

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Александрово-Заводская ул., д. 30, г. Чита, 672039,

Забайкальский край, Россия

Тел. (302-2) 41-64-44, 41-66-00

Факс: (302-2) 41-64-44

Web-server: www.zabgu.ru

E-mail: mail@zabgu.ru

ОКПО 02069390, ОГРН 1027501148652

ИНН/КПП 7534000257/753601001

11.08.2022 № 15.5-2461
на № _____ от _____

В диссертационный совет Д 002.278.01
на базе Федерального
государственного
бюджетного учреждения науки
Сибирский федеральный
центр агробιοтехнологий Российской
академии наук (СФНЦА РАН)

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Озорнина Сергея Петровича на диссертационную работу Даманского Романа Викторовича «Обеспечение работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей применением присадки к дизельному топливу», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

от «11» августа 2022 г.

Рецензируемая работа состоит из введения, пяти глав, заключения и библиографического списка, включающего 160 источников, в том числе 10 на иностранном языке, представлена на 145 страницах машинописного текста и включает в себя 135 страниц основного текста диссертации, в том числе 48 рисунков, 12 таблиц, а также 7 приложений. В приложениях на 10 страницах приведены копии патентов, результаты экспериментов и акты внедрения результатов работы.

Предметом настоящего отзыва является установление степени соответствия содержания диссертации, автореферата и основных публикаций автора диссертационного исследования требованиям, содержащимся в Постановлении

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». В соответствии с требованиями пунктов 9, 10, 11, 13, 14 и 23 Постановления необходимо отметить следующее:

1. Актуальность темы диссертационной работы

Работоспособное состояние мобильных энергетических средств (МЭС) во многом определяет качественное и своевременное выполнение сельскохозяйственных операций. Топливная аппаратура определяет мощностные и экономические показатели двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и является одной из технически сложных и малоресурсных систем ДВС МЭС. До 30% общих затрат на техническое обслуживание МЭС составляют затраты на ремонт топливной аппаратуры. Долговечность топливной аппаратуры ДВС зависит от наличия в топливной системе прецизионных сопряжений, ресурс которых определяется смазывающей способностью топлива. Использование противоизносных присадок в дизельном топливе существенно увеличивает ресурс топливной аппаратуры ДВС. В связи с этим, исследование, направленное на обеспечение работоспособного состояния распылителей форсунок тракторных дизельных двигателей применением присадки к дизельному топливу (на основе растительных масел), является актуальным и имеет научно-практическое значение. Тема диссертационной работы Даманского Р.В., в которой предложены возможные пути решения сформулированных задач, актуальна.

Сформулированная автором цель исследования – обеспечение работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей применением присадки к дизельному топливу, на основе таллового и льняного масел с добавлением полиалкилбензола (присадки ПТЛМ), является обоснованной.

2. Научная новизна исследования и полученных результатов

Научная новизна диссертационного исследования представлена:

- теоретическим обоснованием факторов, влияющих на процесс изнашивания сопряжения «игла – корпус распылителя» форсунки;
- функциональной моделью критерия обеспечения работоспособного состояния сопряжения «игла – корпус распылителя» форсунки с учётом эксплуатационных свойств присадки в дизельном топливе;
- закономерностями изменения ресурса прецизионных пар распылителей форсунок в зависимости от концентрации и компонентного состава присадки на основе таллового и льняного масел в дизельном топливе.

Формулировки научной новизны, представленные в тексте диссертации и в автореферате, возражений не вызывают.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Автором диссертационного исследования сформулированы одно научное положение и два результата, которые им предполагается вынести на защиту.

Положения, выносимые на защиту:

- методика моделирования параметров работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок с учётом эксплуатационных свойств дизельного топлива с присадкой ПТЛМ;
- результаты экспериментальных исследований обеспечения работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей с использованием дизельного топлива с присадкой ПТЛМ;
- результаты эксплуатационных испытаний прецизионных пар распылителей форсунок при работе на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ.

Текст научных положений и результатов, выносимых на защиту, возражений не вызывает, однако в них не указана целевая направленность и результативность их реализации.

