

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Руководитель Рязанского отделения

**ФГБНУ ФИАЦ ВИМ**



Аксенов А.З.

«17» сентября 2017 г.

## **ОТЗЫВ**

ведущей организации – Рязанского отделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный агроинженерный центр ВИМ» о научно-практической значимости диссертации Марусина Александра Вячеславовича на тему: «Совершенствование диагностирования плунжерных пар топливного насоса высокого давления автотракторных дизелей», представленную в диссертационный совет Д 220.057.03 на базе ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».

### **1. Актуальность темы диссертации**

Действующая в настоящее время в сельском хозяйстве система технического обслуживания машин является по сути планово-предупредительной с периодическим контролем технического состояния и предполагает совмещение по месту и времени выполнения операций диагностирования и технического обслуживания. В связи с этим эффективность всей системы технического обслуживания машин во многом зависит от эффективности применяемых технологий и средств диагностирования.

Кроме того, перспективы развития системы технического обслуживания связаны с переходом от стратегии технического обслуживания по наработке к стратегии технического обслуживания по техническому состоянию, в которой технологии диагностирования играют определяющую роль.



В связи с этим, работа Марусина А.В., посвященная совершенствованию методов и средств диагностирования приборов топливной системы (ТС) автотракторных дизелей, является актуальной.

## **2. Новизна исследования и полученных результатов**

Научная новизна диссертационной работы заключается:

- в разработке математической модели процесса подачи топлива плунжерной парой ТНВД топливной системы дизеля разделенного типа, позволяющей по величине перемещения иглы форсунки в зависимости от состояния сопряжения плунжер-втулка плунжерной пары ТНВД, износа нагнетательного клапана и жёсткости его пружины рассчитывать величину давления впрыскивания топлива. На практике это позволяет при диагностировании исключить измерение давления подачи топлива какими-либо средствами и снижает трудоёмкость диагностирования ТС;
- в разработке конструкции устройства для диагностирования плунжерной пары ТНВД топливной системы дизеля разделенного типа по величине перемещения иглы форсунки;
- в разработке способа диагностирования плунжерной пары ТНВД топливной системы дизеля разделенного типа по величине перемещения иглы форсунки.

## **3. Значимость полученных результатов для науки и практики**

Значимость полученных результатов для науки заключается в теоретическом обосновании возможности и способа диагностирования ТНВД топливной системы дизеля разделенного типа с использованием нового диагностического параметра - величины перемещения иглы форсунки.

При этом, предложенный способ диагностирования позволяет определять такие неисправности, как потеря гидравлической плотности сопряжения плунжер-втулка плунжерной пары ТНВД, износ нагнетательного клапана и снижение жёсткости его пружины.



Однако в рамках решаемых задач в диссертации соискатель исследовал только нарушение гидравлической плотности сопряжения плунжер-штука ТНВД, что несколько ограничивает возможности применения полученных результатов исследования на практике.

Значимость полученных результатов для практики заключается:

- в изготовлении устройства для диагностирования плунжерных пар ТНВД топливной системы дизеля КАМАЗ-740.11-240, позволяющего регистрировать перемещение иглы форсунки и измерять его величину при выполнении технического обслуживания дизеля в эксплуатации;

- в установлении значений величины перемещения иглы форсунки топливной системы дизеля КАМАЗ-740.11-240 при его работе на частоте вращения коленчатого вала, равной  $600 \text{ мин}^{-1}$ , и величины давления топлива в линии высокого давления, соответствующих различной степени износа плунжерных пар, достаточных для принятия решения об их замене. В работе определены критические (предельные) значения диагностических параметров, при которых следует принимать решение о восстановлении работоспособности плунжерной пары ТНВД, однако полученные значения применимы только для диагностирования технического состояния плунжерных пар ТНВД дизелей семейства КАМАЗ-740;

- в обосновании периодичности диагностирования ТНВД топливной системы дизелей семейства КАМАЗ-740 с целью снижения суммарных удельных затрат на их техническое обслуживание и текущий ремонт при эксплуатации.

#### **4. Достоверность и обоснованность научных положений, результатов и выводов**

Достоверность и обоснованность научных положений работы обусловлена обоснованностью принятых допущений при разработке математических моделей, сходимостью полученных экспериментальных



результатов с результатами аналитических исследований, использованием типовых методик испытаний и экспериментальных исследований, учетом и оценкой возможных погрешностей измерений, использованием методов математической статистики для обработки результатов исследований.

Результаты, представленные соискателем в диссертации, получены на основе достаточного объема теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в лабораторных условиях. Исследования выполнялись на современном контрольно-измерительном оборудовании и вычислительной технике, а обработка результатов проводилась с помощью современного программного обеспечения.

