

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и

Международной деятельности,

кандидат технических наук, доцент

А.Ю. Алтухов



«09» октября 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» на диссертационную работу Родичева Алексея Юрьевича на тему «Увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирующих подвесок», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности

2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

Актуальность темы диссертационного исследования

Ключевой научно-практической задачей в области надежности грузовых автомобилей является обеспечение ресурсного равенства их критически важных элементов, в частности, подшипников скольжения балансирующей подвески, функционирующих в условиях экстремальных многокомпонентных динамических нагрузок. Особенность работы данных узлов связана со сложным комбинированным характером относительного движения контактирующих поверхностей при вертикальных, продольных и поперечных колебаниях в смазочной среде, что обуславливает необходимость комплексного решения гидродинамической и контактной задач. Анализ современного состояния исследований выявил дефицит комплексных теоретических и экспериментальных работ, посвященных изучению смазочных процессов, несущей способности и долговечности подобных подшипников в условиях многокомпонентных динамических воздействий. Недостаточная проработанность механизмов

изнашивания, методов повышения ресурса и инструментария для прогнозирования состояния узлов в процессе технического обслуживания определяет необходимость разработки новых научных подходов и практических решений. Разработка методов и технологий повышения износостойкости подшипников скольжения балансирной подвески направлена на удовлетворение практической потребности в увеличении межремонтных интервалов и снижении эксплуатационных затрат, что соответствует приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития и Перечня критических технологий Российской Федерации, включающих совершенствование транспортных систем и переход к передовым научноемким технологиям, в том числе на основе методов машинного обучения и новых конструкторских решений.

В связи с вышеизложенным, тема диссертации является актуальной.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Диссертация изложена на 384 страницах машинописного текста и включает в себя 15 таблиц и 151 рисунок, библиографический список из 281 наименований отечественных и зарубежных авторов и 11 приложений. Автореферат содержит 44 страницы, включая 20 рисунков и список опубликованных работ автора.

Во введении раскрывается тема исследования, обосновывается её актуальность и необходимость увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирных подвесок. Объективно формируются цель и задачи, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе посредством анализа эксплуатационных характеристик подвесок грузовых автомобилей установлена корреляционная зависимость между нарушениями регламентов технического обслуживания и снижением показателей надежности, увеличением продолжительности простоев и повышением рисков безопасности. Эмпирически доказано, что сокращение ресурса обусловлено нарушениями технологических норм ремонта и низким качеством обслуживания. Подвеска идентифицирована как критический узел с высокой повторяемостью

отказов, где доминирующим дефектом является изнашивание подшипников скольжения, выступающее основной причиной возникновения люфтов, ухудшения управляемости и развития вторичных повреждений. Разработана комплексная методика оценки износа, включающая анализ дефектов рабочих поверхностей, классификацию по типам и условиям эксплуатации, статистическую обработку данных с применением критерия Колмогорова–Смирнова и непараметрического Bootstrapping для построения прогнозных моделей. Экспериментально выявлена выраженная пространственная неоднородность износа внутренней поверхности подшипников, позволившая классифицировать эксплуатационные режимы по трем группам в зависимости от интенсивности воздействий. На основе анализа параметров изнашивания сформулирована концепция функционального тюнинга, интегрирующая применение биметаллических подшипников, нанесение твердосмазочных антифрикционных покрытий и внедрение систем предиктивной диагностики для мониторинга состояния в реальном времени. Полученные результаты определили цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе разработана комплексная методика анализа и прогнозирования ресурса подшипников скольжения балансирной подвески грузового автомобиля. На основе модифицированного уравнения Рейнольдса выполнено моделирование гидродинамических характеристик, установившее зависимость несущей способности от радиального зазора, эксцентрикитета и угловой скорости. Расчеты подтвердили наличие смешанного режима трения с переходом к гидродинамическому режиму при комбинированном воздействии тангенциального сдвига и радиального сжатия смазочного слоя. Для оценки износа применена модифицированная модель Арчарда с коэффициентом дорожного полотна (Кдор), интегрирующим тип покрытия и эксплуатационные нагрузки. Анализ выявил возрастание скорости изнашивания при росте скорости, нагрузки и Кдор, с снижением ресурса с 94292 км на шоссе до 22124 км на сложных покрытиях. Разработана предиктивная нейросетевая модель на основе многослойного перцептрона с топологией 3-32-16-8-1, аппроксимирующая зависимость модели Арчарда. Применение функций активации LeakyReLU и потерь SmoothL1Loss обеспечило сходимость алгоритма после 800 эпох.

