyl ether of rapeseed oil – a new fuel for domestic diesel engines. *Avtomobil'naia promyshlennost'*, 2008, no. 4, pp. 8-11.

4. Bizhaev A. V., Simeon A. A. The use of palm oil as an additive to the fuel of tractor diesel engines. *Sel'skokhoziaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2017, no. 6, pp. 41-46.

5. Bizhaev A. V., Devianin S. N., Soo S., Fomin V. M., Ibragim A. S. Kh., Khodiakov A. A. Use of peanut oil as an additive to diesel fuel. *Sel'skokhoziaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2018, vol. 12, pp. 45-50.

6. Oshchepkov P. P., Bizhaev A. V., Zaev I. A., Smirnov S. V., Adegbenro S. A. Research of biodiesel fuel with palm oil and hydrogen peroxide additives. *Sel'skokho-ziaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2019, vol. 13, no. 3. pp. 53-57.

7. Devyanin S. N., Bigaev A. V., Markov V. A. Influence of Method of Adding Water to Combustible Mixture on Diesel Engine Performance. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 327 (2018), 022024.

8. Bizhaev A.V. Improving the ecological safety of a tractor diesel engine by adding water to the cylinders. Ph. D. thesis. Moscow, 2016, 197 pp.

9. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Phys-*

*ics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020, pp. 52089.*

***Об авторе:***

**Зимогорский Владислав Кириллович**, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the author:***

**Vladislav K. Zimogorskiy**, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА В КАБИНЕ ТРАКТОРА

**Н. В. Перевозчикова, А. Н. Накып**

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

***Аннотация.** Создание благоприятных условий микроклимата в кабине современного трактора является одной из важных задач для современного тракторостроения. Однако, гостированные параметры микроклимата не всегда подходят для большого разнообразия индивидуальных особенностей операторов тракторов. Поэтому создание методики оценки параметров микроклимата является актуальной задачей на данный момент.*

***Ключевые слова:** микроклимат; температура; относительная влажность; технологические свойства.*

## ASSESSMENT OF MICROCLIMATE IN TRACTOR CABIN

**N. V. Perevozchikova, A. N. Nakyp**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The creation of favorable microclimate conditions in the cab of a modern tractor is one of the important tasks for modern tractor construction. However, the hosted microclimate parameters are not always suitable for a wide variety of individual characteristics of tractor operators. Therefore, the creation of a methodology for assessing the parameters of the microclimate is an urgent task at the moment.*

***Keywords:** microclimate; temperature; relative humidity; technological properties.*

Современное тракторостроение уделяет большое внимание модернизации техники для повышения, как эксплуатационных характеристик, так и технологических свойств, но не достаточно много занимается вопросами создания благоприятного микроклимата в кабине трактора во время работы оператора. Состояние микроклимата в кабине трактора является одним из ключевых моментов для повышения безопасности при работе трактора, а также в вопросе повышения производительности в целом.

Как известно, сбалансированное соотношение между всеми параметрами микроклимата в кабинах тракторов, обеспечивает благоприятное воздействие на оператора, что приводит к повышению внимания во время вождения и выполнения технологических операций, а также повышает экономические показатели при эксплуатации трактора.

Также надо заметить, что несбалансированный микроклимат на рабочем месте оператора (температура, давление, влажность воздуха, загазованность, освещение, излучение) вместе с шумом и вибраций может привести к ускорению утомления оператора. Охлаждающий микроклимат дает благоприятную почву не только для развития простудных заболеваний, но также увеличивает негативное воздействие вибрации и вызывает обострение хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата. И это всего лишь часть заболеваний, которые могут быть вызваны плохим микроклиматом.

Следовательно, параметры микроклимата в кабине трактора должны соответствовать ГОСТ 12.120-2005 для обеспечения нормального теплового состояния оператора [4].

Оптимальными микроклиматическими условиями считают такие, при сочетании которых, при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечиваются его нормальное функционирование и тепловое состояние без напряжения реакций терморегуляции.

Допустимые микроклиматические условия характеризуются сочетанием тех же параметров, которые при длительном и систематическом воздействии на человека вызывают преходящие и быстро нормализующие изменения функционального и теплового состояния организма и напряжение реакций терморегуляции, не выходящие за пределы его физиологических приспособительных возможностей. При этом повреждений или нарушений состояния человека не возникает, но могут наблюдаться в некоторых случаях дискомфортные тепловые ощущения, ухудшающие самочувствие, и снижение работоспособности. Хотя за время полноценного отдыха эти негативные явления полностью проходят без каких-либо вредных последствий для здоровья человека, что явля-

ется существенным при рассмотрении деятельности оператора в аспекте «человек – машина – среда».

В соответствии с требованиями санитарных правил СП № 4616-88 от 05.05.1988 года санитарно-технические средства (вентиляция, отопление, теплоизоляция, кондиционирование) в кабине трактора должны обеспечивать поддержание оптимальных или допустимых параметров микроклимата не позднее чем через 30 минут после начала непрерывного движения с прогретым двигателем.

Оптимальными параметрами микроклимата для тракторов в холодный и переходный периоды года являются:

- температура 18...20 °С,
- относительная влажность 60...40 %,
- скорость движения воздуха 0,2 м/с.

Допустимые параметры:

- температура 17...230 °С,
- относительная влажность 75 %,
- скорость движения воздуха 0,3 м/с.

Подвижность воздуха в кабине по ГОСТ 12.2.019-2015 составляет не более 0,5 м/с при температуре воздуха в кабине до +22 °С и не более 1,5 м/с при температуре выше +22 °С [3].

Однако надо заметить, что в текущий момент еще пока не решена задача комплексной оценки параметров микроклимата при неустановившихся тепло- и влажностных режимах. Параметры микроклимата могут меняться по случайным законам, связанным с влиянием наружных условий, сменой видов технологических операций, изменениями местоположения трактора на местности и т.д.

Отдельное рассмотрение параметров микроклимата не позволяет объективно оценить воздействие микроклимата в кабине трактора на организм рабочего, так как все факторы взаимосвязаны и могут ослаблять или усиливать друг друга.

