



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
(ФАНО РОССИИ)



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
(ФГБНУ ВИМ)

109428, г. Москва, 1-й Институтский проезд, дом 5.
тел. 8 (499) 171-19-33, тел./факс 8 (499) 171-43-49, e-mail: vim@vim.ru

№ _____

на № _____ от _____



Отзыв

ведущей организации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» (ФГБНУ ВИМ) на докторскую работу Дунаева А.В. на тему: «Разработка методов стендовых испытаний, контроля и управления техническим состоянием самоходных машин в агропромышленном комплексе», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности: 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Актуальность работы

В техническом сервисе АПК нужны наиболее эффективные методы, средства испытаний и контроля машин, используемых в механизации производственных процессов растениеводства и животноводства, чтобы обеспечивать качественную и экономичную работу до полного использования ресурса этих средств.

Эти методы и средства в планово-предупредительном техническом обслуживании и ремонте машин реализует система диагностирования, оптимизирующая управление техническим состоянием и качеством работы машин.

Обслуживание и ремонт машин АПК по результатам диагностирования позволяет повысить их безотказность на 25 – 40 %, экономичность на 10-15 %, межремонтный ресурс до 2-х раз, в 1,5-2 раза снизить затраты на устранение

неисправностей, повысить производительность и безопасность движения, снизить потери урожая.

Отсюда научное обоснование методов испытания колесных тракторов и контроля функциональных и ресурсных параметров (ПРМ) агрегатов машин, нормативов и технологий контроля, его автоматизация, дистанционный мониторинг являются актуальными научно-техническими задачами. Современные же условия значительно изношенных средств механизации требуют также мер для предотвращения повышенного их изнашивания и аварий, контроля по показателям смазок, применения экспресс-методов для повышения надежности и качества работы машин.

Таким образом, поставленная автором цель диссертационной работы: является актуальной проблемой, направленной на повышение надежности, ресурса, работоспособности, экономичности и экологичности работы средств механизации в агропромышленном комплексе страны. Достижение цели вносит значительный вклад в выполнение задач, определенных Государственной программой развития сельского хозяйства России.

Научная новизна исследований

Научная новизна работы заключается в:

1. Методике разработки технологий контроля выходных показателей колесных тракторов и составных частей самоходных машин АПК, которая содержит оптимальную последовательность исследований, стендовых и эксплуатационных испытаний, требования к операциям технологий, к достоверности, оперативности и удобству применения средств диагностики, учету условий инженерных служб АПК.

2. Взаимозависимых режимов, нормативов разновекторных испытаний колесных тракторов и параметров комплексных одноприводных реверсивных барабанных стендов, обеспечивающих совместимость и безопасность контроля нормативных тягово-экономических и тормозных качеств колесных тракторов благодаря применению реверсивного привода.

3. Результатах мониторинга текущего расхода дизельного топлива и бензина ДВС по переменному перепаду давления на сужающем устройстве в докритических числах Рейнольдса путем использования нестандартных селективных диафрагм, прецизионных топливных каналов, воздушного демпфера потоков и других приемов в многодиапазонных пьезометрических приборах с высокой стабильностью нестандартных коэффициентов истечения топлива.

Методе обоснования нормативов массового, объемного и удельного расхода топлива автотракторных дизелей.

4. Экспресс-методе и формуле расчета остаточного ресурса цилиндро-поршневой группы автотракторных ДВС по соотношениям длин характерных участков линий на выявленной корреляционной кривой взаимозависимости вакуумов и компрессии в цилиндрах (пат. № 2479830, № 2479831).

Нормативах расхода картерных газов как ресурсного параметра автотракторных дизелей, обоснованных по зависимости расхода газов от

эффективной мощности дизелей (коэффициент корреляции 0,9738) и по положениям теории управления надежностью машин.

Методе контроля полного расхода картерных газов в изношенных автотракторных ДВС (пат. № 2266524) приборами по авт. свид. № 1589090, № 1763928 при двух значениях перепада давления на их расходомерной щели.

Нормативах компрессии в цилиндрах ДВС, установленных по обоснованным значениям физических величин уравнения адиабатического сжатия газов.

5. Создании системы автоматизированного программируемого цифрового контроля до 63-х (с 24-мя новыми) диагностических параметров тракторов, автомобилей, комбайнов по осциллограммам диагностических сигналов в развертке по времени, углу и частоте вращения коленчатого вала с обоснованными нормативами давления, разрежения, расхода, углового ускорения, амплитуд и фаз вибросигналов.

6. Системном экспресс-методе (пат. № 2563206) и математической модели оценки моющих свойств моторных масел при их старении, обводнении, перегреве по калориметрическим характеристикам капельных проб масел и соотношениям максимального диаметра масляного пятна к диаметру его ядра.

Экспресс-методе определения щелочного числа моторных масел при последовательных проявлениях цветов двух цветовых индикаторов в титруемом растворе масла.

7. Методе выявления причин и предотвращения повышенного изнашивания и аварий автотракторных ДВС по выявляемым величинам спектральных и химмотологических показателей масел, по совместному анализу их трендов и трендов показателей работы машин, с рекомендациями в системной профилактике упреждающими воздействиями в соответствии с выявленными трендами.