Выходные данные модели, представляющие остаточный ресурс и скорость изнашивания, подвергнуты линейной коррекции для учета установившегося режима эксплуатации. Методика позволяет осуществлять комплексную оценку долговечности узла с учетом динамических факторов и варьирующихся условий нагружения. Полученные результаты формируют основу для системы предиктивного обслуживания подшипникового узла.

В третьей главе исследовано применение биметаллических подшипников скольжения с антифрикционным покрытием ПР-БрАЖНМц 8,5-1,5-5-1,5 в балансирной подвеске грузового автомобиля. Разработан комплекс методов повышения адгезионной прочности покрытия к стальной основе. Первый метод основан на формировании резьбового микрорельефа (шаг 3 мм) с последующим сетчатым накатыванием, что увеличило прочность сцепления до 64,5 МПа. Второй метод предполагает нанесение никельсодержащего термореагирующего подслоя (ПГ-Ю5-Н), повышающего адгезию на 12,5%. Третий метод включает послойное пластическое деформирование покрытия, обеспечившее прирост микротвердости на 8-20%. Комбинирование методов с оптимизацией параметров (угол напыления $\beta=+7^\circ$, шаг ролика 1,6 мм) позволило достичь прочности сцепления 77,4 МПа. Эксплуатационные испытания подтвердили увеличение ресурса подшипников на 60-80% и экономический эффект 8650 руб. на грузовой автомобиль.

В четвертой главе исследован процесс формирования твердосмазочных антифрикционных покрытий для подшипников балансирной подвески, представляющих перспективную альтернативу традиционным биметаллическим решениям. Получено уравнение зависимости прочности сцепления от геометрических параметров поверхности для твердосмазочного антифрикционного покрытия. Экспериментально установлены оптимальные режимы нанесения твердосмазочного покрытия: дистанция 180-200 мм, давление 3 атм, угол 90° , обеспечивающие стабильное формирование покрытий Molykote 3402 С LF и MODENGY 1003 с минимальной дефектностью. Комплексный микроструктурный анализ методами АСМ, СЭМ и ИК-спектроскопии доказал, что формирование функционального слоя требует минимум трех нанесений с суммарной толщиной ≥ 15 мкм для обеспечения требуемых барьерных свойств.

Регрессионный анализ выявил доминирующее влияние дистанции распыления и шероховатости подложки на адгезионную прочность, при этом максимальные значения 4,85 МПа достигаются при $R_a=0,8$ мкм. Сравнительные испытания по ГОСТ 27890-88 показали существенное превосходство покрытия MODENGY 1003 с прочностью сцепления 8,3 МПа, что на 47-73% выше коммерческих аналогов. Трибологические испытания в условиях циклических нагрузок подтвердили значительное улучшение эксплуатационных характеристик: время выбега ротора с покрытием MODENGY составило 11,5 с, что на 57% выше базового образца из бронзы БрОФ10-1. Металлографический анализ выявил механизм формирования адаптивного трибослоя с уменьшением шероховатости на 85-90% за счет консолидации мелкодисперсных частиц и заполнения микропор. Установлен эффект начального уплотнения покрытия с уменьшением толщины на 20-30% в процессе приработки, требующий соответствующего корректирования технологических параметров напыления. Эксплуатационные испытания демонстрируют повышение ресурса подшипников на 55-62% при пробеге 30 тыс. км с экономическим эффектом 2514 руб. на один грузовой автомобиль, что подтверждает целесообразность внедрения разработанной технологии.