При оценке параметров микроклимата сегодня в основном используют визуальный метод при определенных условиях по приборам, измеряющим отдельно температуру, относительную влажность, скорость воздушного потока, давление, уровень запыленности и загазованности воздуха в кабинах тракторов. Некото-

рые измерения выполняются даже после остановки трактора, тем самым сложно оценить показатели микроклимата непосредственно при выполнении технологических операций.

При проведении испытаний зачастую используются устаревшее оборудование и приборы: жидкостные термометры, термометры сопротивления с регистратором, термографы для оценки температуры; психрометры, гигрографы, гигрометры – для оценки относительной влажности воздуха; термоанемометры, чашечные и крыльчатые анемометры [2].

Применяются также устройства с непрерывной регистрацией информации на фотобумаге, перфоленте и на магнитном носителе информации с последующим выводом на компьютер [2].

Зачастую вышеперечисленные приборы не дают достоверной оперативной информации.

Оценка технологических свойств тракторов сельскохозяйственного назначения позволяет определять основные показатели трактора, выполнять расчеты единичных показателей технологических свойств перспективного энергетического средства и трактора-аналога, произвести расчет обобщенных технологических свойств перспективного энергетического средства и трактора-аналога, а также проанализировать показатели технологических свойств и технологический уровень сравниваемых тракторов [1].

Г. М. Кутьков разработал методику оценки технологических свойств тракторов сельскохозяйственного назначения, но она не учитывает в должной мере параметры микроклимата кабины трактора.

Также, несовершенство конструктивных элементов систем обеспечения комфортных условий в кабине трактора может объяснить отсутствие необходимых методик для оценки необходимой виброакустической и климатической комфортабельности.

Проведенный нами анализ показал, что в настоящее время требуется разработка методики, которая бы учитывала параметры нормализации микроклимата в кабинах тракторов с учетом не только гостированных значений, но и с учетом личностных особенностей операторов.

Следовательно, мы определили для себя задачу разработать методику оценки параметров микроклимата кабин сельскохозяй-



ственных тракторов по условиям труда, влияющих на комфортность работы оператора.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кутьков Г. М., Перевозчикова Н. В., Кузьмичев В. В., Грибов И. В. Оценка технологических свойств тракторов сельскохозяйственного назначения : методические указания. М. : «Росинформагротех», 2017. 76 с.
2. Голубева Ю. В. Автоматизированные средства нормализации микроклимата в кабинах мобильных сельскохозяйственных агрегатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01, 05.13.06 / Голубева Юлия Васильевна. Москва, 2004. 116 с.
3. ГОСТ 12.2.019-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности. Введ. 2017-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200137155>.
4. ГОСТ 12.2.120-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности. Введ. 2017-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200137156>.
5. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.
6. Дидманидзе О. Н., Андреев О. П., Парлюк Е. П. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов. М. : 2017. 77 с.
7. Дидманидзе О. Н., Мельник В. Г. Основы дистанционной диагностики систем тягово-транспортных средств. М. : ООО УМЦ «Триада», 2017. 80 с.

## REFERENCES

1. Kut'kov G. M., Perevozchikova N. V., Kuz'michev V. V., Gribov I. V. Assessment of technological properties of agricultural tractors. Moscow, Rosinformagrotekh, 2017, 76 p.
2. Golubeva I. V. Automated means of microclimate normalization in the cabins of mobile agricultural units. Ph. D. thesis. Moscow, 2004, 116 p.
3. GOST 12.2.019-2015 Occupational safety standards system. Agricultural tractors and self-propelled machines. General safety requirements. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200137155>.
4. GOST 12.2.120-2015 Occupational safety standards system. Cabs and operator's workplaces of tractors and powered agricultural machines. General safety requirements. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200137156>.

6. Eidis A. L., Parliuk E. P., Ereemeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.
5. Didmanidze O. N., Andreev O. P., Parliuk E. P. Optimization of parameters of machine and tractor units. Moscow, 2017, 77 p.
7. Didmanidze O. N., Mel'nik V. G. Osnovy distantsionnoi diagnostiki sistem tiagovo-transportnykh sredstv. Moscow, ООО UMTs «Triada», 2017, 80 p.

***Об авторах:***

**Перевозчикова Наталия Васильевна**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, n.perevozchikova@rgau-msha.ru.

**Накып Аксулу Нурланкызы**, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), nakip.aksulu@mail.ru.

***About the authors:***

**Natalia V. Perevozchikova**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, n.perevozchikova@rgau-msha.ru.

**Aksulu N. Nakyp**, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), nakip.aksulu@mail.ru.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**О. П. Андреев, В. Л. Пильщиков**

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

***Аннотация.** В статье приводится объем мирового производства растительных масел, перечень биоразлагаемых смазочных материалов. Экологические преимущества использования масел и смазок на растительной основе. Особенности утилизации.*

***Ключевые слова:** растительные масла; биоразлагаемые смазочные материалы; защита окружающей среды.*

## USE OF BIODEGRADABLE LUBRICANTS

**O. P. Andreev, V. L. Pil'shchikov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article presents the volume of world production of vegetable oils, a list of biodegradable lubricants. Environmental benefits of using vegetable-based oils and lubricants. Recycling Features.*

***Keywords:** vegetable oils; biodegradable lubricants; environmental protection.*

Суммарный объем производства основных растительных масел в мире в сезоне 2015/16 годов составил 178,3 млн тонн. На следующий год прогнозировался рост объемов производства на 3 % – до 184 млн тонн.

Основной объем выпуска растительных масел приходится на пальмовое и соевое масла. В сумме они составляют 63 % от общего объема мирового производства.

Общий объем мировой торговли растительными маслами в 2015 году составил \$69,7 млрд долларов США или 80,5 млн тонн.