8. Системе диагностических параметров, характеризующих техническое состояние и качество функционирования тракторов для их традиционной диагностики, а также полевого мониторинга средствами ГЛОНАСС/GPS и на стационаре.

Практическая значимость

Практическая значимость работы определяется:

1. Разработкой и внедрением стендов диагностических для колесных тракторов. Стенд КИ-8948-ГОСНИТИ прошел Государственные приемочные испытания, аттестован (Свидетельство № 605015943) по высшей категории качества его особенности отражены в ГОСТ 26899). Выпущено 1358 стендов.

Стенды введены в типовые проекты районных станций технического обслуживания (СТОТ) энергонасыщенных колесных тракторов №№ 816-213, 816-179, 816-209, 816-211.

2. Разработкой и внедрением расходомеров дизельного топлива (по авт. свид. № 1654660) и бензина автотракторных ДВС, внедренных на СТОТ, станциях технического обслуживания автомобилей и в других инженерных службах АПК. Расходомеры КИ-8940-ГОСНИТИ, КИ-8943-ГОСНИТИ прошли Государственные приемочные испытания, аттестованы по высшей категории

качества (Свидетельство № 105017385) и внесены в Государственный реестр средств измерений за № 10730. Выпущено 5300 расходомеров.

3. Разработкой и внедрением расходомеров картерных газов для контроля ресурсных параметров цилиндропоршневой группы автотракторных ДВС, введенных во все диагностические комплекты ГОСНИТИ и получивших от практиков диагностики высшую оценку из всех диагностических средств ГОСНИТИ. Изготовлено 5300 расходомеров КИ-13671-ГОСНИТИ, КИ-17999-ГОСНИТИ

4. Разработкой и внедрением автоматизированных машинотестеров КИ-13950-ГОСНИТИ для тракторов, автомобилей, комбайнов, внедренных в АПК, на автомобильном, железнодорожном транспорте России, в Санкт-Петербургской академии тыла и транспорта МО РФ. Выпущено 26 машинотестеров.

5. Разработкой комплексной технологии анализа моторных масел, позволяющей определять работоспособность моторных масел, износостойкое состояние автотракторных ДВС, а также причины их повышенного изнашивания и назначать меры для предупреждения и устранения этих причин.

6. Изданной организационной и технологической нормативно-технической документацией (НТД) по диагностированию тракторов с нормами выходных, функциональных и ресурсных параметров тракторов, комбайнов, автомобилей, контролируемых стендами, автоматизированным машинотестером и переносными средствами. Издано 25 видов НТД объемом 297,6 п.л. из них 91,45 п.л. соискателя.

7. Переработкой ГОСТ 20793-2009 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание» с упорядочением работ ТО и текущего ремонта, с учетом современных методов организации технического сервиса отечественных и импортных машин, с введением в работы диагностирования экспресс-контроля масел и экспресс-определения остаточного ресурса автотракторных ДВС, а также безразборного ремонта триботехническими составами из естественных и искусственных минералов для существенного увеличения ресурса агрегатов машин.

8. Участием в разработке ГОСТ 17.2.2.02-98, ГОСТ 17.2.2.05-97, ОСТ 10.0060-97, ОСТ 10.0061-97 (с нормативами содержания вредных выбросов в отработавших газах автотракторных дизелей), ГОСТ 26899, МУ 10.16.0001.001 (с нормативами массового, объемного и удельного расхода топлива 34 марок автотракторных дизелей), СТО ГОСНИТИ 11.008-2015 на регенерацию масел.

Достоверность результатов

Достоверность результатов исследований подтверждается соответствующими теоретическими обоснованиями методов и нормативов диагностирования, обширными стендовыми и эксплуатационными испытаниями и внедрением разработанных технологий, стендов, расходомеров топлива и картерных газов, автоматизированного машинотестера, проведением стенда КИ-8948-ГОСНИТИ и расходомеров топлива КИ-8940-ГОСНИТИ, КИ-8943-ГОСНИТИ через Государственные приемочные испытания, аттестацией стенда и расходомеров топлива по высшей категории качества, внесением расходомеров в Госреестр средств измерений, отражением особенностей стенда

КИ-8948-ГОСНИТИ в ГОСТ 26899, разработкой четырех экологических стандартов, ГОСТ 26899, МУ 10.16.0001.001.

Публикации

Основные результаты исследований достаточно полно отражены в 153-х научных публикациях, в том числе в 57 изданиях, рекомендованных перечнем ВАК, в 13 авторских свидетельствах и 9 патентах, в 3-х ГОСТ, в МУ 10.16.0001.001, в двух ОСТ, в 25 технологических рекомендациях, в 7-ми монографиях; 6 статей опубликованы за рубежом.

Общий объем публикаций (без авт. свид. и патентов) составляет 297 п. л., в том числе 91,45 п. л. лично соискателя.

Соответствие содержания диссертации содержанию автореферата

Содержание автореферата по главам и заключению соответствует содержанию диссертационной работы.

Структура и содержание работы

Диссертация в объеме 399 страниц компьютерного текста состоит из введения, семи глав, заключения, цитируемой литературы и 25 приложений. Библиография включает 337 источников, из них 17 источников на иностранных языках, 66 авторских свидетельств СССР и патентов РФ, а также 26 сайтов триботехнических организаций. Непосредственно текст диссертации вместе с библиографией содержит 260 страниц.

