

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Озябкина Андрея Львовича

на тему: «Развитие теории и методов динамического мониторинга фрикционных систем железнодорожного транспорта»
по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах»
на соискание ученой степени доктора технических наук

1. Актуальность избранной темы.

На современном железнодорожном транспорте рабочие поверхности фрикционных систем «колесо-рельс», дисковых тормозов транспортных систем эксплуатируются в режимах интенсивных динамических нагрузок, подвержены воздействию абразивных частиц пыли, продуктов износа, атмосферных осадков, температуры окружающей среды. В трибосопряжениях в связи с различными эволюционными преобразованиями в зоне фрикционного контакта изменяются фрикционные связи.

С развитием вычислительной техники, информационных технологий и инструментальных средств измерения физических величин появилась возможность выявления законов динамического функционирования машин и механизмов. Современные акустические, тензометрические и вибрационные способы регистрации виброколебательных состояний машин и механизмов позволяют осуществить их диагностику отображением динамических характеристик фрикционных связей в координатах состояния доступных измерению. Существующие системы непрерывного динамического мониторинга фрикционных систем не учитывают в полной мере возникающие фрикционные связи, не обеспечивают идентификацию состояний трибосистем и прогноз их измерений.

Эффективным способом исследования трибосистем, оптимизации их упруго-диссипативных связей являются методы натурного эксперимента, базирующиеся на теоретических основах физико-математического моделирования. В многочисленных работах авторов, посвященных методам физико-математического моделирования, не рассмотрены вопросы динамического

мониторинга фрикционных систем в реальном времени, вопросы физического моделирования отражены не полностью или с некоторыми неточностями.

Диссертационная работа Озябкина А.Л. является актуальной, так как посвящена повышению эффективности, безопасности и увеличению ресурса трибосопряжений железнодорожного транспорта на основе их модельных исследований, динамического мониторинга и формирования управляющих воздействий на фрикционный контакт, обеспечивающих реализацию номинальных и исключающих аномальных режимов функционирования.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов, рекомендаций. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций достигается использованием базовых положений теории колебаний, нелинейной динамики систем с конечным числом степеней свободы, быстрого преобразования Фурье, частотных передаточных функций, физико-математического моделирования, трибоспектральной идентификации процессов трения, математической статистики и планирования эксперимента, экспериментальной трибодинамики, динамического мониторинга процессов, протекающих в открытых трибосопряжениях.

В качестве инструментальных методов им использовалось сертифицированное измерительное оборудование и программное обеспечение ЗАО «Электронные технологии и метрологические системы – ЗЭТ» ФГУП ВНИИФТРИ. На основе регистрируемых дискретных значений виброколебаний сил нормального давления, момента трения, скорости и температур и последующей математической обработки, анализа характеристик, определяющих функционирование фрикционных систем, решаются задачи их динамического мониторинга.

3. Достоверность и новизна научных положений, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью разработанных моделей, использованием известных положений фундаментальных наук, сходимостью результатов теоретических исследований с данными эксплуатации ряда фрикционных подсистем железнодорожного транспорта, апробацией на сети дорог ОАО РЖД.

Научная новизна работы заключается в следующем.

С использованием положений физико-математического моделирования сформулированы принципы исследования и синтеза динамических характеристик транспортных систем, состоящих из механических и фрикционных подсистем, взаимодействующих между собой через трибосопряжение. Взаимосвязь указанных подсистем определяется идентичностью динамических характеристик модельного и натурного объектов. В динамическую модель квазилинейной механической подсистемы вводится модель реального фрикционного контакта, динамические характеристики которого определяют на основе представлений сил контактного взаимодействия в координатах состояния, доступных для измерения.

Предложен ряд интегральных оценок, определяемых на основе анализа спектральных характеристик сил нормального и тангенциального контактного взаимодействия. Предложены методы, способы и алгоритмы динамического мониторинга, позволяющие в реальном времени возможность наблюдения за состоянием узлов трения, прогнозирования их изменений и управления нагрузочно-скоростными режимами эксплуатации фрикционных систем, либо изменения функциональных характеристик контакта.

Раскрыта связь необратимых процессов, протекающих во фрикционном контакте, с реагистрируемыми амплитудно-фазочастотными характеристиками преобразования нормальных составляющих контактного взаимодействия в тангенциальные и выходными триботехническими характеристиками фрикционных систем. Показана возможность оценки значений объемных

температур в контактной области, формирования термического и атермического видов схватывания, потери неустойчивости, что позволяет создавать новые алгоритмы динамического мониторинга натурных фрикционных систем.

Обоснована эффективность использования методов многовариантного физико-математического моделирования, трибоспектральной идентификации процессов трения и экспериментальной трибодинамики при совместном анализе параметров термодинамики и трибоспектров сил фрикционного взаимодействия модельного и натурного образцов, разработана инструментальная база динамического мониторинга натурных фрикционных систем.

Достоверность новизны технических решений подтверждается 6 полученными патентами РФ на изобретения: бортовой рельсовый и автоматический лубрикатор, смазку для лубрикации железнодорожных рельсов, способ исследования триботехнических характеристик узла трения, модifikатор трения и система управления приводом его подачи, способ испытания узлов трения.

Основные выводы по работе опубликованы в 19 центральных изданиях, включенных в перечень периодических изданий ВАК Минобрнауки РФ.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Значимость диссертационной работы Озябкина А.Л. для науки заключается в следующем.

Установленная совокупность параметров динамического мониторинга фрикционных систем позволяет учесть многообразие динамических и физических свойств систем трения. Показано влияние динамических характеристик взаимодействующих друг с другом механических и фрикционных систем на функциональные свойства трибосистем посредством объединяющей их динамической связи, возможность изучения механо-физико-химических процессов, протекающих в зоне контакта, также создавать на железнодорож-

ном транспорте интеллектуальные системы управления функционированием фрикционных систем, отказы которых недопустимы.