Базовое масло для моторных, трансмиссионных, гидравлических масел, дисперсионная среда для пластичных смазок производится из нефтяного сырья. Широта использования оборачивается

проблемами рационального сбора и утилизации отработавшего материала, и неполное решение этих проблем наносит серьезный ущерб окружающей среде. Эксплуатационные масла и жидкости машин требуют периодической замены. Нарушение правил утилизации приводит к попаданию отслуживших масел в канализацию и почву. Значительное число масел и жидкостей на минеральной и синтетической основе не подвержены биоразложению и способны загрязнять почву в течение длительного времени. Замедляется рост растений, гибнет микрофлора почвы. Формируются тонкие масляные пленки на поверхности воды, ухудшается чистота водоемов. Потенциальными источниками утечек нефтяных масел служат речные суда, промышленные объекты и малоразмерные двигатели садовой техники. Возрастают затраты на защиту окружающей среды, почвы, водоочистных сооружений. Постепенно происходит загрязнение сельской местности, необжитых районов Крайнего Севера и Арктики, мест добычи полезных ископаемых.

Отработанные масла и пластичные смазки требуют сбора, утилизации, переработки. Прогрессивным решением является создание и использование эксплуатационных материалов со свойствами биоразлагаемости или разложением до безвредных веществ под действием микроорганизмов.

Для успешного биологического разложения смазочного материала необходимо: наличие микроорганизмов; наличие кислорода; азотных и фосфорных соединений, являющихся питательными веществами для микроорганизмов; ультрадисперсное распределение разлагающегося продукта в почве или воде; достаточный период времени.

Подобные смазочные материалы не оказывают вредного, отравляющего воздействия на окружающую среду. Они легко разлагаемы под действием микроорганизмов, имеют низкую токсичность, не накапливаются в почве. Материалы сохраняют работоспособность, экологическую чистоту в пределах срока использования в машине.

Основные преимущества биоразлагаемых смазочных материалов на основе растительных масел: способность к быстрому биологическому разложению; низкая токсичность; экологичность; хорошие смазочные свойства; высокий индекс вязкости; увеличение срока службы машин. В агрегате или машине могут

использоваться биоразлагаемые эксплуатационные материалы после проверки на совместимость работы с покрытиями, материалами и уплотнениями.

Если биоразлагаемые материалы просочились в грунтовые воды, то процесс прекращается из-за отсутствия кислорода.

Если масло классифицируется как биологически быстро разлагаемое, то по истечении 21 дня 80 % продукта должно разложиться.

Лучше всего разлагаются масла, созданные на основе растительного сырья или сложных эфиров. Эти продукты распадаются под действием бактерий и солнечного света и не наносят вреда окружающей среде.

Быстроразлагаемые смазочные материалы включают следующие виды.

На основе рапсового масла. Натуральные жирные масла растительного (и животного) происхождения, такие как рапсовое, оливковое и касторовое масло являются третичными сложными эфирами глицерина (триглицериды) с различными жирными кислотами. Рапсовое масло используется в качестве масла для цепей и гидравлической жидкости. В гидравлических установках должны соблюдаться следующие ограничения: уменьшение периодичности замены рапсового масла по сравнению с минеральным маслом из-за малой устойчивости против старения, диапазон рабочих температур от минус 20 °С до +80 °С.

В качестве базового масла рапсовое масло не подходит для моторных и трансмиссионных масел.

Сложные синтетические эфиры являются биологически быстро разлагаемыми и в ходе испытаний достигают аналогичных с рапсовым маслом процентов разложения. Они обладают хорошими показателями старения, текучести при низких температурах. Используются в смесях с минеральными маслами. Применяются как гидравлические масла, моторные масла для двухтактных двигателей, в единичных случаях как дизельные масла для использования в экочувствительных областях.

Полигликоли растворимы в воде и биологически быстро разлагаемы. Они обладают высокой проникающей способностью в почву, где снижается уровень биологического разложения. Полигликоли не смешиваются с другими продуктами. Перед применением в гидравлических агрегатах оценивается совместимость с

покрытиями, материалами и уплотнениями. Не рекомендуется использовать в элементах привода, содержащих пары «сталь-алюминий».

Биологически быстро разлагаемые жидкости должны утилизироваться аналогично минеральным маслам, без слива в водосток или на землю. Сбор и утилизацию выполняют в отдельную тару без контакта с минеральными маслами.

При использовании гидравлических жидкостей и смазок быстрого разложения вред от эксплуатационных и ремонтных протечек минимален. Их утилизация должна проводиться в специальных установках. Составы на основе растительных масел собирают отдельно и разлагают в специальных установках, что увеличивает затраты на утилизацию.

Трансмиссионные масла и гидравлические жидкости, смазочные материалы быстрого разложения создают все крупные производители нефтехимии. В процентном отношении к объемам производства биоразлагаемые смазки пока уступают традиционным продуктам. Их номенклатура и объемы продаж не превышают 10 % от общего количества смазочных материалов. Из современных смазочных материалов, получивших распространение, можно отметить консистентные смазки брендов «Дивинол», Kluber, Total, срок разложения которых до 70...80 % составляет три недели.

Такие масла рекомендуется использовать для механизмов, работающих в природных условиях: речных драгах, карьерных экскаваторах и самосвалах, морских судах, сельскохозяйственной полевой технике и транспорта.

Стоимость нефти и нефтепродуктов один из факторов снижения интенсивности исследований способов получения эксплуатационных материалов из ресурсов растительного происхождения.

Переход к экологичным, биоразлагаемым материалам на основе возобновляемого сырья является актуальным и отвечает современным вызовам, обусловленным плохой экологией густонаселенных городов и все большим освоением территорий России. Переход на биоразлагаемые эксплуатационные материалы вместо минеральных может окупиться за относительно короткий промежуток времени.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Остриков В. В. и др. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. М.; Вологда : ИнфраИнженерия, 2019. 244 с.
2. Дидманидзе О. Н., Солнцев А. А., Пуляев Н. Н. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. М. : ООО «УМЦ «Триада», 2012. 455 с.
3. Дидманидзе О. Н. и др. Надежность технических систем. М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. 232 с.
4. Кириченко Н. Б. Автомобильные эксплуатационные материалы. М. : Академия, 2012. 208 с.
5. Богданов В. С., Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С. Технологии и средства обеспечения качества топливно-смазочных материалов в АПК. М. : ООО «УМЦ «Триада», 2016. 116 с.
6. Дидманидзе О. Н., Андреев О. П., Парлюк Е. П. Оптимизация параметров машинно-тракторных агрегатов. М. : 2017. 77 с.
7. Кушнарев Л. И., Дидманидзе О. Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 1. С. 31-40.
8. Автомобильные перевозки / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, А. М. Карев, Н. Н. Пуляев, Ю. Н. Ризаева, Г. Е. Митягин, Р. Н. Егоров, Е. П. Парлюк. М. : ФГБНУ Росинформагротех, 2018. 554 с.
9. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.
10. Головин С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования. М. : ИНФРА, 2015. 282 с.
11. Пуляев Н. Н., Пильщиков В. Л. Системный подход к проблеме ресурсосберегающего использования машинно-тракторных агрегатов в растениеводстве // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 75-81.