Анализ текста диссертации и автореферата показал, что в положении, выносимом на защиту достаточно полно представлены материалы, отражающие суть научного положения. Корректность разработанных автором математических

моделей, апробация результатов исследования на международных и национальных научных конференциях, положительный эффект от реализации методики параметров работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок с учётом эксплуатационных свойств дизельного топлива с присадкой ПТЛМ подтверждают достоверность и новизну результатов исследования и имеют практическое значение.

В формулировках результатов содержится характеристика экспериментальных исследований обеспечения работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей с использованием дизельного топлива с присадкой ПТЛМ, а также эксплуатационных испытаний прецизионных пар распылителей форсунок при работе на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ.

В заключении по работе сформулировано шесть основных выводов.

В *первом выводе*, сформулированном на основании анализа состояния вопроса и предварительных аналитических исследований автора, установлено, что при эксплуатации двигателя Д-240 на товарном дизельном топливе в условиях рядовой эксплуатации ресурс распылителей форсунок составляет не более 1600 мото-ч, что не удовлетворяет требованиям завода-изготовителя по назначенному ресурсу. Отказы распылителей форсунок возникают вследствие износа сопряжения «игла-корпус распылителя» по причине отсутствия в товарном дизельном топливе противоизносной присадки. Обоснован выбор компонентов присадки ПТЛМ, включающей в себя: талловое масло 55%, льняное масло 41%, полиалкилбензол 4%.

Сформулированный вывод возражений не вызывает, вывод достоверен и обладает определенной научной новизной.

Во *втором выводе* представлены результаты решения первой научной задачи, сформулированной автором исследования. В выводе обоснована необходимая концентрация присадки ПТЛМ в дизельном топливе, которая составляет 1% в зависимости от режима эксплуатации распылителей форсунок

дизельных ДВС. Вывод достоверен, имеет практическую значимость и обладает научной новизной.

В *третьем выводе* представлены результаты решения второй научной задачи, сформулированной автором исследования. В тексте выводов утверждается, что разработанная функциональная модель, позволяет обосновать влияние дизельного топлива с присадкой ПТЛМ на основной показатель работоспособного состояния сопряжения «игла-корпус распылителя» форсунки – гидроплотность. На основании разработанной функциональной модели автором определено, что гидроплотность распылителя при работе на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ, увеличивается с 5 до 12 с, что способствует улучшению условий контакта деталей сопряжения «игла-корпус распылителя» форсунки, и подтверждает выдвинутую гипотезу по обеспечению работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных ДВС применением присадки ПТЛМ к дизельному топливу. Вывод можно признать имеющим научную новизну и практическую значимость.

В *четвертом выводе* приводятся характеристики разработанных способа и устройства для оценки износостойкости прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей, которые заключаются в:

- определении гидроплотности прецизионных пар и количества распыленного топлива распылителем за установленное время;
- сравнении фактического расхода топлива с номинальным и заключении о работоспособном состоянии распылителя, его дальнейшей эксплуатации или замены.

Техническая новизна подтверждена патентом на полезную модель. По результатам экспериментальных исследований установлено, что гидроплотность распылителей согласно нормативно-технической документации форсунок ФД-22 (не менее 5 секунд) составляет:

- при средней наработке распылителей 1327 мото-ч, работающих на дизельном топливе согласно ГОСТ 305;

– при средней наработке распылителей 1973 мото-ч, работающих на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ, что на 646 мото-ч больше.

Вывод можно признать имеющим научную новизну и практическую значимость.

Пятый вывод отражает результаты эксплуатационной проверки в ООО «ПОЛТАВА» и КФХ «Бабенко Лариса Фёдоровна», которые показывают, что: работоспособное состояние распылителей форсунок (гидроплотность не менее 5 с) составляет: для распылителей, работающих на дизельном топливе согласно ГОСТ 305, 1421 мото-ч.; для распылителей, работающих на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ, 1902 мото-ч. Это на 481 мото-ч больше, чем на товарном дизельном топливе ГОСТ 305. Вывод обладает имеет практическую значимость.

В **шестом выводе** констатируется, что годовой экономический эффект на один трактор марки МТЗ-80/82 при использовании дизельного топлива с присадкой ПТЛМ (в концентрации 1%) составил 17 235 рублей, за счет обеспечения работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок и увеличения их наработки с 1421 до 1902 мото-ч. Вывод является важным с практической точки зрения, содержит значения реального экономического эффекта от внедрения разработок соискателя для указанных предприятий, подтвержденные соответствующими актами, имеет практическую значимость и, поэтому, сомнений не вызывает.