Основные научные положения и результаты диссертационной работы соискателя представлялись и получили положительную оценку на международных научных конференциях Саратовского ГТУ имени Гагарина Ю.А. и Саратовского ГАУ имени Вавилова Н.И., МАДИ (ГТУ), Харьковского НАДУ, Тульского ГУ, Башкирского ГАУ, Воронежской ГЛТА и Пензенского ГУАС в 2013-2016 гг.

## **5. Рекомендации по использованию полученных результатов**

Полученные результаты могут быть использованы на предприятиях агропромышленного комплекса, занимающихся эксплуатацией сельскохозяйственной техники, и сервисных предприятиях при проведении технического обслуживания и ремонта машин.

## **6. Оценка содержания диссертации**

Диссертационная работа включает введение, пять разделов, заключение, список литературы из 176 наименований и 2 приложения. Общий объем диссертации составляет 138 страниц машинописного текста, содержит 40 рисунков, 9 таблиц.



**Введение** посвящено обоснованию актуальности темы диссертационного исследования, содержит цель, основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту.

**Первый раздел** диссертации посвящен обзору технической литературы с целью выполнения анализа отказов автотракторных дизелей в эксплуатации и их распределения по механизмам, системам и приборам, конструкций топливных систем автотракторных дизелей разных типов, влияния неисправностей приборов топливных систем на работоспособность дизелей, способов и средств диагностирования приборов ТС дизеля в эксплуатации и направления их совершенствования, на основе которого соискателем обоснована необходимость совершенствования методов и средств диагностирования приборов ТС дизеля разделённого типа и сформулированы задачи исследования.

**Во втором разделе** представлены методика и результаты аналитического исследования процесса подачи топлива плунжерной парой ТНВД топливной системы дизеля разделенного типа, основой которого стала разработанная соискателем математическая модель, позволяющая по величине перемещения иглы форсунки, в зависимости от состояния сопряжения плунжер-втулка плунжерной пары ТНВД, износа нагнетательного клапана и жёсткости его пружины, рассчитывать величину давления впрыскивания топлива.

С использованием математических моделей выполнен анализ влияния конструктивных особенностей отдельных элементов приборов топливной системы автотракторного дизеля на характеристику подачи топлива, обоснована возможность определения по величине перемещения иглы форсунки, в зависимости от величины зазора в сопряжении плунжер-втулка плунжерной пары ТНВД, величины давления топлива в линии высокого давления.

При износе сопряжения плунжер-втулка плунжерной пары ТНВД снижается величина давления впрыскивания топлива, что ведёт к нарушению



процесса топливоподачи автотракторного дизеля, неравномерности работы цилиндров, закоксовыванию распылителей форсунок и повышению токсичности выхлопных газов. В связи с чем, соискателем, на основе результатов выполненных аналитических исследований предложено использовать величину перемещения иглы форсунки в качестве диагностического параметра при оценке технического состояния плунжерных пар ТНВД. Теоретические расчёты подтверждены экспериментальными, при этом сходимость результатов составила 95%.

**В третьем разделе** диссертации представлены программа исследований, общие и частные методики экспериментов. Программа работ включала лабораторные, стендовые и эксплуатационные испытания. Эксплуатационные испытания проводились в КФХ Саратовской области, а обработка их результатов проводились в Саратовском Автоцентре КАМАЗ по результатам оценки технического состояния дизелей семейства КАМАЗ-740, оснащённых приборами топливной системы разделённого типа, и эксплуатирующихся в КФХ Саратовской области. При этом выполнялась оценка технического состояния приборов ТС двух групп: ТНВД, не подвергавшиеся ремонту (23 единицы); ТНВД, прошедшие ремонт (26 единиц), что обеспечило обоснованность выводов и достоверность полученных результатов.

В результате проведенного соискателем эксперимента установлены значения величины перемещения иглы форсунки топливной системы дизеля КАМАЗ-740.11-240 при его работе на частоте вращения коленчатого вала, равной  $600 \text{ мин}^{-1}$ , и величины давления топлива в линии высокого давления, соответствующих различной степени износа плунжерных пар, достаточных для принятия решения об их замене. В работе определены критические (предельные) значения диагностических параметров, при которых следует принимать решение о восстановлении работоспособности плунжерной пары ТНВД, однако полученные значения применимы только для



диагностирования технического состояния плунжерных пар ТНВД дизелей семейства КАМАЗ-740;

Система сбора и обработка информации выполнялась в соответствии с требованиями ГОСТ 17509-2003, методика стендовых испытаний - по плану испытаний в соответствии с ГОСТ 14846-2003. Сбор статистических данных по наработке на отказ деталей приборов ТС дизелей сельскохозяйственной техники проводился в отделе рекламаций ОАО «Автоцентр КАМАЗ», г. Саратова по данным для агрегатов, поступивших из КФХ Саратовской области.