## REFERENCES

1. Ostrikov V. V. et al. Fuel, lubricants and technical fluids. Moscow, Vologda, InfraInzheneriia, 2019, 244 p.
2. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Pulyaev N. N. et al. Technical operation of vehicles. Moscow, UMTs «Triada», 2012, 455 p.
3. Didmanidze O. N. et al. Reliability of technical systems. Moscow, ООО «UMTs Triada», 2016, 232 p.
4. Kirichenko N. B. Automotive performance materials. Moscow, Akademiia, 2012, 208 p.

5. Bogdanov V. S., Pulyaev N. N., Korotkikh Yu. S. Technologies and means of ensuring the quality of fuel and lubricants in the agro-industrial complex. Moscow, UMTs «Triada», 2016, 116 p.
6. Didmanidze O. N., Andreev O. P., Parliuk E. P. Optimization of parameters of machine and tractor units. Moscow, 2017, 77 p.
7. Kushnarev L. I., Didmanidze O. N. Status and trends of innovation development of engineering services in agro-industry. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 31-40.
8. Didmanidze O. N., Solntsev A. A., Karev A. M., Pulyaev N. N., Rizaeva Yu. N., Mitiagin G. E., Egorov R. N., Parliuk E. P. Road transport. Moscow, Rosinformagrotekh, 2018, 554 p.
9. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.
10. Golovin S. F. Technical service of transport machinery and equipment. Moscow, INFRA, 2015, 282 p.
11. Pulyaev N. N., Pil'shchikov V. L. System approach to the problem of resource-saving use of machine-tractor units in crop. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 75-81.

***Об авторах:***

**Андреев Олег Петрович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, aopbutovo@mail.ru.

**Пильщиков Владимир Львович**, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, доцент, pilvl@yandex.ru.

***About the authors:***

**Oleg P. Andreev**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, aopbutovo@mail.ru.

**Vladimir L. Pil'shchikov**, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, pilvl@yandex.ru.



## НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

**А. В. Рязанов<sup>1</sup>, С. Ю. Виноградов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет  
имени Г. Р. Державина»

(г. Тамбов, Российская Федерация)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

(г. Москва, Российская Федерация)

***Аннотация.** Рассмотрен качественный и количественный состав твердых производственных отходов, образующихся в результате функционирования предприятия. Описаны способы обращения с отходами, оценен потенциальный риск для окружающей среды.*

***Ключевые слова:** промышленное предприятие; твердые отходы; экологический риск.*

## SOME ENVIRONMENTAL ASPECTS OF FUNCTIONING OF THE ENTERPRISE

**A. V. Riazanov<sup>a</sup>, S. Yu. Vinogradov<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>*Derzhavin Tambov State University*

*(Tambov, Russian Federation)*

<sup>b</sup>*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

*(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The qualitative and quantitative composition of solid industrial waste generated as a result of the operation of the enterprise is considered. Methods of waste management are described, and the potential risk to the environment is assessed.*

***Keywords:** industrial enterprise; solid waste; environmental risk.*

ОАО «Алмаз» расположено в городе Котовске, Тамбовской области по адресу улица Свободы, 1. Предприятие с северной, восточной и южной стороны граничит с жилой зоной, а с западной ограничено поймой реки Цна.

Предприятие расположено на двух производственных площадках:

Площадка № 1 – основное производство, ул. Свободы, 1;

Площадка № 2 – склады, ул. Октябрьская, 1Б;

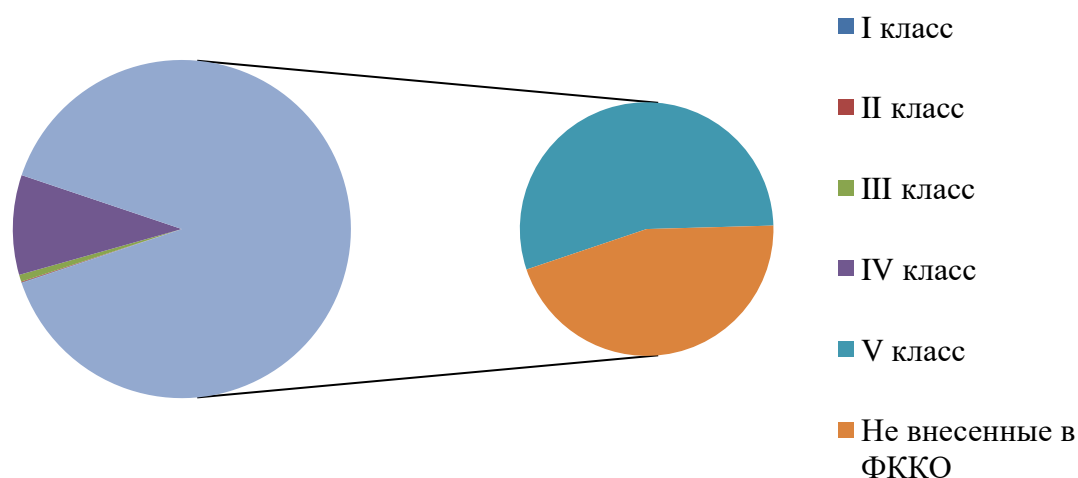
В составе площадки № 1 входят следующие цеха и участки: Цех № 2 – производство полипропиленовых заготовок; Цех № 3 – производство терморезисторов; Цех № 4 – сборочный; Цех № 5 – производство резисторов ТВО; Цех № 8 – инструментальный; Цех № 10 – энергетический; Цех № 11 – ремонтно-строительный; Участок № 18 – ремонтно-механический участок.

