

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики ФГБОУ ВО РГАТУ Юхина Ивана Александровича на диссертационную работу Юденичева Андрея Николаевича «Разработка метода непрерывной диагностики узлов и агрегатов автотранспортных средств по прогнозирующим параметрам», представленной к защите в диссертационный совет 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы исследования

В процессе эксплуатации автотранспортных средств, их компоненты и детали подвергаются износу, усталости и коррозии, что ведет к изменению эффективности их функционирования и отказам. Диагностика и выявление снижения эффективности функционирования на ранних стадиях позволяют предупредить внезапные отказы, а предложенный автором метод основывается на использовании специальных диагностических параметров, косвенно характеризующих техническое состояние автотранспортных средств. Выявление закономерностей этих изменений позволяет прогнозировать техническое состояние транспортных средств и повышать эффективность их использования за счет корректирования регламента технического обслуживания. Развитие системы оперативной оценки эксплуатационной надежности двигателей, применяемых в агропромышленном комплексе, является перспективным направлением исследований. Актуальность темы заключается в разработке эффективных методов и средств диагностики и прогнозирования технического состояния автомобильных узлов и агрегатов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

В диссертации автором вынесены на защиту четыре научных положения, сформулированные корректно и логически связанные между собой. Положения, выносимые на защиту, соответствуют цели и задачам исследования, а их совокупность формирует методологические основы технологического обеспечения и модернизации системы технического обслуживания и ремонта машин.

Автором сформулированы пять развернутых выводов, основанных на решенных в работе задачах.

Первый вывод, касается обоснования способов оценки эксплуатационной надежности двигателей и необходимости коррекции интервалов их технического обслуживания и ремонта. Полученные автором математические зависимости в виде полиномиальных аппроксимаций граничных значений с достаточно высокой достоверностью $R^2 = 0,9859$ отражают предложенный автором метод диагностирования на основе прогнозирующего параметра, в качестве которого использован объемом образующихся картерных газов косвенно характеризующий техническое состояние цилиндропоршневой группы двигателя. Выбор в качестве прогнозирующего параметра объема образующихся картерных газов обоснован его чувствительностью, а теоретическое обоснование приведено в первой главе. Для проведения исследований автором был использован двигатель УМЗ 4216-170, а сам метод является универсальным, и имеет теоретическую значимость.

Второй вывод согласуется со второй поставленной задачей и содержит конкретные значения диапазонов мощности силовых установок модернизируемых транспортно-технологических машин, величина которых может зависеть от условий работы и назначения модернизируемой транспортно-технологической машины. Автором получены зависимости мощности от удельного сопротивления почвообрабатывающего агрегата и от

вероятной длины гона, а также для различных видов обработки почвы, от вспашки до посева. Достоверность и практическая ценность представленных данных не вызывает сомнений.

Вывод основан на результатах разработки автором устройства непрерывной оценки технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания, оригинальность которого подтверждается патентом на полезную модель RU 223207, в совокупности с техническими средствами, использующими беспроводные каналы передачи данных посредством сети Zigbee с ячеистой mesh - топологией, и имеет практическое значение.

Третий вывод обобщает результаты математического моделирования по выбору оптимальных сроков проведения плановых восстановительных работ и разработанного программного комплекса оценки остаточного ресурса технической системы с учетом динамики изменения диагностических параметров, подтверждается полученным автором свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024666051, позволяет увеличить коэффициент готовности парка машин и представляет практический интерес.

Четвертый вывод основан на расчете годовой экономии средств при использовании системы непрерывной оценки технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя, на примере автопарка численностью 43 единицы, показал целесообразность ее внедрения. Вывод обоснован и имеет практическое значение.

Пятый вывод указывает на положительный эффект от подготовки персонала с использованием разработанного автором стенда-тренажера, основан на разработанных рекомендациях по совершенствованию системы технического обслуживания с применением средств непрерывной диагностики, имеет практическое значение.

В целом, выводы диссертационной работы основаны на результатах поставленных задач, лаконично отражают результаты исследования, и имеют

научно-практическое значение.