В пятой главе разработана комплексная система мониторинга подшипников скольжения, интегрирующая аппаратные и алгоритмические решения для предиктивной диагностики. Предложены четыре метода контроля: дискретные датчики предельного износа, многопозиционные сенсоры поэтапной оценки, измерение параметров электрических цепей и нейросетевое прогнозирование на основе машинного обучения. Созданы и запатентованы экспериментальные образцы подшипниковых узлов с встроенными датчиками, обеспечивающие синхронизацию с бортовыми системами транспортного средства. Разработана технология изготовления подшипников с интегрированной диагностической системой, сохраняющей функциональность при эксплуатационных нагрузках. Для обработки данных реализованы программные комплексы, осуществляющие сбор, хранение и анализ информации в реальном времени. Экспериментальные исследования проводились с использованием трех синхронизированных систем мониторинга: на базе микрокомпьютера Raspberry Pi, беспроводной сети на базе

ESP32 и тепловизорной съемки. Нейросетевая обработка данных позволила выявлять аномалии и прогнозировать состояние узла с возможностью удаленного доступа через облачный интерфейс. Результаты испытаний подтвердили согласованность показаний всех систем и воспроизводимость результатов при моделировании различных режимов нагружения. Разработанная система обеспечивает непрерывный контроль состояния подшипникового узла с оценкой остаточного ресурса, что позволяет повысить надежность и безопасность эксплуатации балансирной подвески.

В заключении изложены основные итоги и результаты выполненного исследования.

Диссертационная работа является завершенной и оформленной в соответствии с предъявляемыми требованиями. Содержание и структура диссертации соответствует поставленной цели и критерию внутреннего единства. Выдвигаемые соискателем теоретические и методологические положения, а также сформированные выводы и предложения, как результаты исследования, являются обоснованными, новыми и значимыми для науки и практики.

Содержание автореферата соответствует требованиям ВАК РФ и отражает результаты выполненных исследований, раскрывает основные идеи и выводы, сформулированные в диссертации.

Научная новизна

Анализ материала, изложенного в диссертации Родичева Алексея Юрьевича, позволил сделать вывод, что в ней содержатся новые научные разработки:

1. Установлены режимы смазки сложно нагруженного подшипника скольжения балансирной подвески грузового автомобиля, работающего в условиях возвратно-вращательного режима работы, определены: поля давлений, минимальная толщина смазочного слоя, грузоподъемность, моменты трения и потери мощности на основе оригинальной методики, заключающейся в реализации математической, алгоритмической и программной модели.

2. На основе моделирования выявлено определяющее влияние эффекта гидродинамического сдавливания смазочной пленки на величину несущей

способности и формирование режима смазки в подшипнике скольжения балансирной подвески грузового автомобиля. Установлено, что в данных подшипниках существует принципиальная возможность реализации гидродинамического режима смазки на отдельных этапах движения. Теоретически обосновано, что данный режим, характеризующийся отсутствием контактного взаимодействия опорных поверхностей подшипника скольжения и оси балансира, реализуем при определенном сочетании геометрических, кинематических и силовых параметров в установленных диапазонах.

3. Установлены теоретические зависимости скорости изнашивания опорной поверхности подшипника скольжения башмака балансира грузового автомобиля от скорости движения транспортного средства и состояния дорожного полотна на основе оригинальной модифицированной методики оценки ресурса подшипника скольжения балансирной подвески с использованием уравнения Арчарда с введенным в него коэффициентом дорожного полотна и экспериментально уточненным безразмерным коэффициентом износа.

4. На основе оригинального комплекса методов, направленных на повышение прочности сцепления антифрикционного покрытия подшипника скольжения балансирной подвески грузового автомобиля в процессе ТО и ТР, формирование структуры, выбор оптимального состава модifikаторов и технологических режимов, установлено, что рациональный выбор технологических параметров (расстояние, давление, угол нанесения покрытия) увеличивает прочность сцепления антифрикционных покрытий с основой не более 4 %, доказана эффективность использования термореагирующих порошков в качестве подслоя в составе антифрикционного покрытия, обеспечивающая увеличение прочности сцепления с основой не более 12,5 %, выявлено, что послойное деформирование материала сопровождается упрочнением структуры: микротвердость поверхности возрастает как в приконтактной зоне, так и в глубинных слоях, при этом происходит увеличение прочности сцепления антифрикционного покрытия с основой не более 7 %. Установлено, что применение полного комплекса методов увеличивает прочность сцепления антифрикционного покрытия с основанием не более чем на 20 %.

