

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,
генерального директора ООО «НПЦ Промтех» Семенова Александра Павловича
на диссертацию «Совершенствование методов оценки технического состояния
оборудования современных электровозов»,
представленную Тюшевым Игорем Андреевичем на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Тюшева Игоря Андреевича выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО УрГУПС) на кафедре «Электрическая тяга» и посвящена весьма актуальной проблеме – совершенствованию методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов, заключающихся в автоматизации процессов технической диагностики и мониторинга технического состояния, мгновенном выявлении и предупреждении возникновения предотказных состояний.

Содержание диссертации включает в себя все необходимые разделы для получения конечных результатов проведенных исследований и является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной с применением современных расчетных и экспериментальных методов с конкретными предложениями по применению ее результатов в дальнейшей научной деятельности в области железнодорожного транспорта.

Диссертация включает в себя введение, пять глав, заключение с изложением основных результатов и выводов, пять приложений, библиографический список из 190 наименований. Основное содержание диссертации изложено на 120 страницах машинописного текста, в том числе 40 рисунков и 4 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, раскрыт объект и предмет исследования, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, степень их достоверности.

В первой главе представлен научный обзор отечественных и зарубежных систем мониторинга технического состояния локомотивов. Проведен анализ ситуации неплановых ремонтов по электровозам серии 2ЭС6, определена роль и эффективность Центров мониторинга технического состояния в системе технического обслуживания и ремонта. Доказано, что применение диагностической информации в системе технического обслуживания и ремонта оптимизирует текущую ситуацию на 52 %, заключающейся в проведении дополнительных технических мероприятий по повышению надежности оборудования и предупреждению развития неисправностей.

Во второй главе исследована ситуация обработки поступающих диагностических сообщений по оборудованию электровоза 2ЭС6. Автор отмечает ситуацию неплановых ремонтов и регистрацию диагностических сообщений по тяговым электродвигателям коррелируемой. Обосновывает применение аппроксимирующих функций теории

регрессионного анализа при прогнозировании регистрации диагностических сообщений. При этом использование пяти аппроксимирующих функций подчеркивает динамичность и адаптацию к вновь выявляемым ситуациям. Корректность разработанной модели прогнозирования регистрации достоверных диагностических сообщений подчеркивает точным сравнением с практической определенной достоверностью. Автор указывает на особенность регистрации диагностических сообщений в зависимости от изменения времени года на основе которой корректировка коэффициентов аппроксимирующих функций обуславливается текущем перечнем возникших неисправностей по оборудованию.

В третьей главе исследованы файлы с записью диагностических сигналов по оборудованию электровоза 2ЭС6, в которых автор отмечает отличительные критерии в разнице токов якорей и возбуждения между смежными группами тяговых электродвигателей. На уровне до ± 150 А отмечается исправное техническое состояние тяговых электродвигателей. Проанализирована корреляционная зависимость пар диагностических сигналов по тяговым электродвигателям с электрическими повреждениями его обмоток на основании чего составлена таблица с определяющими границами, данные условия применены в модели определения технического состояния тяговых электродвигателей как базовые. Автор моделирует оценку технического состояния тяговых электродвигателей на современной платформе интеллектуального анализа, обосновывает результаты моделирования как достаточные в сравнении с теоретическими исследованиями.

В четвертой главе автор отмечает предупреждающую ситуацию в механическом износе лимитирующих компонентов электровоза в эксплуатации: электрографитовые щетки тяговых электродвигателей, колесные пары, полоз токоприемника. Предлагает линейную аппроксимацию по геометрическим замерам таких компонентов. На основании описанного алгоритма расчета остаточного ресурса, а именно определения оставшегося пробега до замены лимитирующих компонентов, разработано программное обеспечение по расчету. Автор предлагает использовать программное обеспечение в обязательном порядке в системе технического обслуживания и ремонта, с целью полной минимизации выдачи в эксплуатацию электровозов с недостаточным ресурсом по механическому износу лимитирующих компонентов.

В пятой главе проведен расчет экономической эффективности, описаны этапы внедрения, предложены научные предприятия, задействованные в непосредственной разработке бортовой диагностики электровозов 2ЭС6. Автор обосновывает практическую ценность при комплексном внедрении разработанных решений в производственный процесс.