Достоверность результатов исследования обоснована применением методики стендовых испытаний двигателей в соответствии с ГОСТ 14846-81, корректным использованием методов статистической обработки данных, а полученные результаты не противоречат подобным исследованиям в данной области.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Для науки наиболее значимыми являются: разработанные математической модели прогнозирования изменения технического состояния узлов и агрегатов путем применения средств непрерывной диагностики и беспроводной передачи данных, а также методика непрерывного контроля параметров, позволяющая на основе прогнозирования реализовать техническое обслуживание автотранспортных средств по фактическому состоянию.

Практическая значимость работы включает в себя разработанную систему обслуживания на основе непрерывной диагностики и прогнозирования технического состояния агрегатов, с применением средств беспроводной передачи данных, корректировки регламента обслуживания автотранспортных средств и управления фондом запасных частей с целью снижения материальных затрат и повышения коэффициента готовности техники.

Оценка содержания диссертации, её завершенность в целом и замечания по оформлению работы

Диссертация изложена в одном томе объемом 180 страниц и включает введение, четыре главы, заключение, список литературы из 178 наименований, в том числе 15 на иностранном языке и приложения на 29 страницах. Объем диссертации – 180 страниц машинописного текста, в том числе 150 страниц основного текста, поясняется 4 таблицами и 36 рисунками.

Во введении обоснована актуальность научной проблемы по теме диссертации, определены объект и предмет исследований, представлена

научная новизна и практическая значимость работы, научные положения, выносимые на защиту, приводятся сведения об апробации работы и степени ее соответствия паспорту специальности, публикациях, структуре и объеме диссертации.

Первая глава «Состояние вопроса и задачи исследования» посвящена анализу современного состояния и направления развития диагностирования автотранспортных средств, основных подходов к оценке технического состояния по прогнозирующим параметрам. Рассмотрены методы и способы неразрушающего контроля остаточного ресурса узлов и агрегатов техники, а также диагностика с применением беспроводных систем передачи данных.

В работе отмечается, что развитие диагностических технологий позволяет не допустить многие внезапные отказы, выявив повреждения на ранних стадиях. Развитие диагностики увеличивает ее влияние на процессы технического обслуживания, способствует эволюции системы от планово-предупредительной модели к обслуживанию, основанному на фактическом состоянии транспортных средств. Данный подход позволяет получить комплексную картину технического состояния объекта, а при оценке технического состояния особую роль играют прогнозирующие параметры, характеризующие текущее техническое состояние по косвенным признакам, могут являться основой для создания моделей прогнозирования технического состояния транспортного средства. При этом выбор диагностических параметров определяется их чувствительностью к изменениям технического состояния.

Диагностика с применением беспроводных систем передачи данных позволяет создать особый тип сетевой инфраструктуры - беспроводную сенсорную сеть, представляющую собой автономную систему взаимосвязанных датчиков и исполнительных механизмов, коммуницирующих по радиоканалам. Применением беспроводных систем передачи данных позволяет облегчить процесс их внедрения на уже

эксплуатируемой технике.

Вторая глава диссертации «Теоретическое обоснование разработки метода и средств оценки остаточного ресурса узлов и агрегатов автотранспортных средств» посвящена теоретическим основам разработки метода и средств оценки остаточного ресурса узлов и агрегатов автотранспортных средств.

Рассмотрены методы диагностирования автомобилей, основанные на измерении фактических значений параметров, анализе параметров, косвенно характеризующих техническое состояние, а также подходы, основанные на моделировании процессов.

Автором рассмотрены перспективные средства технического диагностирования представляющие собой интегрированные системы, объединяющие различные функциональные блоки: генераторы тестовых сигналов, измерительные сенсоры, регистрирующую аппаратуру, системы визуализации данных и автоматизированные комплексы управления с аналитическими возможностями.

Третья глава «Планирование эксперимента и результаты исследований» посвящена экспериментальной работе автора, в которой отражено планирование эксперимента и результаты исследований. Автором отмечается, что развитие техники обуславливает потребность в управлении состоянием сложных технических систем, и возникновении новой задачи – прогнозирования технического состояния. В работе отмечается, что для таких систем как транспортные и производственные, необходимо не только констатировать их исправность в текущий момент, но и гарантировать их работоспособность на протяжении определенного будущего интервала времени.