Автором рекомендуется дальнейшие исследования направлять на снижение погрешности оценки результатов разработанных методик исследования. Разработанная методика анализа влияния факторов (эксплуатационных свойств дизельного топлива) на изнашивание прецизионных пар распылителя даёт основу для последующего расширения доступной информации об их применимости для выявления причин тех или иных неисправностей.

Таким образом, основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы, представленные в заключении, частично являются новыми, вытекают из результатов исследований.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Для науки значение имеют результаты, полученные в исследовании, дополняющие имеющиеся теоретические представления в части обеспечения критерия работоспособного состояния сопряжения «игла – корпус распылителя» форсунки при использовании присадки на основе минеральных масел (льняного и таллового).

Практическую ценность представляет разработанная и предложенная рецептура и компонентный состав с концентрацией присадки на основе минеральных масел, позволяющие обеспечить требующий межремонтный ресурс прецизионных пар распылителей форсунок дизельных ДВС. Значимость и актуальность диссертационной работы подтверждена актами внедрения на предприятиях АПК

5. Оценка содержания диссертации и ее оформления

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, содержащего общие выводы по работе, списка использованной литературы и приложений. Приложения представлены на 9 страницах, в них приведены документы, отражающие практическое использование результатов исследований и копии патентов и свидетельства о регистрации программ.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы исследования, оценке степени её разработанности, описанию ее цели, объекта, предмета и методологии исследований, научной гипотезы, новизны и практической значимости. В нем представлены основные научные положения, выносимые на защиту, а также оценка степени достоверности и апробация результатов.

В первой главе «Состояние вопроса, цель и задачи исследования» проведен обзор литературных источников, где рассмотрены проблемы, связанные с изнашиванием распылителей форсунок дизельных двигателей. Проведен анализ изменения условий работы топливной аппаратуры ДВС с учётом технического состояния прецизионных пар распылителей форсунок штифтового типа с

гидравлически управляемым запорным клапаном. Выполнена оценка ресурса материалов прецизионных пар распылителей в углеводородных жидкостях, в ходе которой установлено, что изнашивание деталей сопряжения «игла – корпус распылителя» форсунки характеризуется упругим и пластическим течением материала деталей и отделением его от контактирующей поверхности. Рассмотрены требования к устройствам подачи топлива. Приведены критерии работоспособного состояния распылителей форсунок. Установлено, что основным критерием является гидроплотность сопряжения «игла – корпус распылителя» форсунки, от которой зависят технико-экономические показатели дизельного двигателя. Проведен анализ способов обеспечения износостойкости прецизионных пар топливной аппаратуры. Установлено, что для обеспечения работоспособного состояния распылителей форсунок, в основном, используют технологические методы, которые осуществимы только при проектировании и изготовлении деталей распылителя. Помимо конструктивных особенностей и используемых материалов деталей распылителей, сравнительно наибольшая вероятность отказов распылителей форсунок связана с эксплуатационными свойствами дизельного топлива.

По этой главе четко сформулированных выводов практически не сделано, кроме одного, *«анализ способов повышения ресурса прецизионных сопряжений распылителей форсунки показывает, что использование конструкционных, технологических и эксплуатационных методов не позволяет в полной мере решить задачу»*.

По результатам этого вывода автором определена сущность научно-практической задачи, которая охарактеризована существенными противоречиями в применении к теме диссертации.

Оценивая в целом содержание главы, можно констатировать, что круг рассмотренных в ней вопросов, их важность, логика и глубина проработки вполне соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Во **второй главе** *«Теоретические предпосылки к обеспечению работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок*

дизельных двигателей» приведены теоретические предпосылки к обеспечению работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей. Помимо конструктивных особенностей, работоспособное состояние сопряжения «игла – корпус распылителя» форсунки зависит от смазочных свойств дизельного топлива. Основным критерием работоспособного состояния распылителя форсунки является гидроплотность прецизионных пар распылителя форсунок. Гидроплотность зависит от величины зазора сопряжения «игла-корпус распылителя». Согласно нормативно-технической документации на форсунки с гидравлическим управляемым клапаном, ресурс распылителей должен составлять не менее $\frac{1}{2}$ ресурса форсунок. Изнашивание запорного сопряжения «игла-корпус распылителя» форсунки происходит в результате пластической деформации микронеровностей поверхности деталей и усталостного разрушения поверхностного слоя, вызванного накоплением внутренней энергии.