Во введении обоснована актуальность комплекса исследований, приведена общая характеристика работы, определена ее цель – разработка методов и технологий стендовых испытаний колесных тракторов, методов и технологий диагностирования составных частей самоходных машин, сформулированы задачи работы для достижения поставленной цели.

В первой главе «Анализ проблемы исследования» проведен ретроспективный показ комплекса проблем диагностирования самоходных машин АПК.

Здесь должное внимание удалено ученым и разработчикам - создателям научного направления в диагностировании машин и соответствующей отрасли инженерного знания, методам и технологиям диагностирования тракторов и автомобилей в нашей стране и за рубежом. Рассмотрены методические и технологические особенности безразборного контроля технического состояния самоходных машин АПК, требования от планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта самоходных машин в нашей стране к методам и технологиям диагностирования машин в АПК.

В этой же главе проведен анализ методов стендовых испытаний колесных машин, методы и средства углубленного контроля их агрегатов: дизелей, гидроприводов, силовых передач, автотракторного электрооборудования, в т.ч. по вибрационным, температурным параметрам, эндоскопией. Рассмотрены перспективы обеспечения автоматизированного контроля диагностических параметров машин.

В устранение упущений ранних технологий ГОСНИТИ проанализированы методы и технологии контроля химмотологических показателей смазочных масел для разработки методов углубленного контроля агрегатов машин, выявления, предупреждения и предотвращения повышенного их изнашивания.

Проведен также анализ возможностей методов повышения ресурса агрегатов машин модификацией масел при ТО машин.

В выводах по главе 1 показаны цель и задачи исследования по созданию и развитию методов стендовых испытаний и диагностирования агрегатов тракторов, комбайнов, грузовых автомобилей в АПК. Показана научная новизна, практическая значимость, научные положения и результаты работы, выносимые на защиту. Материал главы по основным методам и технологиям диагностирования тракторов и автомобилей в нашей стране, за рубежом изложен полно, обстоятельно и представляет научный интерес.

Во второй главе диссертации представлена методология создания методов и средств контроля машин. На ее основе проведены теоретические и прикладные исследования, стендовые и эксплуатационные испытания для разработки методов испытаний колесных тракторов по их выходным параметрам, а также технологий и средств диагностирования машин.

На основе общей методологии разработана частная методика обоснования методов и режимов испытаний, скоростных, силовых и конструктивных параметров комплексных барабанных реверсивных диагностических стендов для колесных тракторов, которая позволила обеспечить:

- совместимость контроля сил тяги в генераторном, а контроля колесных тормозов тракторов в реверсивном двигательном режиме электромашины АКБ-92-8 на стенде;

- устойчивость трактора на стенде при тяговых испытаниях;
- устойчивость трактора на стенде и достоверность тормозных испытаний;
- автономный выезд трактора со стенда при застопоренных его барабанах;
- достаточность применения асинхронной балансирной электромашины с фазным ротором номинальной мощностью 55 кВт, с номинальным крутящим моментом 71,5 кгс.м, максимальной генерируемой мощностью 110 кВт;

- оптимальные режимы контроля тяговых качеств тракторов на повышенных скоростях их движения до двойной синхронной частоты электромашины для исключения ее перегрузки по крутящему моменту, обеспечиваемые оптимальным соотношением диаметра барабанов стенда к диаметру колес тракторов (не менее 0,4 диаметра колес, длина пятна контакта не менее 5 % окружности барабана), а также высоким (8) передаточным числом редуктора от барабанов к электромашине.

Подтверждением корректности разработки метода стендового контроля тяговых и тормозных качеств энергонасыщенных колесных тракторов являются положительные результаты Государственных приемочных испытаний стенда КИ-8948-ГОСНИТИ, аттестация его по высшей категории качества и отражение особенностей стенда в ГОСТ 26899.

Разработаны нормативы контроля основных марок колесных тракторов класса 0,4-5 тс по силе тяги, тормозным силам, тяговой мощности, номинальному расходу дизельного топлива, показателям работы бортового автотракторного электрооборудования.

В третьей главе разработан мониторинг текущего расхода дизельного топлива и бензина автотракторных ДВС многодиапазонными пьезометричес-

кими приборами переменного перепада давления на нестандартных диафрагмах в докритических числах Рейнольдса (авт. свид. № 1654660) Для его обоснования проведены:

- экспериментальное определение диаметров нестандартных диафрагм с входным конусом для расходов дизтоплива на 9-ти диапазонах от 4 до 70 кг/ч;
- селективная калибровка диафрагм для достижения точных показаний расхода (± 1 мм столба дизтоплива в пьезометрах) на всех пределах измерений;
- обоснование перепада давления на диафрагмах во всех диапазонах расхода в 4 кПа (400 мм вод. ст.), а длины шкал - 500 мм;
- выравнивание шкал математическим методом наименьших квадратов;
- задание шероховатости топливопроводов менее 0,16 мкм, т.е. менее размера кластеров молекул топлива для исключения их кавитации и вариации показаний расхода;
- введение воздушного демпфера пульсаций потоков топлива;
- обеспечение низкого гидравлического сопротивления приборов и высокой стабильности нулевых показаний пьезометров;
- калибровка модернизированного расходомера в объемных единицах, что исключает погрешность контроля от вариации плотности, сорта и температуры топлива.