В диссертации приведено описание конструктивного исполнения лабораторной установки системы оценки цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания по параметру образования картерных газов, косвенно характеризующего техническое состояние цилиндропоршневой

группы двигателя. Исследования проводились на 12 двигателях УМЗ 4216-170 на тормозном стенде модели MEZ Vsetin 926-4/V, а методика экспериментального исследования соответствовала ГОСТ 14846-81. В процессе исследований производили изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя и снимали показания расходомера картерных газов в виде вольтамперной характеристики. По результатам исследований была разработана методика определения нормативных значений количества картерных газов, как косвенного параметра технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя. Были получены математические зависимости с достоверности аппроксимации $R^2 = 0,97$ для косвенной оценки технического состояния цилиндропоршневой группы 12 двигателей.

Для решения задач непрерывной диагностики агрегатов автотранспортных средств передача диагностических параметров осуществлялась посредством ZigBee технологии беспроводной передачи данных.

Четвертая глава «Технико-экономическая оценка и практические рекомендации по использованию результатов исследования» посвящена технико-экономической оценке и практическим рекомендациям по использованию результатов исследования. Также приведена оценка надежности системы непрерывной диагностики на базе математической модели «RADC-EK-89-177», и был разработан расчетный алгоритм для определения безотказности системы диагностики во время эксплуатации, с использованием симулятора Cooja.

Анализ содержания представленных материалов позволяет сделать заключение, что поставленные соискателем задачи решены, а цель исследования достигнута.

Диссертация имеет классическую структуру изложения, а каждый раздел завершается частными выводами. В заключение диссертации представлены основные выводы. Объем диссертации, является достаточным для необходимого изложения хода и результатов исследования.

Замечания по диссертационной работе

1. Для обеспечения точности оценки параметров необходимо выполнение некоторых стационарных режимов, при этом не указано при каких условиях они достигаются.

2. Чем определяются условия начала фиксации показателей расхода картерных газов?

3. Как осуществляется контроль оборотов, температуры двигателя при работе системы диагностики.

4. Как определяется величина параметра, характеризующая техническое состояние?

5. В тексте диссертационной работы имеются грамматические и стилистические ошибки, опечатки.

Оценка диссертационной работы в целом

Содержание диссертации соответствует заявленной области исследований и паспорту научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), а именно пунктам: 12 «Цифровые интеллектуальные технологии, автоматизированные и роботизированные технические средства для агропромышленного комплекса.», 20 «Методы и технические средства обеспечения надежности, долговечности, диагностики, технического сервиса, технологии упрочнения, ремонта и восстановления машин и оборудования» и 22 «Организация технического сервиса, ремонта, хранения, рециклинга, утилизации машин и оборудования».

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Представленные в диссертации научные положения, выносимые на защиту, в необходимом объеме отражены в 15 научных работах автора, общим объемом 7,72 печатных листа, в том числе в 11 статьях (2 из них – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов

диссертаций) и тезисов докладов, а также 1 патенте РФ на полезную модель, 3 свидетельствах о государственной регистрации программы для ЭВМ. Количество публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации, в рецензируемых журналах соответствует п. 12 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Автореферат диссертации представлен на 22 страницах и включает в себя общую характеристику работы, общие выводы и список работ, опубликованных автором по теме диссертации, и отражает основное содержание работы.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

**Заключение о соответствии диссертации критериям,
установленным Положением о присуждении ученых степеней**

1. Диссертация Юденичева Андрея Николаевича на тему: «Разработка метода непрерывной диагностики узлов и агрегатов автотранспортных средств по прогнозирующим параметрам» содержит новые технические и технологические решения, имеющие практическое значение и обеспечивающие в перспективе повышение эффективности использования транспортно-технологических машин, внедрение которых является важной народно-хозяйственной задачей и соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса..

2. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 г. №842, а её автор, Юденичев Андрей Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:

Юхин Иван Александрович,

доктор технических наук,

(05.20.01 – Технологии и средства

механизации сельского хозяйства), профессор,

заведующий кафедрой автотракторной техники

и теплоэнергетики

ФГБОУ ВО РГАТУ

«07» _____ *мая* 2025 г.

Подпись Юхина И.А. заверяю:

начальник управления кадров

ФГБОУ ВО РГАТУ



Сиротина Галина Викторовна

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Адрес: 390044, ЦФО, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1.

Тел.: 8(84912) 37-36-11.

E-mail: yuival@rambler.ru.