Теоретическая значимость

Теоретическая значимость полученных в диссертации научных результатов заключается в выявлении закономерностей работы сложно нагруженных подшипников скольжения балансирующих подвесок грузовых автомобилей, функционирующих в условиях сложного возвратно-вращательного движения элементов трибосопряжения, жидкостной и граничной смазки с относительно неподвижной опорной осью и качающимся при колебаниях автомобиля подшипником скольжения; разработке физических основ новых методов нанесения износостойких антифрикционных покрытий и доказательстве возможностей повышения их прочности сцепления с основой; формировании комплексной методологии предиктивной аналитики подшипников скольжения для расчета остаточного ресурса и планирования сроков технического обслуживания.

Практическая значимость

Практическая значимость работы заключается в разработке, апробации и внедрении новых технических и технологических решений, подтвержденных патентами, программами ЭВМ, базами данных; в прикладном характере результатов исследований, которые используются на предприятиях по эксплуатации, производству и ремонту грузовых автомобилей.

1. Разработана, апробирована и внедрена методика расчета ресурса подшипников скольжения балансирующих подвесок грузовых автомобилей (Свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ: 2021680059 РФ и 2024612989 РФ), имеющая высокую практическую значимость (акты внедрения: автобаза № 9 ФАО «Орелдорстрой» г. Орла от 19 декабря 2024 г.; ООО «АПК Юность» г. Орла от 26 ноября 2024 г.; ООО «Белмаг» г. Белгород от 18 декабря 2024 г.; ООО «Белдорстрой» г. Белгород от 09 апреля 2025 г.).

2. Разработан, апробирован, запатентован комплекс методов, направленный на повышение прочности сцепления антифрикционного покрытия в биметаллических подшипниках скольжения: (Пат. 2400312 РФ; Пат. 2424888 РФ; Пат. 2509236 РФ).

3. Разработана, апробирована и внедрена технология по изготовлению биметаллических подшипников скольжения балансирной подвески (Пат. 2708410 РФ; Пат. 2539515 РФ) автомобиля КамАЗ методом нанесения многослойного покрытия с помощью газопламенного напыления на механически обработанное стальное основание с последующим межслойным пластическим деформированием антифрикционного слоя (акты внедрения: автобаза № 9 ФАО «Орелдорстрой» г. Орла от 10 декабря 2024 г.; ООО «АПК Юность» г. Орла от 15 ноября 2024 г.; ООО «Белмаг» г. Белгород от 25 января 2024 г.; ООО «Белдорстрой» г. Белгород от 12 февраля 2025 г.).

4. Разработана, апробирована и внедрена технология по нанесению твердосмазочного антифрикционного покрытия на рабочие поверхности подшипников скольжения (Пат. 2734211 РФ; Пат. 2734210 РФ) балансирной подвески автомобиля КамАЗ (акты внедрения: автобаза № 9 ФАО «Орелдорстрой» г. Орла от 17 декабря 2024 г.; ООО «АПК Юность» г. Орла от 24 октября 2024 г.; ООО «Белмаг» г. Белгород от 03 декабря 2024 г.; ООО «Белдорстрой» г. Белгород от 05 марта 2025 г.).

5. Разработаны, апробированы, запатентованы и внедрены конструкторские (Пат. 2750542 РФ; Пат. 2783716 РФ; Пат. 2817311 РФ, Пат. 2822207 РФ), технологические (Пат. 2783323 РФ) и программные средства (Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ: 2022618435 РФ, 2024612988 РФ, 2023663977 РФ, 2023687914 РФ, 2022662940 РФ), направленные на создание системы мониторинга контроля изнашивания подшипников скольжения в режиме реального времени. (акты внедрения в учебный процесс: ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» г. Орел от 12 февраля 2025 г.; ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова» от 14 ноября 2024 г.).

Личное участие автора в получении результатов диссертации

Автором лично сформулированы все основные идеи, положенные в основу повышения ресурса работы подшипников скольжения балансирной подвески грузовых автомобилей, цели и задачи работы, выбраны основные направления теоретических и экспериментальных исследований, предложен комплекс

технических и программных решений, разработаны методы их реализации, подтвердившие эффективность предложенных решений.