Практическая значимость диссертационной работы Озябкина А.Л. заключается в следующем.

Разработана единая система мониторинга подсистемы «тяговая колесная пара-рельс» по стабилизации коэффициента сцепления и предотвращения боксования колесных пар. Сформулированы конструктивные требования к автоматизированным приводам подачи брикетов модификаторов трения в зону фрикционного воздействия колес и рельсов.

Разработан способ оценки триботехнических характеристик смазочных материалов, применяемых в тяжелонагруженной трибосистеме «гребень колеса-рельс» на основе анализа их трибоспектральных характеристик, что позволило прогнозировать ресурс смазочных материалов при разовом их нанесении.

Разработан способ снижения уровня акустического шума, возникающего при взаимодействии колесных пар грузовых вагонов с тормозными шинами на механизированных сортировочных горках, включающий модификатор поверхности трения и устройство для его нанесения.

Разработана методика динамического мониторинга дисковых тормозных механизмов, повышающая надежность и эффективность транспортных систем.

Основы динамического мониторинга мобильных трибосистем используются в учебном процессе при выполнении практических занятий на экспериментальных комплексах «подвижной состав-путь» по дисциплинам специальностей 151600 «Прикладная механика», 190109 «Наземные транспортно-технологические средства», вошли в состав учебных пособий и учебников: «Управление техническими системами», «Транспортная триботехника», «Моделирование фрикционных систем», «Теория наземно-транспортно-технологических систем».

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Разработанные положения динамического мониторинга транспортных систем проходят широкую апробацию на сети дорог ОАО «РЖД». Подана заявка на осуществление НИОКР по внедрению диагностики подсистем «тяговая колесная пара-рельс» и системы автоматизированного управления ею сети дорог ОАО «РЖД».

На основании исследований системы «Подвижной состав-верхнее строение пути» при различных значениях ширины рельсовой колеи 1520 и 1524 мм, используемых в подвижном составе, не рекомендован возврат ширины рельсовой колеи до 1524 мм.

Рекомендовано применение модификаторов трения для тяговых колес подвижного состава и рельсов, технологического оборудования для лубрикации гребней колесных пар и боковых гребней рельсов. Рекомендовано использовать противоползунные системы ППС-12Д, предотвращающие образование односторонних ползунов колесных пар грузовых вагонов, вызванных их термоповреждениями.

Рекомендованы для внедрения: способ снижения уровня акустического шума, возникающего при взаимодействии колесных пар грузовых вагонов с тормозными шинами на механизированных сортировочных горках; методики динамического мониторинга дисковых тормозных механизмов, подшипников привода бурильных машин, резьбовых соединений тормозных магистралей подвижного состава.

6. Замечания по диссертационной работе

1. Автором рассматривается динамика различных механических систем каждой в отдельности и не рассмотрен вопрос взаимодействия таких систем при изменении нагрузки, различном типе подвижного состава.

2. Не указывается, какая аппаратура используется для определения амплитудо-фазочастотных, трибоспектральных характеристик, триботермо-

динамических режимов трения и как осуществляется обратная связь для практического использования при возникновении в контакте фрикционной системы «колесо-рельс» аномальных режимов функционирования.

3. Не приведены составы смазочных материалов для лубрикации системы «колесо-рельс», и не проведены сравнения с аналогами иностранного производства, поэтому не ясно за счет каких компонентов смазочного материала обеспечивается оптимальный коэффициент сцепления системы «колесо-рельс».

4. Автором разработана шумоподавляющая фрикционная композиция МПТ-Ф-03-02. При ее испытании не указаны скорость движения железнодорожного состава, расстояние, на котором устанавливались микрофоны для измерения шумовых характеристик.

5. В приложении №1 диссертации не дан пример практического расчета уравнения теплопроводности.

6. Из приложения №2 не ясно, каким образом оперативно подаются при критических условиях управляющие сигналы для изменения нагрузочно-скоростных режимов железнодорожного состава и включение привода подачи модификатора трения.

7. В списке литературы в источниках 104, 105, 2, 7, 9 и др. не указаны издательство, год или страницы.

7. Заключение

Отмеченные выше замечания и недостатки не снижают ценности диссертации. Результаты проведенных исследований представляют комплекс новых научно-технических разработок по совершенствованию работы транспортной отрасли, имеющих важное народно-хозяйственное значение. Апробация работы осуществлена на конференциях различного уровня. Содержание диссертации достаточно полно изложено в автореферате и в опубликованных работах, личный вклад автора подтвержден. Основные результаты диссертации Озябкина А.Л. опубликованы в 19 печатных изданиях, рекомен-

дуемых ВАК, 6 патентах на изобретения. Диссертация выполнена в соответствии с Паспортом специальности 05.02.04 - «Трение и износ в машинах».

Диссертация Озябкина Андрея Львовича «Развитие теории и методов динамического мониторинга» выполнена самостоятельно на высоком научном уровне. Работа написана грамотно, стиль изложения логичный, доказательный. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация представляет собой завершенную научную квалификационную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные и практические решения по развитию теории и методов фрикционных систем железнодорожного транспорта, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», в том числе п. 9, предъявляемым к докторским диссертациям», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.04 - «Трение и износ в машинах».

Профессор кафедры «Автомобильный транспорт и организация дорожного движения», д. т. н., профессор

Шульга Геннадий Иванович

Адрес: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул.Просвещения, 132

Тел.: (8635) 25-56-72

E-mail: mehan.fakultet@mail.ru

Подпись Г.И. Шульги заверяю

Ученый секретарь

Н.Н. Холодкова



06.10.2014г.