В результате исследований, испытаний и модернизации приборов созданы расходомер дизельного топлива КИ-8940-ГОСНИТИ, а для бензина - КИ-8943-ГОСНИТИ, прошедшие ГПИ, аттестованные по высшей категории качества и внесенные в Госреестр средств измерений за № 10730.

Показателем качества разработки расходомера КИ-8940-ГОСНИТИ является стабильность в 4-5-м знаке величин нестандартного коэффициентов расхода в формуле зависимости расхода от перепада давления на диафрагмах прибора.

Расходомер КИ-8940-ГОСНИТИ модернизирован и проведены приемочные испытания приборов: КИ-8940М-ГОСНИТИ (1-10 и 5-20 кг/ч, погрешность $\pm 1,5\%$), переносный расходомер КИ-8940У-ГОСНИТИ с емкостью на 3 л, переносный расходомер КИ-8955-ГОСНИТИ (ТУ 70.0001.846-82, 1-12, 5-40 и 10-65 кг/ч, погрешность $\pm 2\%$).

Для бестормозного метода определения эффективной мощности и топливной экономичности дизелей по к.т.н. Бельских В.И. разработано МУ 10.16.0001.001, где приведены нормативы массовых, объемных и удельных значений расхода топлива для 20 марок тракторных, 7 - комбайновых и 7 - марок автомобильных дизелей.

Разработаны также более точные расходомеры: дизельного топлива КИ-8982-ГОСНИТИ (2-10, 5-30 и 20-60 кг/ч, погрешность $\pm 2\%$), бензина - КИ-8982-01-ГОСНИТИ (1-5, 3-20 и 10-40 кг/ч, погрешности $\pm 2\%$). При ГПИ эти расходомеры представлены на высшую категорию качества.

В главе 4 изложено обоснование метода экспресс-оценки остаточного ресурса и технологий контроля цилиндрапоршневой группы (ЦПГ) автотракторных ДВС.

Реализацией требований расходометрии по перепаду давления на сужающем устройстве, уточнением методов контроля, разработкой опытных

образцов приборов, их лабораторными и эксплуатационными испытаниями и дальнейшим совершенствованием создан расходомер картерных газов КИ-13671-ГОСНИТИ. Прибор проведен через ведомственные приемочные испытания, изготовлен в количестве 30,2 тыс. шт. и по комплексу качеств среди 30 средств диагностики ГОСНИТИ поставлен практиками на 3-е место.

Более методически корректный и более точный расходомер КИ-17999-ГОСНИТИ разработан на основе дальнейших исследований и защищен авт. свид. № 1589090 и 1763928. А комплекс исследований расхода картерных газов тракторных дизелей позволил установить корреляционную зависимость их номинальных, допускаемых и предельных значений от эффективной мощности дизелей. На этом основании определены нормативы ресурсного параметра основных тракторных, комбайновых и автомобильных дизелей.

Теоретически обоснован метод учета неконтролируемых утечек газов и расчета истинного значения расхода по результатам измерений расхода газов при двух перепадах давления в расходомере. Метод защищен патентом № 2266524.

Здесь же приведено обоснование нормативов компрессии в ЦПГ по ее зависимости от степени диабатического сжатия двухатомных газов и доли утечек воздуха из камеры сгорания, а также обоснован метод экспресс-оценки остаточного ресурса ЦПГ автотракторных ДВС по корреляционной взаимозависимости вакуума остаточного от компрессии в цилиндрах. Метод защищен патентами РФ № 2479830 и № 2479831.

В пятой главе приведена разработка системы автоматизированной оценки диагностических параметров (ПРМ) машин АПК по: давлению масел, топлива, воздуха; вибоакустики клапанов ГРМ, форсунок, секций ТНВД, силовых передач; расходу топлива ДВС в режиме «разгона»; угловому ускорению коленвала, как динамики крутящего момента ДВС, работы регулятора ТНВД; напряжению в АТЭ.

Для обеспечения автоматизации контроля ПРМ машин выполнено:

1. Измерения, анализ, систематизация и нормирование статических и динамических величин ПРМ агрегатов машин отечественными и импортными средствами диагностики. При этом по проф. Крауспу В.Р. учитывали ценность диагностической информации для проведения ТО машин и управления их надежностью, достаточность информации для выявления причин неисправностей, методическую достоверность ПРМ, реальные погрешности измерений и возможные помехи, которые должны быть на порядок меньше разрешающей способности контроля.

2. Анализ и обобщение методов и средств контроля динамических процессов в системах топливоподачи от 6-ти их разработчиков.

3. Анализ и обобщение виброакустических методов и средств контроля ЦПГ, КШМ, ГРМ, выполненных в СибВИМ, ЛСХИ, ГОСНИТИ, СКБ «Диагностика» и др.

4. Анализ полуавтоматизированных систем «Урожай-1Т», КИ-13940-ГОСНИТИ.