Степень достоверности и апробация работы

Сравнение теоретических и экспериментальных результатов демонстрирует соответствие разработанных математических моделей реальным процессам, протекающим в подшипниках скольжения балансирующих устройств. Основные положения и результаты исследования доложены, обсуждены и одобрены на всероссийских и международных научно-практических конференциях, конгрессах и форумах: Международной научно-технической конференции «Автоматизация» (г. Сочи, 2018 г.); Международной научно-технической конференции «Трибология – Машиностроению, 2018» (г. Москва, 2018 – 2019 гг.); Международной научно-технической конференции «Пром–Инженеринг» (г. Москва, 2019 – 2021 гг.); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием имени академика А. Г. Шипунова (г. Тула – Орел, 2019 – 2025 гг.); Международном конгрессе «Автомобили и двигатели» (г. Крагуевац, 2020 г.); Международной конференции «Транспортная доступность Арктики: сети и системы» (г. Санкт – Петербург, 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте» (г. Орел, 2018 – 2024 гг.); XVI Международной конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (г. Санкт – Петербург, 2024 г.).

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

На основе результатов диссертационного исследования рекомендуется внедрение в балансирующие подвески грузовых автомобилей биметаллических подшипников скольжения, оснащенных антифрикционным покрытием и системой непрерывного мониторинга. Целесообразно применять усовершенствованную технологию газопламенного напыления с использованием специального

термореагирующего подслоя и последующим послойным пластическим деформированием для значительного повышения адгезионной прочности покрытия. Для твердосмазочных покрытий необходимо строго соблюдать оптимизированные технологические параметры напыления. Внедрение предиктивной нейросетевой модели позволяет осуществлять точное прогнозирование остаточного ресурса подшипников в режиме реального времени с учетом ключевых эксплуатационных факторов. Рекомендуется установить регулярный контроль величины зазора с использованием калиброванных измерительных инструментов, особенно для транспортных средств, работающих в тяжелых условиях. Для компенсации изменения толщины твердосмазочного антифрикционного покрытия в процессе приработки следует применять материалы с увеличенной толщиной нанесения. Разработанные алгоритмы диагностики и программно-аппаратные комплексы необходимо интегрировать в системы технического обслуживания автотранспортных предприятий для реализации предиктивной стратегии обслуживания. Результаты работы могут быть успешно применены при проектировании новых моделей подвесок, ремонте и модернизации существующих узлов, а также включены в образовательные программы для подготовки инженерных кадров.

По диссертации имеются следующие замечания

1. Введение в модель Арчарда "коэффициента дорожного полотна" (Кдор) представляется эмпирическим и не имеет строгого физического обоснования. Не показана связь данного коэффициента с конкретными физическими параметрами дорожного покрытия (например, спектральная плотность неровностей, амплитуда колебаний), что делает его использование формальным.
2. При оптимизации параметров газопламенного напыления и нанесения твердосмазочных покрытий установлены качественные зависимости. Однако, отсутствует глубокая физико-химическая интерпретация полученных оптимальных параметров (например, почему именно угол $\beta = +7^\circ$ или давление 3 атм являются оптимальными), что снижает фундаментальность результатов.
3. В работе заявлено, что применение биметаллических подшипников и твердосмазочных покрытий увеличивает ресурс на 60-80% и 55-62%

соответственно. Однако не указано, по отношению к какому базовому варианту (новому подшипнику из стандартной бронзы БрОФ10-1 или уже отработавшему какой-то срок) проводилось сравнение. Это затрудняет объективную оценку степени улучшения.

4. При описании эксперимента (оценка времени выбега для различных покрытий) не указано, каким образом обеспечивалась идентичность условий для каждого испытания (начальная температура, идентичная начальная частота вращения, идентичная масса и момент инерции ротора, состояние смазки), что является критически важным для обеспечения воспроизводимости и достоверности результатов.

5. В работе представлены многочисленные патенты и свидетельства о регистрации программ, однако не раскрывается принципиальная новизна и отличительные особенности данных технических решений по сравнению с известными аналогами, представленными в других научных работах или коммерческих продуктах.