В состав площадки № 2 входят: Склады; Ангар для автотранспорта.

В процессе производственной деятельности предприятия образуются отходы производства и потребления, всего 24 наименования, в том числе:

- I – класса опасности – 0,594 т;
- II – класса опасности – 0,817 т;
- III – класса опасности – 6,722 т;
- IV – класса опасности – 97,932 т;
- V – класса опасности – 503,4629 т;
- Не внесённые в ФККО – 416,517 т.

Качественное и количественное распределение образующихся отходов приведено на рис. 1.



**Рисунок 1 – Распределение образующихся на предприятии отходов по классам опасности**

На предприятии отсутствуют установки и объекты по использованию, обезвреживанию и уничтожению отходов подлежащих регистрации как объекты по использованию, обезвреживанию и уничтожению отходов. Отходы производства и потребления в периоды их накопления для вывоза на объекты конечного размещения и специализированные предприятия подлежат временному хранению (размещению) на территории предприятия, в том числе:

- открытых площадок (мест) временного накопления – 3;
- закрытых площадок (мест) временного накопления – 10

Отходы, представляющие серьезную угрозу для окружающей среды (1 и 2 классов опасности), образуются при осуществлении основной производственной деятельности – отработанные индустриальные масла, а также при ремонте и обслуживании имеющегося автотранспорта – отработанные масла и отработанные свинцовые аккумуляторы. Отработанные ртутные и люминесцентные лампы, являющиеся отходом первого класса опасности, образуются в ходе контроля за энергообеспечением предприятия и не связаны напрямую с основной производственной деятельностью. Наибольший интерес с точки зрения возможного негативного воздействия на окружающую среду, представляют отходы, в состав которых входят высокотоксичные компоненты, в частности тяжелые металлы в той или иной форме. Кроме того, интересны отходы, содержащие или представляющие собой нефтепродукты с различными примесями. Вследствие высокой подвижности они могут легко проникать в почву, подземные и грунтовые воды, нанося, тем самым, существенный ущерб природной среде [1].

В результате деятельности предприятия образуется некоторое количество высокоопасных отходов, содержащих в своем составе пары ртути и свинец как в металлической, так и в ионной форме. Данные компоненты при отсутствии надлежащего контроля за хранением и утилизацией соответствующих отходов могут представлять серьезную угрозу для окружающей среды и человека. Кроме того, на предприятии образуется значительное количество отходов, использование которых в качестве вторсырья

может дать некоторый экономический эффект и обеспечить снижение уровня экологического риска [2].

На предприятии отсутствуют установки и объекты по использованию, обезвреживанию и уничтожению отходов, поэтому они передаются на утилизацию и захоронение предприятиям и организациям, имеющим соответствующие лицензии [3].

Таким образом, отходаобразующая деятельность ОАО «Алмаз», при условии соблюдения действующих правил и нормативов не представляет серьезной угрозы для природной среды.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рязанов А. В. Экологические аспекты обращения с твердыми отходами некоторых транспортных предприятий в свете перехода на ноосферный путь развития// Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Т. 21. № 5. С 1902-1905.

2. Рязанов А. В., Новиков Е. В. Отдельные аспекты деятельности по обращению с твердыми отходами предприятия входящего в тамбовский промышленный узел // в сб.: Чтения академика В. Н. Болтинского. 2020. С. 140-145.

3. Рязанов А. В., Можаров А. В., Завершинский А. Н. Некоторые экологические аспекты функционирования Тамбовского промышленного узла // Вестник «Биомедицина и социология» Выпуск. 4. № 3. 2019. С. 16-21.

## REFERENCES

1. Riazanov A. V. Ecological aspects of solid waste management of some transport industries in the light of the transition to noosphere development way. *Vestnik Tambovskogo uni-versiteta. Serii: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2016, vol. 21, no. 5, pp. 1902-1905.

2. Riazanov A. V., Novikov E. V. Certain aspects of solid waste management activities of the enterprise including in the tambov industrial hub. *Chteniia akademika V. N. Boltinskogo*, 2020, pp. 140-145.

3. Riazanov A. V., Mozharov A. V., Zavershinskii A. N. Some environmental aspects of functioning tambov industrial hub. *Vestnik «Biomeditsina i sotsiologiya»*, 2019, issue 4, no. 3, pp. 16-21.

### *Об авторах:*

**Рязанов Алексей Владимирович**, доцент кафедры химии и экологической безопасности ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный универ-

ситет имени Г.Р. Державина» (392000, Российская Федерация, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Интернациональная, д. 33), кандидат химических наук, доцент.

**Виноградов Сергей Юрьевич**, начальник цикла ремонта автомобильной техники, полковник запаса Военного учебного центра ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49)

*About the authors:*

**Aleksei V. Riazanov**, associate professor of the Department of Chemistry and Environmental Safety, Derzhavin Tambov State University (392000, Russian Federation, Tambov Region, Tambov, Internatsionalnaya str., 33), Cand.Sc. (Chemical), associate professor.

**Sergei Yu. Vinogradov**, head of the cycle of repair of automotive equipment, colonel of the reserve of the Military Training Center, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ТОПЛИВО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ РАБОТЫ ТЕХНИКИ**

**К. В. Ершов**

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

***Аннотация.** Безотказность работы двигателя внутреннего сгорания напрямую зависит от качества применяемых топливо-смазочных материалов. В статье рассмотрено влияние ТСМ на показатели работы двигателя, а также особенности оценки качества ТСМ.*

***Ключевые слова:** топливо-смазочные материалы; качество ТСМ; ресурсосбережение; контроль качества ТСМ, функции ТСМ.*

## **THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF FUEL AND LUBRICANTS ON THE DURABILITY OF THE EQUIPMENT**

**K. V. Ershov**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The reliability of the internal combustion engine depends directly on the quality of the fuel and lubricants used. The article considers the influence of the fuel and lubricants on the performance of the engine, as well as the features of assessing the quality of fuel and lubricants.*

***Keywords:** fuel and lubricants; quality of fuel and lubricants; resource saving; quality control of fuel and lubricants, functions of fuel and lubricants.*

Длительная безотказная работа машины зависит не только от строгого соблюдения установленных правил и стандартов эксплуатации, но и от использования только определенных видов топлива и смазочных материалов (далее – ТСМ) подходящего качества [1-3].