5. Разработка типовых графиков диагностических сигналов:

- давления масла, топлива, жидкостей, воздуха в дизеле, гидроприводах навесного механизма (НМ), рулевом управлении (РУ), ГСТ комбайнов, пневмосистеме тормозов тракторов и автомобилей в развертках по времени, углу поворота и частоте вращения коленчатого вала дизелей;
- углового ускорения коленвала ДВС в развертке по частоте вращения;
- вибросигналов ГРМ, КШМ, ЦПГ, форсунок, ТНВД, силовых передач;
- динамики расхода топлива (0,9-90 л/ч) с датчиков расхода ТДРМ-1, ТДРМ-3;
- постоянного и пульсирующего напряжения в АТЭ машин.

6. Обоснование форм разверток осциллографм диагностиических сигналов.

7. Обоснование диапазонов измерения ПРМ.

С учетом изложенного основные методы и приемы автоматизированного получения и обработки диагностических сигналов были заданы в ТЗ на автоматизированный машинотестер (АМТ). Задана наглядность, оперативность оценки и регистрации ПРМ, а также погрешности измерений.

Реализация требований ТЗ отражена в программах автоматизированного контроля до 63-х ПРМ с нормативами их амплитуд, динамики, длительности процессов, фазовых величин по 13 маркам машин, включая любые тракторы, комбайны, грузовые автомобили.

В АМТ впервые реализовано измерение и отображение: углового ускорения коленвала с усреднением пиковых значений приемом, предложенным диссертантом; ускорений и замедлений коленвала для отдельных цилиндров в разгоне и выбеге; коэффициента вариации вибросигнала по 178 точкам осциллографм, как новый ПРМ стабильности ударной работы узлов; скорости нарастания и спада давления жидкостей и газов; разность двух ПРМ, их отношение, уменьшение в заданном времени; три развертки осциллографм.

В целом АМТ повышает глубину, достоверность, точность и оперативность измерений. В нем впервые (кроме топливной аппаратуры) сделан переход от контроля случайных дискретных значений неэлектрических ПРМ к контролю по характеру и параметрам функций диагностических сигналов.

По проведенным испытаниям и внедрению 9-ти АМТ разработаны номенклатура, нормативы ПРМ и Руководства по организации и технологии автоматизированного диагностирования тракторов К-710, К-701М, К-701, К-700А, Т-150К, ЮМЗ-6Л, МТЗ-80/82(Л), МТЗ-50/52, Т-40М, Т-4А, ДТ-75, ДТ-75М, комбайнов Дон-1500, СК-5, СК-6, КСК-100, КПС-5Г, а также автомобилей МАЗ, КамАЗ-5320, КамАЗ-5410, КамАЗ-5511, БелАЗ (дизели 8РА4V-185, 6ДМ-21А, 8ДМ-21А), автобусов Икарус-260 с дизелем D2156 RABA MAN и ЛиАЗ-5256 с дизелем КамАЗ-740.

Схемотехника АМТ и опыт его испытаний использованы для разработки портативных микропроцессорных СТД: микропроцессорный тестер КИ-5888-ГОСНИТИ; электронный индикатор параметров дизелей КИ-13966-ГОСНИТИ; электронный измеритель расхода топлива КИ-13967М-ГОСНИТИ, награжденный дипломом выставки «ИР-88»; 3 прибора контроля дисбаланса ДВС и роторов комбайнов.

Проведенными исследованиями созданы предпосылки для автоматизации контроля комплекса ПРМ основных узлов и систем самоходных с.-х. машин и автомобилей с дизелями по неэлектрическим ПРМ. Технологии контроля, схемотехника АМТ предложены к использованию в дистанционном полевом мониторинге машин АПК с помощью систем ГЛОНАСС/GPS по комплексу 10 ПРМ.

В шестой главе изложено обоснование комплексной технологии химмотологии и спектрального анализа моторных масел, а по их результатам - углубленного диагностирования агрегатов, т.к. показатели масел – это важнейшие ПРМ, предупреждающие о неисправностях, ухудшении функционирования, позволяющие оптимизировать периодичность, объем ТО, повышать надежность, ресурс, снижать затраты на техническую эксплуатацию машин.

В главе разработаны экспресс-метод контроля ЩЧ для инженерных служб АПК, системный экспресс-контроль масел «капельной пробой» (патент № 2563206), выработана 6-ти балльная экспресс-оценка диспергирующе-стабилизирующих свойств (ДСС) на фильтровальной бумаге при естественном старении, обводнении масел, перегреве ДВС, а также обоснована формула расчета ДСС.

Проведена адаптация стандартных методов и приемов контроля рабочих показателей моторных масел, совмещены приемы контроля обводненности и разжижения топливом, загрязненности и моющих свойств масел для встраивания их в единую технологию, пригодную для практического применения инженерными службами АПК. Обоснованы нормативы контроля и разработана комплексная технология спектрального и химмотологического контроля масел для углубленного контроля ДВС по показателям рабочих свойств масел и содержанию в них металлов и кремния. Технология направлена на выявление причин повышенного изнашивания и неисправностей ДВС, в ней приведена методика назначения работ ТО и ТР не только для выявления и устранения причин ненормального состояния ДВС и их масел, но и для их предотвращения.

Триботехническими исследованиями подтверждено повышение антифрикционных свойств масел вводом в них разработанных диссертантом трибосоставов и электрического заряда: при испытаниях диссертантом коэффициент трения пары «палец-диск» на трибометре TRB-S-DE снижался с 0,075-0,080 к 0,037, износ пары – в 3,5 раза, а расход топлива на автомобиле ВАЗ-2131М на 3-9 %, на автомобиле Хундай АХ 35 с 9,5 до 7,1 л/100 км.