В заключении диссертации содержатся выводы и предложения, обобщающие результаты выполненного исследования.

В пяти приложениях представлены таблицы, модели и документы, подтверждающие практическую реализацию диссертационной работы.

Диссертация написана грамотным языком, изложение логично и последовательно с использованием профессиональной терминологической лексики. Архитектоника правильная. Содержание диссертации соответствует поставленным целям и задачам исследования.

Диссертация и автореферат по структуре и оформлению соответствуют

требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Оформление списка литературы в виде библиографических ссылок соответствует п. 5.6 ГОСТ Р 7.0.11–2011. Оформление в автореферате списка работ, опубликованных по теме соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11–2011 и ГОСТ 7.1–2003.

Автореферат полностью и корректно отражает основное содержание диссертации в кратком изложении.

2. Актуальность диссертационной работы

Актуальность темы, выбранной диссертантом, не вызывает сомнений. В настоящее время на сети железных дорог Российской Федерации активно внедряется перспективный тяговый подвижной состав нового поколения с более совершенными бортовыми системами мониторинга. Развитие возможностей бортовой диагностики современных локомотивов в настоящее время указывает на заинтересованность научных коллективов в разработке решений, направленных на расширение функциональных возможностей бортовой диагностики для мгновенного предупреждения возникновения неисправностей оборудования в эксплуатации. Так автор определил вектор развития существующих методов оценки технического состояния оборудования для современных электропоездов. Обеспокоенность сервисных компаний в ситуации неплановых ремонтов по локомотивам обусловлена динамичным изменением коэффициента технической готовности к эксплуатации локомотивного парка, при условии, что его уровень должен стремиться к 100%. Одним из решений для достижения такой цели является минимизация времени нахождения локомотивов на неплановых видах ремонта, оперативное устранение выявленных неисправностей, выдача локомотивов в эксплуатируемый парк. Минимальный ущерб оборудованию, при определении его работы в зоне развития потенциальной неисправности, обеспечивается своевременным информированием причастных специалистов и исключением работы оборудования из потенциальной зоны развития неисправности. Решение в данной ситуации - предиктивная диагностика оборудования в эксплуатации. Применение диагностической информации в системе технического обслуживания и ремонта является неотъемлемой частью в векторе повышения корректности предоставляемой информации, достоверности выявленных аномальных ситуаций и точности определяемых инцидентов. Диссертационная работа автора определенно подчеркивает тенденцию в решении проблемных вопросов, связанных с предиктивной диагностикой оборудования современных локомотивов.

3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

В результате выполненных исследований разработаны научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие повысить точность в определении технического состояния оборудования при непрерывном потоке поступающей диагностической информации. Таким образом, диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки) по п. 3 «Техническая диагностика подвижного состава и систем электроснабжения. Критерии оценки

технического состояния подвижного состава и систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов. Автоматизация процессов технической диагностики и мониторинга технического состояния этих объектов, бортовые, мобильные и встроенные устройства диагностики».

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность выводов формируется объективной достаточностью проводимого исследования, системностью взглядов автора на исследуемую область, корректным использованием апробированных аналитических, математических и статистических методов, направленных на совершенствование методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов. Выводы и заключение диссертации в целом обоснованы и отражают основное содержание выполненного исследования по главам. Материал диссертации изложен логически последовательно.

Авторские публикации отражают содержание диссертации. Факт апробации подтверждается докладами результатов исследований на 6 международных и всероссийских конференциях.

5. Достоверность результатов исследования

Достоверность научных результатов диссертации достигается корректным использованием известных математических положений, обработкой значительного количества экспериментально полученных данных и проверкой их согласованности. Достоверность подтверждается корректностью принятых допущений при компьютерном моделировании с применением современных программных средств и вычислительных алгоритмов, а сходимость экспериментальных и теоретических данных указывает также на достоверность представленных результатов.

Примененные в работе математические модели верифицировались на основе сопоставления с результатами натурных наблюдений, а достоверность результатов теоретических исследований обеспечивалась использованием апробированных актуализированных методик.

6. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Научная новизна диссертации Тюшева Игоря Андреевича заключается в совершенствовании методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов, для чего:

- 1) Разработана модель прогнозирования регистрации достоверных диагностических сообщений по оборудованию современного электровоза с использованием аппроксимирующих функций теории регрессионного анализа;
- 2) Разработана модель определения технического состояния тяговых электродвигателей с использованием таких критериев в диагностических данных, как разница тока якоря между смежными группами тяговых электродвигателей,

разница корреляционной связи между диагностическими сигналами при переходе их работы в потенциальную зону возникновения неисправности;

3) Обоснован способ определения остаточного ресурса – оставшегося пробега до замены лимитирующих компонентов электровоза (электрографитовые щетки тяговых электродвигателей, колесные пары, полз токоприемника).

7. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Значимость результатов диссертационной работы Тюшева Игоря Андреевича по совершенствованию методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов расширяют функциональные возможности бортовой диагностики локомотивов. Определенный уровень достоверности каждого диагностического сообщения позволяет с использованием аппроксимирующих функций теории регрессионного анализа спрогнозировать достоверные диагностические сообщения по оборудованию. Определенный уровень разницы токов якорей между смежными группами тяговых электродвигателей на уровне ± 150 А позволяет определить исправное/неисправное техническое состояние тяговых электродвигателей, параметры корреляционной связи между парами диагностических сигналов позволяют конкретизировать причину возникновения электрической неисправности тягового электродвигателя. Способ определения остаточного ресурса – оставшегося пробега до замены лимитирующих компонентов электровоза позволяет исключить выдачу электровоза в эксплуатируемый парк с недостаточным ресурсом по механическому износу. Результаты исследований апробированы в производственном процессе ООО «СТМ-Сервис», филиале ОАО «РЖД», учебном процессе ФГБОУ ВО УрГУПС, о чем получены соответствующие акты о внедрении.

8. Публикации по теме диссертационного исследования

По материалам диссертации опубликовано 11 печатных работах из которых четыре статьи с основными научными результатами опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, кроме того одна – в издании, индексируемом международной базой данных Scopus, в одном свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ. Публикаций в печати по теме диссертации достаточно для суждения о выполненной работе.

9. Реализация результатов диссертационного исследования

Методика определения достоверных диагностических сообщений по оборудованию позволяет повысить качество передаваемой диагностической информации по работе оборудования в отношении точности и безошибочности, автоматизировать обработку поступающей информации. Определение технического состояния тяговых электродвигателей с использованием критериев в диагностических данных на примере определения электрических повреждений с обмотками позволяет достичь результатов в мгновенном определении точного технического состояния при непрерывном потоке поступающей информации и не допустить отказного технического состояния. Способ определения остаточного ресурса лимитирующих компонентов направлен на исключение случаев выдачи в

эксплуатацию электровозов с недостаточным ресурсом по механическому износу. Основное требование заключается в обязательном использовании программного обеспечения по расчету остаточного ресурса при техническом обслуживании и ремонте.

Предлагаемые решения реализуемы на программном уровне, установка дополнительного оборудования не требуется, предложения также могут быть использованы при проектировании новых серий современных локомотивов.

10. Достоинства в содержании и оформлении диссертации

К достоинствам работы следует отнести актуальность темы, научную новизну и практическую значимость. Автором грамотно и последовательно изложен материал, в котором изложены новые, научные и обоснованные технические решения и разработки, посвященные актуальной задаче совершенствования методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов. К достоинствам диссертации можно отнести модель прогнозирования регистрации достоверных диагностических сообщений, позволяющая оперативно рассматривать развитие потенциальных неисправностей по оборудованию современного электровоза с использованием аппроксимирующих функций теории регрессионного анализа; модель определения технического состояния тяговых электродвигателей с использованием критериев в диагностических данных, направленная на выявление их работы в потенциальной зоне развития неисправности; способ определения остаточного ресурса лимитирующих компонентов электровоза, реализованный в виде программного обеспечения с использованием геометрических замеров по таким элементам, направленный на определение оставшегося пробега до замены.

11. Замечания по диссертационной работе

1. В исследовании ситуации неплановых ремонтов по оборудованию электровоза 2ЭС6 (стр. 21) приводится локальный анализ по типам неисправностей по тяговым электродвигателям. Для объективности и визуализации желательно привести пример электрической схемы с расположением измерительного оборудования, регистрация сигналов по которым можно определить наличие электрического повреждения связанного с обмоткой тягового электродвигателя.