6. В рамках предложенной концепции функционального тюнинга представлены три независимых направления (биметаллические подшипники, твердосмазочные покрытия, системы мониторинга). Не показан синергетический эффект от их комплексного применения, а также не проведено сравнительное исследование эффективности каждого метода в отдельности и в комбинации.

Приведенные замечания не влияют на сущность работы и не снижают научной значимости полученных автором результатов, не несут принципиального характера и не снижают общую положительную оценку диссертации. Их следует рассматривать, как предложения по дальнейшему развитию научных исследований на ближайшую и более отдаленную перспективу.

Соответствие диссертации научной специальности

Рассматриваемая диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.9.5 – Эксплуатация автомобильного транспорта по пунктам: пункт 12 «Закономерности изменения технического состояния автомобилей, их агрегатов и систем, технологического оборудования предприятий, совершенствование на их основе систем технического обслуживания и ремонта,

определение нормативов технической эксплуатации»; пункт 15 «Технологические процессы и организация технического обслуживания, ремонта; методы диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов»; пункт 18 «Совершенствование методов восстановления деталей, агрегатов и управление авторемонтным производством»; пункт 23 «Тюнинг конструкций автотранспортных средств в эксплуатации на основе применения новых материалов, технического совершенствования деталей, узлов и агрегатов, программного обеспечения».

Общее заключение

Структура диссертации и автореферата является полной и законченной. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается последовательностью изложения материала, наличием непротиворечивой методологической платформы, обоснованностью, концептуальностью и взаимосвязью выводов. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

Требования к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, выполнены. Материалы диссертации в полном объеме изложены в работах, опубликованных Родичевым А.Ю. Основные положения диссертации опубликованы в научных трудах: 77 статьях, в том числе 22 статьи в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 14 в изданиях, включенных в зарубежную аналитическую базу данных Web of Science и Scopus. Результатом проведения исследований являются опубликованные научные работы: 1 монография, 10 патентов на изобретение, 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 свидетельство о регистрации базы данных.

Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на международных и всероссийских научных конференциях. Анализ

опубликованных материалов диссертационной работы показывает логическую завершенность решения поставленных актуальных научно-практических задач.

Требования, установленные пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней, соблюдены. В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылок на авторов и (или) источников заимствования. В работе отсутствуют материалы научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

В диссертационной работе изложены научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, а именно увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирующих подвесок. Проведено комплексное исследование, включающее: математическое моделирование гидродинамических процессов и износа подшипников; разработку предиктивной нейросетевой модели остаточного ресурса; экспериментальное обоснование применения биметаллических подшипников и твёрдосмазочных покрытий с повышенной адгезией и износостойкостью; создание и апробацию интегрированной системы мониторинга износа в реальном времени. Результаты диссертационного исследования внедрены на автотранспортных предприятиях, что подтверждается соответствующими патентами и актами внедрения. Их практическое применение обеспечило повышение ресурса подшипников на 55–80% и позволило снизить эксплуатационные затраты.

Диссертационная работа «Увеличение ресурса грузовых автомобилей на основе функционального тюнинга подшипников скольжения балансирующих подвесок» является самостоятельной, логически завершенной научно-квалификационной работой и соответствует паспорту научной специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта, а также п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в ред. от 25.01.2024 г.), а ее автор, Родичев Алексей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5 Эксплуатация автомобильного транспорта.

Диссертационная работа Родичева Алексея Юрьевича и отзыв рассмотрены, обсуждены и единогласно одобрены на заседании кафедры технологии материалов и транспорта (Протокол № 6 от « 9 » октября 2025 г.).

И.О. заведующего кафедры технологии материалов и транспорта ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», кандидат технических наук, доцент

Переверзев Антон Сергеевич

Кандидатская диссертация защищена по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 305040, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, ЮЗГУ, тел: +7 (4712) 51-50-23, +7 (4712) 51-50-24, e-mail: swsuee@mail.ru.



А. С. Переверзев

Составлено
и проверено
по кадрам

Гарантийный
договор
А. С. Переверзев