По статистике показателей работы и неисправностей 65 грузовых автомобилей и более 100 других машин, по содержанию работ их ТО и ремонта, по литературным данным обоснованы нормативы и в 2006 г. разработана и утверждена в установленном порядке детальная технология спектрального анализа масел автотракторных дизелей.

Установлены основные факторы постепенной естественной и внезапной потери рабочих свойств масел, введенные в математическую модель динамики концентрации металлов в работавших маслах, факторы нормирования концентраций металлов и рабочих параметров масел в ДВС. Для оптимального использования масел и углубления диагностирования тракторов и самоходных с.-х. машин в переработанный диссертантом ГОСТ 20793 введены экспресс-контроль масел по «капельной пробе».

Проведенная работа позволяет выполнить в диагностировании самоходных машин АПК переход от констатации технического состояния и прогнозирования неуправляемой динамики изнашивания к активному воздействию на узлы трения с целью предупреждения и предотвращения их повышенного изнашивания, а также к повышению ресурса агрегатов машин трибосоставами и электрическим воздействием на масла.

В главе 7 рассмотрены современное состояние парка машин АПК, организации его ТО, ремонта и соответствующие задачи инженерной службы АПК.

При современном состоянии инженерной службы АПК для рядовых сельскохозяйственных предприятий предложено, не дублируя органолептику, развивать только самые необходимые и не сложные средства диагностики для выявления причин повышенного изнашивания и неисправностей агрегатов, контроля их защитных систем, индикаторов свойств и загрязненности масел, ресурсных и топливно-энергетических параметров дизелей методами дистанционного контроля. Для сервисных предприятий предложены простые электронные приборы с накладными датчиками.

Из анализа состояния ослабленной инженерной службы АПК обоснована необходимость адаптации к ней технологий, оборудования и методов организации диагностирования, ТО и ТР. При этом предложено:

- уменьшить периодичность, расширить содержание ТО и ТР и акцентировать их на защиту агрегатов от загрязнения, обводнения, разрегулировок, перегрева, ускоренного изнашивания и аварий, неправильного использования масел,
- узаконить применение органолептики по качественным признакам, хромотографического экспресс-контроля масел по «капельной пробе»,
- широко использовать ремонтно-восстановительные трибосоставы для существенного повышения ресурса и работоспособности изношенных агрегатов.

Для реализации наработок доктором наук переработан ГОСТ 20793 на ТО МТП. В нем оптимизированы периодичность, содержание ТО и ТР, работ по защите агрегатов от загрязнения, обводнения, ускоренного изнашивания с устранением причин неисправностей. Рекомендованы экспресс-контроль масел, экспресс-оценка остаточного ресурса ДВС и «безразборный ремонт».

Рассмотрено также развитие автоматизированного диагностирования через бортовые системы и мониторинг машин средствами ГЛОНАСС/GPS.

В плане ресурсосбережения при использовании диагностирования машин в АПК показано, что обоснованная в работе система методов, средств, нормативов для регламентного и заявочного выходного, функционального и ресурсного диагностирования агрегатов тракторов, а также контроля их масел способствует: уменьшению в 1,5 раза числа отказов и ремонтов машин; повышению межремонтного ресурса ДВС от 25 % до – двух раз; уменьшению расхода ТСМ и дымности ОГ - на 10-12 %; повышению мощности ДВС и производительности МТП на 10-20 %, а в целом снижению эксплуатационных затрат на 25 – 30 %. Расчетный годовой экономический эффект на энергонасыщенный трактор составляет не менее 5 тыс. руб.

Диагностирование, назначая обслуживание и ремонт МТП по фактической потребности, обеспечивает и ресурсосбережение по таким направлениям:

- заметное уменьшение затрат труда, запасных частей и материалов на устранение отказов и неисправностей машин в эксплуатации, на ремонты и ТО,
- уменьшение изнашивания и максимальное использование ресурса машин,
- экономии топливо-смазочные материалы,
- исключение аварий и ДТП машин по техническим причинам,
- уменьшение недобора и потерь с.-х. продукции.

В итоге приведены данные об экономической эффективности применения разработанных доктором методов испытаний, контроля и диагностических средств, а также от внедрения переработанного ГОСТ 20793. По расчетам отдела ОТЭР ГОСНИТИ экономия составляет: на один разработанный комплект средств диагностики (СТД) – 73,131 тыс. руб.; на годовой выпуск СТД в ценах 1990 г. - 45,911 млн. руб., а предполагаемая в ценах 2015 г. – около 460 млн. руб.

В современных условиях реализация в технической эксплуатации МТП АПК РФ результатов диагностирования в плане ресурсосбережения позволяет экономить запасных частей и ТСМ не менее чем на 5 млрд. руб. в год.

В ЗАКЛЮЧЕНИИ приведены основные результаты докторской работы. Они характеризуются целостностью, логической последовательностью, отражают результаты исследований и доказывают выполнение поставленных задач.