2. На рисунке 1.12 (стр. 28) не раскрыто пояснение «С заходом, замечание...», не указана доля от всей части диаграммы.

3. В исследовании обработки диагностических сообщений (стр. 35) автор отмечает о некоторых гипотезах в регистрации диагностических сообщений. Не совсем понятно, что подразумевается под «гипотезой», не ясно раскрыты комбинации из диагностических сообщений.

4. На рисунке 2.10 (стр. 48) масштаб пояснений к графикам нечитаемый.

5. Не до конца понятно предложение (стр. 54) «При анализе второй группы локомотивов по исправным ТЭД также отмечена разница по току якоря между смежными тележками, которая не превышала 150 А, а по току возбуждения 70 А». Отсутствует вывод по данному утверждению.

6. На рисунках 4.2 и 4.3 (стр. 66) не ясно выражены графики линейной аппроксимации, по скрин-копиям программного обеспечения, что затрудняет восприятие.

7. Для комплексного подхода в определении остаточного ресурса лимитирующих компонентов электровоза (стр. 69) следует применить не только линейную аппроксимацию, но и другие функции теории регрессионного анализа. Как на примере аппроксимации диагностических сообщений.

8. В выводе по главе 5 (стр. 82) стоило бы указать, что комплексный подход в реализации разработанных решений (моделей), а также способа определения остаточного ресурса лимитирующих компонентов в совокупности с системой АСОК-Л не только позволяет расширить возможности бортовой диагностики, но и внедрить решения по автоматической диагностике и прогнозированию механического износа колесных пар.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество и полноту исследований, выполненных автором, но они не оказывают существенного влияния на главные научные и прикладные результаты диссертации, а представляют собой как бы предложение к проведению дискуссии на обсуждаемую тему.

12. Заключение

Проведенный анализ материалов диссертации указывает, что по актуальности, содержанию и значимости основных результатов, диссертационная работа Тюшева Игоря Андреевича «Совершенствование методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов» является логичной, функционально законченной и самостоятельной научно-квалификационной работой, которая выполнена на достаточно высоком уровне, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения для расширения функциональных возможностей бортовой диагностики, повышения качества передаваемой расшифрованной информации по данным диагностических сигналов локомотивов, имеют существенное значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации: внедрение данных разработок вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в железнодорожной отрасли, в частности в развитие локомотивостроения. Результаты, полученные автором, обладают научной новизной, имеют существенное значение для развития отрасли знаний в области железнодорожного транспорта.

– в соответствии с п. 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в область науки по автоматизации процессов технической диагностики и мониторинга технического состояния локомотивов. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов и рекомендаций по использованию научных выводов;

– в соответствии с п. 11 основные научные результаты диссертации Тюшева Игоря Андреевича достаточно полно отражены в ведущих рецензируемых научных изданиях, указанных на официальном сайте ВАК РФ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;

– в соответствии с п. 14 в диссертации автор надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. В диссертации соискатель Тюшев Игорь Андреевич, следуя установленному Положением порядку, во всех главах своего исследования делает ссылки на авторов, источники цитируемых и заимствованных материалов или научных положений. Так же выделены работы, выполненные соискателем лично и в соавторстве.

Диссертацию Тюшева Игоря Андреевича можно рассматривать как завершенную научную работу, в которой решены все поставленные задачи.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертация Тюшева Игоря Андреевича «Совершенствование методов оценки технического состояния оборудования современных электровозов» соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Тюшев Игорь Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

Официальный оппонент

Генеральный директор Общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр промышленных технологий» (ООО «НПЦ Промтех»), доктор технических наук (по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»)

Семенов Александр Павлович
« 09 » ноября 2023 г.

Я, Семенов Александр Павлович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Тюшева Игоря Андреевича, и их дальнейшую обработку.

Семенов Александр Павлович
« 09 » ноября 2023 г.

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр промышленных технологий» (ООО «НПЦ Промтех»)

Подпись д.т.н., генерального директора
ООО «НПЦ Промтех»
Семенова Александра Павловича заверяю:

Младший специалист по управлению персоналом
09.11.2023г.

Солдатенко А.Н.