ТСМ следует использовать только в том случае, если его показатели качества соответствуют ГОСТу или ТУ. Отклонения от этих показателей не только вызывают перерасход топлива и смазочных материалов, но и очень негативно сказываются на

надежности и долговечности автомобилей, а также на их характеристиках и в конечном итоге определяют дополнительные эксплуатационные расходы и рост транспортных расходов.

Установлено, что использование ТСМ требуемого качества позволяет увеличить срок службы агрегатов бизнес-машин на 10...15 % и снизить затраты на обслуживание на 15...20 % [4].

**Таблица 1 – Влияние качества бензина на его расход [5]**

<b>Изменение показателя качества</b>	<b>Влияние на работу двигателя</b>	<b>Возможное повышение расхода бензина, %</b>
Облегчение фракционного состава	Формирование паровых пробок	2...3
Утяжеление фракционного состава	Затруднение при запуске двигателя, замедление нагрева и повышенный износ цилиндров двигателя.	5...8
Уменьшение октанового числа	Снижение производительности и экономичности работы двигателя, увеличение износа деталей двигателя.	5...10
Увеличение содержания фактических смол	Формирование нагара и других отложений на деталях двигателя, ухудшение процесса смолообразования, потеря мощности	4...10
Увеличение содержания серы	Коррозия, нагарообразование и повышенный износ деталей двигателя	До 10

**Таблица 2 – Влияние качества дизельного топлива на его расход**

<b>Изменение показателя качества</b>	<b>Влияние на работу двигателя</b>	<b>Возможное повышение расхода топлива, %</b>
Утяжеление фракционного состава	Затрудненный запуск, увеличивающийся износ топливной аппаратуры, ухудшение смесеобразования и процесса сгорания, снижение КПД двигателя, повышенная дымность выхлопных газов.	2...5
Увеличение содержания фактических смол	Коксование форсунок, повышенное нагарообразование и износ топливной аппаратуры	5...10

Уменьшение цетанового числа	Затруднение при запуске, увеличение жесткости при работе двигателя	5...10
Увеличение содержания серы	Коррозионное воздействие на детали двигателя, образование нагара, повышенный износ топливных систем и цилиндров двигателя	10...15
Повышение температуры помутнения и застывания	Ухудшение прокачиваемости и фильтруемости топлива, замедление прогрева двигателя	10...15
Увеличение вязкости	Уменьшение распыления и летучести топлива. Образование смеси, увеличение дымности выхлопных газов	До 15

Сегодня многие производители часто покупают ТСМ у непроверенных компаний и посредников, чтобы сэкономить финансовые ресурсы. Часто продукция этих компаний не отличается высоким качеством и не рекомендуется для использования в двигателях.

**Таблица 3 – Влияние масла улучшенного качества на расход топлива**

Масла	Снижение расхода топлива, %	
	Зимой	Летом
Загущенные на минеральной основе	4...6	2
Синтетические моторные	6...12	2...4
С модификаторами трения	0...1,2	2...4

От качества ТСМ зависят такие важные для двигателей внутреннего сгорания показатели, как КПД, долговечность, токсичность выхлопа, металлоемкость и другие [6].

Пластичные смазки, с недостаточной прочностью на разрыв, вязкостью и недостаточной температурой каплепадения расходуются в больших количествах, потому что они легко плавятся и вытекают из узлов трения. Масла или жиры, не обладающие необходимыми свойствами, быстро становятся непригодными для дальнейшего использования и часто должны быть заменены новыми.



Чтобы улучшить характеристики сопряжения необходимо создать условия для жидкой смазки и ее разновидностей (гидродинамической и эластогидродинамической смазки), которые значительно снижают затраты энергии, преодолевают силы трения и создают наиболее стабильные условия взаимодействия [7, 8].

Смазочные материалы и рабочие жидкости, применяемые в автомобилях, тракторах, дорожных и строительных машинах, выполняют следующие функции:

- исключение механического взаимодействия поверхностей трения деталей;
- передача энергии, усилий и крутящих моментов от ведущих элементов к ведомым;
- предотвращение атомно-молекулярного взаимодействия материалов поверхностей трения;
- отвод теплоты из зоны трения;
- формирование на рабочих поверхностях деталей слоев оксидов, обладающих повышенной износостойкостью;
- снижение сил трения;
- удаление продуктов износа и частиц механических загрязнений из зоны трения;
- равномерное распределение давления по рабочим поверхностям деталей;
- снижение интенсивности изнашивания рабочих поверхностей деталей.
- защита деталей от коррозионного воздействия окружающей среды;

В процессе эксплуатации смазочные материалы и рабочие жидкости собирают информацию о техническом состоянии сборочных единиц, в которых они используются. Благодаря этому свойству их можно использовать при диагностике машин.

Кроме того, благодаря своей способности влиять на форму и параметры рабочих поверхностей деталей, масла можно использовать в качестве ремонтного средства для восстановления работоспособности машин.

Таким образом, качество смазочных материалов и рабочих жидкостей определяет техническое состояние и уровень производительности машин.

Организация контроля качества ТСМ проводится в двух случаях.

*Полный анализ* проводится, если номера цистерн не совпадают с номерами, указанными в документах грузоотправителя. Цистерны не имеют пломб, их целостность нарушена или пломбы были поставлены не почтовым отправлением, а промежуточным постом. По данным лабораторного контроля или паспорту отправителя топливо или масло не соответствуют ГОСТу или ТУ. Топливо или масло было доставлено без паспорта отправителя, и даже если нефтепродукты не хранились на центральной нефтебазе Главнефтеснабсбыта полгода – бензин, два года – дизельное топливо, один год – всевозможные смазочные материалы. Полный анализ проверяет показатели в количестве ГОСТ или ТУ на конкретную марку топлива или смазки, за исключением октанового и цетанового чисел, индукционного периода и давления паров. По результатам анализа создается пропуск качества, показатели которого сравниваются с показателями соответствующего ГОСТ или ТУ.