В конце главы сделан только один вывод: *«зависимость изменения гидроплотности прецизионных пар распылителя форсунки можно использовать для прогнозирования ресурса сопряжения»*. Вывод, безусловно, важный, но ограничивает отражение сути выполненных теоретических исследований автора. Однако в тексте автореферата приведено еще четыре вывода, они отражают суть теоретических предпосылок автора и методические подходы к обеспечению гидроплотности и долговечности прецизионных пар распылителей форсунок. В принципе выводы возражений не вызывают.

В **третьей главе «Методика экспериментальных исследований»** приведена общая и частные методики экспериментальных исследований автора.

Программа включала исследования (испытания):

- исследование физических и эксплуатационных показателей дизельного топлива ГОСТ 305 и дизельного топлива с присадкой ПТЛМ;
- исследование противоизносных свойств дизельного топлива с присадкой ПТЛМ (трибологические испытания деталей распылителей форсунок;
- безмоторные стендовые сравнительные испытания форсунок ФД-22;
- оценка гидроплотности распылителей);

- стендовые моторные испытания работы двигателя Д-240 на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ;

- эксплуатационные испытания распылителей форсунок при работе на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ в условиях АПК;

- оценка эффективности результатов исследований.

Задачами экспериментальных исследований являлись проверка правомерности выдвинутых теоретических положений о возможности обеспечения работоспособного состояния, по критерию гидроплотности, прецизионных пар распылителей форсунок применением дизельного топлива с присадкой ПТЛМ, количественная оценка факторов и закономерностей, отражающих взаимосвязь концентрации присадки в дизельном топливе на показатель работоспособного состояния прецизионной пары распылителя.

По третьей главе, к сожалению выводов не приведено ни в тексте диссертации, ни в автореферате.

В **четвертой** главе *«Результаты экспериментальных исследований»* приведены основные результаты экспериментальных исследований и их анализ.

В таблицах приведены:

- результаты сравнительного анализа изменения физических и эксплуатационных свойств товарного дизельного топлива и дизельного топлива с присадкой ПТЛМ в зависимости от концентрации присадки в дизельном топливе;

- результаты определения смазывающей способности дизельного топлива с присадкой ПТЛМ.

Автором установлено, что плотность и кинематическая вязкость дизельного топлива с присадкой ПТЛМ соответствует требованиям ГОСТ. Сравнительные трибологические испытания распылителей форсунок дизельных двигателей с использованием присадки ПТЛМ к дизельному топливу показали, что необходимая смазывающая способность дизельного топлива с присадкой ПТЛМ обеспечивается при концентрации присадки в 1%. Средний диаметр пятна износа образцов составляет: в товарном дизельном топливе – 534 мкм; в дизельном топливе с присадкой ПТЛМ (концентрации присадки 1%) – 440 мкм.

В конце главы приведено два вывода, которые в определенной мере отражают содержание главы и возражений не вызывают.

В пятой главе «Оценка экономической эффективности использования дизельного топлива с присадкой ПТЛМ» приведены результаты оценки экономической эффективности применения присадки ПТЛМ к дизельному топливу на предприятиях АПК для обеспечения работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок ДВС. Расчет проведен по результатам сравнительных испытаний для тракторов марок МТЗ-80/82. Тракторы работали на товарном дизельном топливе, и на дизельном топливе с присадкой ПТЛМ. Экономическая эффективность рассчитана исходя из разности затрат товарного дизельного топлива и дизельного топлива с присадкой ПТЛМ каждого трактора.

При проведении эксплуатационных испытаний в ООО «ПОЛТАВА» и КФХ «Бабенко Лариса Фёдоровна» выявлено, что применение присадки ПТЛМ в дизельном топливе в концентрации 1% позволило получить среднегодовой экономический эффект на один трактор 17 235 руб. Расчёт произведен без учёта потерь, связанных с простоем трактора при замене деталей топливной системы, затрат на ремонт ТНВД.

6. Критические замечания и недостатки

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, отмечая ее высокий научный уровень, достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, необходимо отметить следующие недостатки и замечания:

1. Оценивание результатов выполненных исследований весьма затруднено, поскольку практически отсутствуют выводы по главам диссертационной работы.