Первый вывод достоверен, т.к. подкреплен выполненными доктором разработками методов, технологий и большого количества выпущенных из производства средств испытаний и контроля агрегатов тракторов, автомобилей комбайнов, внедренных в АПК и на автомобильном транспорте.

Второй вывод достоверен, обладает необходимой научной новизной и подтверждается производством 1358 стендов диагностических для колесных тракторов КИ-8927-ГОСНИТИ и КИ-8948-ГОСНИТИ, последний из которых прошел государственные приемочные испытания, аттестован по высшей категории качества и отображен в ГОСТ 26899. На стенде КИ-8927-ГОСНИТИ апробировано диагностирование всех колесных тракторов, для них обоснован комплекс нормативных значений сил тяги, тормозных сил, расхода топлива и показателей работы бортового электрооборудования.

Третий вывод достоверен и подтвержден государственными приемочными испытаниями четырех расходомеров топлива (авт. свид. № 1654660), два из которых аттестованы по высшей категории качества и внесены в Госреестр средств измерений за № 10730, два других представлены к высшей категории качества.

Четвертый вывод достоверен и подтвержден методическими указаниями МУ 10.16.0001.001, утвержденными вышестоящей организацией.

Пятый вывод достоверен, основан на большом объеме диагностических данных, его добротность подтверждена патентами № 2479830, 2479831.

Шестой вывод достоверен и подтвержден теоретическими и экспериментальными исследованиями расходометрии картерных газов, выпуском 30400 шт. двух моделей расходомеров газов (КИ-13671-ГОСНИТИ, КИ-17999-ГОСНИТИ по авт. свид. № 1589090, 1763928), получивших высшую

оценку из всех средств диагностики ГОСНИТИ) и подкреплен методом контроля по патенту № 2266524.

Седьмой вывод достоверен и основан на статистике стендовых и эксплуатационных испытаний тракторных дизелей, подкреплен методикой оптимизации допускаемых значений ресурсного параметра ЦПГ основных марок автотракторных дизелей по теории управления надежностью с.-х. машин, а также приведенными в двух изданиях технологий диагностирования колесных тракторов конкретными нормативами.

Восьмой вывод достоверен, основан на апробированных осцилограммах комплекса до 63-х диагностических параметров 10-ти марок тракторов, 3-х марок комбайнов, шести марок автомобилей с помощью 26 машинотестеров КИ-13950-ГОСНИТИ. Достоверность автоматизированного контроля ПРМ машин подтверждена на 18 предприятиях АПК, в институте горного дела им. А.А. Скочинского, на 4-х предприятиях автотранспорта, в НТЦ ПО «КамАЗ», а также в Санкт-Петербургской академии тыла и транспорта МО РФ.

Девятый вывод достоверен и подкреплен изданиями двух технологических руководств по автоматизированному контролю диагностических параметров основных марок с.-х. тракторов и трех марок комбайнов.

Десятый вывод достоверен и доказывается разработкой диссертантом ремонтно-восстановительного трибосостава «Сарановский», высокая эффективность которого, а также электризации масел показаны им испытаниями на трибометре TRB-S-DE Швейцарской фирмы CSM Instruments.

Одиннадцатый вывод достоверен, основывается на утвержденной в установленном порядке технологии спектрального анализа моторных масел, апробированной 12700 анализами 17 марок масел по 15 показателям с оптимизированными спектральными нормативами состояния моторных и трансмиссионных масел автотракторной техники с учетом оптимизированных химмотологических показателей масел. Результатом методических и практических работ соискателя является повышение среднего срока службы масел М-14В₂ с 250 до 650 ч, масел класса СС и СF-4 до 850 ч и максимально до 1250 ч, дизелей 8ДМ-21А с 17-23 тыс. ч до 27 тыс. ч, а дизелей Cummins KTA 19, 38 и 50 до 65 тыс. ч.

Двенадцатый вывод достоверен, подтверждается отправленной в Госстандарт переработанной диссидентом редакцией ГОСТ 20793-2009.

Тринадцатый вывод достоверен и подтверждается 60-летней практикой использования диагностирования МТП АПК, отмеченной, например, в НАТИ, ЛСХИ, ВИМ, ГОСНИТИ, на многих предприятиях инженерной службы АПК.

Четырнадцатый вывод достоверен и подтверждается практикой небольшого производства средств диагностики лабораторией № 14 ФГБНУ ГОСНИТИ.

Пятнадцатый вывод достоверен и подтверждается Актами расчетов технико-экономической эффективности разработок диссидентата, выполненных в отделе ОТЭР ЦОКТБ ГОСНИТИ.

Шестнадцатый вывод достоверен и подтверждается разработкой в лаборатории № 13 ФГБНУ ГОСНИТИ технологии и средств дистанционного мониторинга с.-х. тракторов с использованием средств ГЛОНАСС/GPS.

Замечания по диссертации

1. Формулировка темы является общей.

2. Автор неправомерно утверждает, что им разработана общая методология стендовых испытаний тракторов и контроля технического состояния самоходных с.-х. машин. На самом деле он ограничился только содержательным описанием приемов и режимов испытаний основных агрегатов и систем тракторов. Отсутствует общетеоретическая постановка проблемы в формализованном виде с построением математической модели общей проблемы современного технического состояния самоходных машин. Даже по имеющимся статистическим данным автор не сделал выбор приоритетных видов отказов техники, что послужило бы обоснованием актуальности разрабатываемых стендов.