Если показатели, полученные в ходе анализа, не соответствуют показателям ГОСТ или ТУ, составляется акт, который служит основанием для подачи рекламации поставщику или транспортным организациям.

*Контрольный анализ* проверяет следующие показатели: для топлива – цвет, прозрачность, плотность, вязкость (дизельное топливо), фракционированный состав, содержание водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей, реальных смол, серы; для жидких масел (двигатель и коробка передач) – вязкость, плотность, содержание механических примесей и воды, водорастворимых кислот и щелочей; для жиров – точка каплепадения, пенетрация, твердые частицы и содержание воды.

Основными характеристиками смазочных материалов и технологических жидкостей являются вязкость, стекание, антикоррозионные свойства, рабочие характеристики, термостойкость и т. д.

В заключение хочу отметить, что в наше время горюче-смазочные материалы используются предприятиями всех форм собственности. Таким образом, учет качества и, следовательно,

контроль ГСМ играют важную роль для стабильной, постоянной и правильной работы всех используемых устройств.

Все, что связано с ГСМ (бензин, дизельное топливо, керосин), производится в строгом соответствии с признанными стандартами и требованиями. Поэтому каждая партия должна сопровождаться сертификатом соответствия и документацией (паспортом) с результатами лабораторных испытаний, подтверждающих его качество и указанием значения физико-химических показателей для бензина, которые можно сравнить с требованиями ГОСТ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданов В. С., Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С. Обеспечение качества топливно-смазочных материалов при хранении – резерв повышения ресурса машин в АПК. М. : ООО «УМЦ Триада», 2014. 234 с.
2. Прогнозирование потерь автомобильных бензинов в условиях хранения / А. Б. Квашнин, А. Н. Приваленко, Л. Е. Головченко, С. В. Дунаев, Н. Н. Пуляев // Международный научный журнал. 2012. № 5. С. 93-99.
3. Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С., Приваленко А. Н. Обеспечение экономии топливно-энергетических ресурсов и качества топливно-смазочных материалов. М. : ООО «Автограф», 2018. 120 с.
4. Горюче-смазочные материалы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://extxe.com/13718/goryuche-smazochnye-materialy>.
5. Янзин В. М. Качество топливно-смазочных материалов и их влияние на техническое состояние машин [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/tech/machinery-and-equipment/kachestvo-toplivo-smazochnykh-materialov-i-ikh-vliyanie-na-tekhnicheskoe-sostoyanie-mashin.html>.
6. Качество топливно-смазочных материалов и их влияние на техническое состояние машин [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://carlines.ru/modules/Articles/article.php?storyid=182>.
7. Качество горюче-смазочных материалов и их влияние на техническое состояние машин [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.labinskadmin.ru/novosti/ob-yavleniya/19548-kachestvo-goryuche-smazochnykh-materialov-i-ikh-vliyanie-na-tekhnicheskoe-sostoyanie-mashin>.
8. Результаты исследований потерь нефтепродуктов от испарения из баков автомобилей при их заправке / О. Н. Дидманидзе, Б. С. Дидманидзе, В. В. Варнаков, Д. В. Варнаков, Е. А. Варнакова, Е. В. Лычагин // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 5. С. 97-103.

## REFERENCES

1. Bogdanov V. S., Pulyaev N. N., Korotkikh Yu. S. Ensuring the quality of fuel and lubricants during storage-a reserve for increasing the resource of machines in the agro-industrial complex. Moscow, ООО «UMTs Triada», 2014, 234 p.
2. Kvashnin A. B., Privalenko A. N., Golovchenko L. E., Dunaev S. V., Pulyaev N. N. Losses prediction of automobile gasoline in storage conditions. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal*, 2012, no. 5, pp. 93-99.
3. Pulyaev N. N., Korotkikh Yu. S., Privalenko A. N. Ensuring the economy of fuel and energy resources and the quality of fuel and lubricants. Moscow, Avtograf, 2018, 120 p.
4. Fuel and lubricants. Available at: <https://extxe.com/13718/goryuche-smazochnye-materialy>.
5. Ianzin V. M. Kachestvo toplivo-smazochnykh materialov i ikh vliianie na tekhnicheskoe sostoianie mashin. Available at: <https://agrovesti.net/lib/tech/machinery-and-equipment/kachestvo-toplivo-smazochnykh-materialov-i-ikh-vliianie-na-tekhnicheskoe-sostoyanie-mashin.html>.
6. The quality of fuel and lubricants and their impact on the technical condition of machines. Available at: <http://carlines.ru/modules/Articles/article.php?storyid=182>.
7. The quality of fuel and lubricants and their impact on the technical condition of machines. Available at: <https://www.labinskadmin.ru/novosti/ob-yavleniya/19548-kachestvo-goryuche-smazochnykh-materialov-i-ikh-vliianie-na-tekhnicheskoe-sostoyanie-mashin>.
8. Didmanidze O. N., Didmanidze B. S., Varnakov V. V., Varnakov D. V., Varnakova E. A., Lychagin E. V. The results of the researches of causes for losses of oil products from the evaporation from fuel tanks of cars during their filling. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2014, no. 5, pp. 97-103.

### ***Об авторах:***

**Ершов Кирилл Владимирович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### ***About the authors:***

**Kirill V. Ershov**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ МТА

**Н. С. Малышев**

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

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные недостатки стрельчатой лапы культиваторов, предложены способы их устранения с целью снижения тягового сопротивления почвообрабатывающих машин.

*Ключевые слова:* стрельчатая лапа; культиватор; машинно-тракторный агрегат; тяговое сопротивление.

## WAYS TO INCREASE THE FUEL EFFICIENCY OF THE MACHINE-TRACTOR UNIT

**N. S. Malyshev**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

*Abstract.* The article considers the main disadvantages of the pointed leg of cultivators, suggests ways to eliminate them in order to reduce the traction resistance of tillage machines.

*Keywords:* pointed paw; cultivator, machine and tractor unit; traction resistance.