2. Выводы, сформулированные автором по результатам исследования, по ключевым словам и по тексту не в полной мере коррелируются с задачами исследования.

3. В формулировках научной новизны и научных положений, выносимых на защиту, отсутствует указание на их целевую направленность и результативность.

4. По первой главе практически сделан только один вывод, который возражений не вызывает. Однако, нет выводов по результатам анализа ранее выполненных исследований.

5. Вторая глава диссертации перегружена аналитическими зависимостями, которые являются общепринятыми в специализированных исследованиях процессов изнашивания, однако достаточно редко применяются в сфере эксплуатации машин. Текстовая часть главы воспринимается с трудом, поскольку отсутствуют оговоренные связи аналитических зависимостей с процессами эксплуатации ДВС и их штифтовых форсунок.

6. В тексте диссертации и в автореферате не приведены сведения о так называемом гидроабразивном износе запорной части иглы и седла клапана. Известно, что многие авторы считают гидроабразивный износ основной причиной выхода из строя штифтовых форсунок.

7. В тексте диссертации и в автореферате присутствуют стилистически не выверенные формулировки и орфографические ошибки.

8. При оформлении диссертации допущены отклонения от требований стандарта ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». (Дата принятия: 2012 г.). В частности, рисунки в диссертации представлены в разной контрастности, некоторые трудно читаемые, например, рис.1.2, рис.1.3. рис. 1.5, рис. 1.6, рис. 2.4 и др.

9. Список литературы оформлен с отклонениями от требований ГОСТ Р 7.0100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

7. Выводы и рекомендации

Представленная на оппонирование диссертация является научно-исследовательской работой, в которой на основе выполненных автором обобщений, теоретических, расчетных и экспериментальных исследований найдены пути решения научно-практической задачи обеспечения

работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей применением присадки к дизельному топливу, на основе таллового и льняного масел с добавлением полиалкилбензола (присадки ПТЛМ).

Автором по теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья в рецензируемом зарубежном журнале из базы SCOPUS, 8 статей в периодических сборниках, трудах и тезисах международных и всероссийских конференций, получено 2 патента на изобретение и полезную модель. Общий объём публикаций составил 4,5 печ. л., в том числе 3,04 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Диссертация выполнена на современном научном уровне, оформлена аккуратно, представляет собой завершённую самостоятельную научно-квалификационную работу.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы, стиль изложения материала способствует пониманию сути выполненных научных исследований и позволяет объективно оценить личный вклад автора и полученные результаты исследования.

Заключение

Тщательный анализ содержания диссертации и автореферата позволяет сделать заключение о том, что цель исследования, сформулированная автором, в полной мере соответствует названию работы и сформулированной научной гипотезе. Структура диссертации соответствует требованиям поэтапного решения научно-практической задачи. Научные задачи, поставленные перед исследователем, в основном решены, однако их решения не нашли полного коррелированного отражения в выводах по работе. Научная новизна исследования особых возражений не вызывает.

Диссертация Даманского Р.В. «Обеспечение работоспособного состояния прецизионных пар распылителей форсунок дизельных двигателей применением присадки к дизельному топливу», является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной научно-исследовательской работой.

Отмеченные замечания не являются существенными с точки зрения установления степени соответствия содержания диссертации, автореферата автора диссертационного исследования требованиям, содержащимся в п. 9, 11, 13 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Диссертационную работу можно классифицировать как решение серьезной научно-практической задачи, имеющей важное практическое народнохозяйственное значение, она может быть признана научно-квалификационной, а ее автор, **Даманский Роман Викторович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Официальный оппонент, профессор кафедры
«Транспортные и технологические системы»
ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный
университет», доктор технических наук,
профессор

Озорнин С.П.

Подпись профессора Озорнина С.П. заверяю,
начальник управления кадров ЗабГУ



Евтушок О.В.

Озорнин Сергей Петрович, доктор технических наук (научная специальность 05.20.03, диплом доктора наук ДК № 027089), профессор (аттестат профессора серия ПР № 001467), профессор кафедры «Транспортные и технологические системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет».

Почтовый адрес: 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30, кафедра Т и ТС.

Т. раб. – 8(3022) 41-73-16.

Адрес электронной почты: s.ozornin2013.s@ya.ru