**В четвертом разделе** представлено разработанное устройство диагностирования ТА дизеля и описана методика его применения. На основании проведенных экспериментальных исследований обоснована зависимость диагностического параметра – перемещения иглы форсунки от структурного – износа сопряжения плунжер-втулка ТНВД дизеля. Проведен многофакторный эксперимент. Установлено, что на прогретом дизеле при установившемся режиме работы на минимальных оборотах холостого хода в зависимости от износа плунжерных пар ТНВД, перемещение иглы форсунки составило 31-64 %, или 0,08 - 0,16 мм. По результатам исследования соискателем определены критические (предельные) значения величины перемещения иглы форсунки и давления в линии высокого давления, при которых следует принимать решение о восстановлении работоспособности плунжерной пары ТНВД. Вместе с тем, полученные предельные значения применимы только для диагностирования технического состояния плунжерных пар ТНВД дизелей семейства КАМАЗ-740.

**В пятом разделе** диссертантом представлены разработанные рекомендации по совершенствованию алгоритма диагностирования топливной аппаратуры двигателя, приведены результаты расчета периодичности диагностирования и рассчитан экономический эффект от внедрения предложенных мероприятий.



Содержание диссертации изложено в логически последовательной форме. Стил ь изложения в целом четкий и ясный. Диссертация оформлена в основном в соответствии с требованиями ВАК.

Автореферат диссертации и публикации соискателя достаточно полно отражают основные положения диссертации, выводы и рекомендации.

### **Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы**

1 Тема диссертации: «Совершенствование диагностирования плунжерных пар топливного насоса высокого давления автотракторных дизелей» сформулирована достаточно широко, однако границы исследования не определены, хотя исследование посвящено только топливным системам дизелей разделенного типа.

2 В качестве предмета исследования определены «закономерности влияния параметров плунжерных ТНВД на перемещение иглы форсунки», однако в работе выполнено исследование только влияния увеличения среднего радиального зазора плунжер-втулка на перемещение иглы форсунки, при этом закономерности влияния параметров плунжерных ТНВД на перемещение иглы форсунки не сформулированы.

3 Во введении не сформулирована научная задача исследования, а сформулированы лишь частные задачи исследования по результатам выполненного анализа в 1 главе.

4 Все характеристики впрыскивания топлива в материалах исследования показаны применительно ко времени протекания процессов, а не к углу поворота кулачкового вала ТНВД или коленчатого вала дизеля, что несколько снижает информативность измеренных параметров в процессе диагностирования.

5. В основу оценки экономического эффекта от предложенных автором технологических и технических решений в эксплуатации положен показатель увеличения на 11% межремонтного ресурса сельскохозяйственной техники, подтвержденный актом о внедрении результатов исследования в ИП КФХ Яхин М.К., однако в работе не указано для какого вида ремонта оценивался



межремонтный ресурс и какова его величина в исходном для сравнения состоянии.

6 Заключение диссертации содержит практически перечисление результатов, подтверждающих заявленную соискателем научную новизну и значимость работы, при этом общей оценки результатов диссертационного исследования на предмет достижения заявленной цели исследования и решения научной задачи исследования, формулирования установленных закономерностей влияния параметров плунжерных пар ТНВД на перемещение иглы форсунки, являющихся предметом исследования, с учетом выбранного объекта исследования не приводится.

7 При изложении содержания диссертационного исследования автор допускает использование технических терминов и определений, отличающихся от установленных ГОСТ 15888-90 «Аппаратура дизелей топливная. Термины и определения»: «разделённая система впрыска» (стр. 9), «давление впрыска» (стр. 9), «грибок форсунки» (штанга) (стр. 26) и др.

Вместе с тем, отмеченные недостатки не снижают существенно ценность представленной работы, которая заслуживает положительной оценки. Содержание диссертации соответствует специальности 05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».

### **Заключение**

Таким образом, диссертация Марусина Александра Вячеславовича на тему «Совершенствование диагностирования плунжерных пар топливного насоса высокого давления автотракторных дизелей» является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические, технологические и экономические решения, имеющие существенное значение для предприятий агропромышленного комплекса, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Марусин А.В., заслуживает присуждения искомой ученой степени.



Отзыв заслушан на заседании лаборатории испытательного оборудования Рязанского отделения ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Протокол № 1 от 26 января 2017 г.

Старший научный сотрудник лаборатории испытательного оборудования Рязанского отделения ФГБНУ ФНАЦ ВИМ кандидат технических наук, профессор

А.А. Кочуров

Подпись А.А. Кочурова заверяю  
Руководитель Рязанского отделения  
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

А.З. Аксенов

«27» января 2017 года



Рязанское отделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Рязанское отделение ФГБНУ ФНАЦ ВИМ).

Почтовый адрес: 390046, г. Рязань, ул. Есенина, 116/1.

Телефон: 8(4912) 24-78-44, 8(4912) 44-76-08.

e-mail: axalex77@yandex.ru.

Сайт учреждения: <http://vim.ru/>