Актуальность темы. Повышение топливной экономичности машинно-тракторных агрегатов (далее – МТА) определяет эффективность механизированных процессов в сельскохозяйственном производстве. Сегодня сельское хозяйство нашей страны потребляет около 13 % энергоресурсов от общего энергопотребления страны. Принимая во внимание тенденцию роста цен на энергоносители и сложившийся уровень механизации в хозяйствах, становится очевидным влияние цен на топливо не только на себестоимость произведенной продукции, но и на конечные показатели развития отрасли. Постоянный рост требований к топливной экономичности диктует необходимость совершен-

ствования технико-экономических показателей работы машинно-тракторных агрегатов [1, 2].

При создании и проектировании перспективных сельскохозяйственных машин требуется не только обеспечение высокой надежности, универсализации, упрощения и удешевления конструкции, но и повышение их производительности и топливной экономичности [3].

Снижение тягового сопротивления почвообрабатывающих машин – это актуальная проблема, при решении которой, можно сократить ресурсозатраты энергоемких операций в растениеводстве, основанных на взаимодействии рабочих органов с почвой. Вопросами снижения тягового сопротивления сельскохозяйственных орудий занимались многие ученые: В. П. Горячкин, Г. Н. Синеоков, П. М. Василенко.

Существует несколько основных способов снижения тягового сопротивления машин для обработки почвы: модернизация геометрических параметров рабочих органов, применение материалов с низкими фрикционными свойствами и смазывающих сред. Много работ посвящено попыткам снижения тягового сопротивления путём передачи принудительных колебаний рабочим органам и улучшения качественных показателей обработки почвы.

В Крымском агротехнологическом университете создали конструкцию виброимпульсных почвообрабатывающих рабочих органов с принудительным колебательным приводом [4]. Преимуществом данной конструкции можно считать наличие регулировки частоты колебаний рабочего органа, независимо от частоты скалывания почвенного пласта.

В настоящее время лапа является самым распространенным рабочим органом культиваторов. Недостатком у стрельчатой лапы можно считать вынос влажной почвы на поверхность, после чего она становится гребнистой и увеличивается площадь испарения, а также происходит оголение дна бороздки. Эти факторы являются существенными недостатками.

С целью уменьшения variability глубины обработки требуется исключить отбрасывание почвы лемехом и стойкой. Для этого стойка должна располагаться выше поверхности почвы и не взаимодействовать с ней. Лемех должен иметь угол кроше-

ния  $\alpha = 0$ . Почвообрабатывающий элемент должен осуществлять разнонаправленное или стесненное воздействие на почву в паре с лемехом, не вынося почву на поверхность. Чтобы исключить влияние копирующего элемента, надо совместить копирующие функции с рабочими в одном органе. Для таких задач существует, но почти не применяется культиватор с двухъярусными почвообрабатывающими лапами.

С увеличением скорости улучшается выравнивание поверхности поля и создаются хорошие условия для работы посевных машин.

Конструктивные особенности лаповых рабочих органов культиваторов, в частности стрельчатых универсальных и рыхлительных, не позволяют производить обработку почвы без выноса влажных слоев почвы на поверхность поля. Традиционные культиваторы не обеспечивают требуемой дифференциации почвенной структуры в посевном слое, имеет место приживаемость срезаемых сорняков после обработки. Возникает необходимость в модернизации существующих рабочих органов, обеспечивающих выполнение требований к предпосевной обработке почвы.

Актуальным направлением по улучшению агротехнических и технико-экономических показателей культиваторов, и как следствие пары трактор-культиватор, является улучшение механизма регулировки коэффициента жесткости стойки и создание нового способа одновременной настройки стоек культиватора.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.
2. Чутчева Ю. В., Пуляев Н. Н., Коротких Ю. С. Перспективные направления развития тягово-транспортных средств для сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2020. № 9 (279). С. 2-5.
3. Пуляев Н. Н. Блочно-модульный принцип агрегатирования машин как один из уровней ресурсосбережения в растениеводстве // В сб.: Доклады ТСХА. 2020. С. 258-261.
4. Бабицкий Л. Ф., Куклин В. А. Обоснование параметров вибромагнитного почвообрабатывающего рабочего органа // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 23 (186). С. 123-129.

5. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Тимошенко Н. А. Обоснование нормативного срока службы машины на стадии ее создания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 54-58.

6. Дидманидзе О. Н., Иванов С. А., Карев А. М. Основные направления развития тягово-транспортных средств в АПК // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах). 2015. Т. 1. № 287-2. С. 180-182.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

2. Chutcheva Yu. V., Pulyaev N. N., Korotkikh Yu. S. Promising areas for the development of traction vehicles for agriculture. *Tekhnika i oborudovanie dlia sela*, 2020, no. 9 (279), pp. 2-5.

3. Pulyaev N. N. Block-modular principle of machine aggregation as one of the resource-saving levels in crop production. *Doklady TSKhA*, 2020, pp. 258-261.

4. Babitskii L. F., Kuklin V. A. Justification of the parameters of the vibromagnetic tillage working body. *Izvestija sel'skohozjajstvennoj nauki Tavridy*, 2020, no. 23 (186), pp. 123-129.

5. Eidis A. L., Parliuk E. P., Timoshenko N. A. Justification of the standard service life of the machine at the stage of its creation. *Vestnik Brianskoj gosudarstvennoj sel'skokhoziaistvennoj akademii*, 2013, no. 2, pp. 54-58.

6. Didmanidze O. N., Ivanov S. A., Karev A. M. The main directions of development of traction vehicles in the agro-industrial complex. *Doklady Timiriazevskoi sel'skokhoziaistvennoj akademii*, 2015, vol. 1, no. 287-2, pp. 180-182.

### **Об авторе:**

**Малышев Николай Сергеевич**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

### **About the author:**

**Nikolaj S. Malyshev**, master's degree, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).



*Научное издание*

**ЧТЕНИЯ  
АКАДЕМИКА  
В. Н. БОЛТИНСКОГО**

Сборник статей

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано в печать 24.05.2021. Формат 60×90/16.  
Усл.-печ. л. 21. Тираж 100 экз.

Заказ № 99882

Отпечатано в типографии «OneBook.ru»  
ООО «Сам Полиграфист»  
129090 г. Москва, Протопоповский пер., 6  
[www.onebook.ru](http://www.onebook.ru)