Без этого все методические разработки автора по отдельным узлам и агрегатам машин выглядят как частные, независимые друг от друга. Как они влияют на решение общей проблемы улучшения технического состояния парка машин не ясно.

3. Вне внимания автора остались отказы и соответственно методы их устранения таких важных узлов и агрегатов мобильных машин, как механизмы управления, электротехническое оборудование, элементы силовых передач, ходовой части и т.п.

4. Сформулированная автором научная новизна исследований требует разъяснений, так как мало содержит обязательных при этом ссылок на получение новых закономерностей, свойств, концептуальных положений, методологических приемов и т.п.

Если на научную новизну претендует какой-то новый метод, то прежде чем утверждать его «достоверность, оперативность, глубину разработки» нужно четко указать его особенности, раскрыть его суть в сравнении с аналогами, и т.д.

Это касается многих пунктов научной новизны на стр. 3-4 автореферата.

5. В работе не сформулирована рабочая гипотеза исследований. В работе важно не только описать, что сделал автор, но и пояснить первоначальную исходную мысль, для чего все было сделано. Так и не ясно то обилие стендов, рекомендаций и т.п., которые разработал и внедрил автор, улучшили техническое состояние мобильной машин в АПК хозяйств, района, области или вообще где-либо? Пояснений нет, хотя в названии работы некоторая заявка на всеобщность разработок автора сделана.

Однако рабочей гипотезы нет и в выводах по работе.

6. Автор претендует на разработку научных основ стендового контроля тормозных качеств колесных тракторов, но четкого, по пунктам изложения этих основ в работе не найдено. Поэтому не ясно – какие это научные принципы или может новая последовательность каких-то известных операций.

Заключение

Оценивая диссертационную работу в целом, следует отметить, что она является законченной научно-квалификационной работой применительно к проблеме технической эксплуатации самоходных машин в АПК.

Представленная работа соискателя значима, внесла весомый вклад в обоснование методов и разработку технических средств, необходимых для контроля технического состояния самоходных машин АПК при их техническом обслуживании, в повышении их надежности и срока службы, в безопасности движения и экономичности использования, а поэтому заслуживает положительной оценки.

В работе недостаточный уровень фундаментальных исследований компенсируется широкими прикладными исследованиями, широким внедрением методов и средств испытаний и диагностики, их высокой практической полезностью, в т.ч.:

- комплексом прикладных исследований по стендовому, приборному неавтоматизированному и автоматизированному диагностированию, а также в химмотологии и спектральном анализе моторных и трансмиссионных масел;
- разработкой трех экспресс-методов контроля;
- теоретическим обоснованием номинальных, допускаемых и предельных значений по 8 номенклатурам диагностических параметров;
- самого большого в диагностировании МТП АПК объема разработок, производства и внедрения стендов (1358 ед.), расходомеров дизельного топлива и бензина автотракторных ДВС (5300 шт.), средств их ресурсного диагностирования (30,4 тыс. шт.), автоматизированных машинотестеров (26 ед.);
- разработкой 25 изданных нормативно-технических документов по организации и технологии диагностирования машин АПК объемом 297 п.л., а также семью монографиями;
- переработкой ГОСТ 20793-2009 с учетом современного состояния МТП АПК, его инженерной службы, позволяющей адаптировать организацию и технологии ТО машин к современным условиям технической эксплуатации отечественных и импортных машин, а также выполнить переход в диагностировании от констатации технического состояния и прогнозирования неуправляемой динамики изнашивания к воздействиям для предупреждения и предотвращения повышенного изнашивания, аварийных отказов и повышения ресурса агрегатов трибосоставами и электрическим воздействием на масла.

Наработками соискателя была полностью удовлетворена потребность служб технической эксплуатации тракторов в нашей стране в нормативно-технической документации, в средствах выходного, ресурсного и функционального контроля агрегатов тракторов, автомобилей в АПК.

Разработки автора кроме АПК внедрены на четырех автотранспортных предприятиях г. Москвы, в НТЦ ПО «КамАЗ», в институте горного дела им. А.А. Скочинского и в нескольких других организациях.

Выполненная работа соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования РФ и ее автор Дунаев Анатолий Васильевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора

технических наук по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства по пунктам 10 и 11 паспорта этой специальности.

Диссертация и отзыв на диссертацию рассмотрены и одобрены на заседании секции Ученого Совета Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» (ФГБНУ ВИМ) 16 февраля 2016 г., протокол № 1.

Председатель заседания, Заместитель председателя
Секции Ученого совета,
заведующий отделом мобильных энергетических
средств растениеводства ФГБНУ ВИМ,
кандидат технических наук

В.Г. Шевцов

Члены секции ученого совета:

Заведующий лабораторией двигателей и
применения альтернативных топлив ФГБНУ ВИМ,
доктор технических наук, профессор

Г.С. Савельев

Заведующий отделом механизации уборки
зерновых культур ФГБНУ ВИМ,
доктор технических наук, профессор

Э.В. Жалнин

Секретарь заседания, заведующий отделом
транспорта и механизации погрузочных работ
ФГБНУ ВИМ, доктор технических наук

Н.Е. Евтюшенков