

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Грищенко Александра Васильевича на диссертационную работу
Гребенникова Николая Вячеславовича
«Научные основы повышения энергетической эффективности автономных
локомотивов с электрической передачей мощности», представленную на
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация»

1. Актуальность выбранной темы исследования

Выбранная тема исследования, связанная с повышением энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности, остается чрезвычайно актуальной и важной как на национальном, так и на мировом уровне. Топливо-энергетические ресурсы, затрачиваемые на тягу поездов, являются значительной составляющей операционных расходов железнодорожных перевозок, что в условиях повышения цен на энергоресурсы, требует поиска способов оптимизации потребления и преобразования энергии и становится ключевой задачей для обеспечения финансовой устойчивости транспорта. Кроме этого эффективное использование энергоресурсов на железнодорожном транспорте способствует снижению выбросов вредных веществ, что в свете растущего осознания климатических проблем и усиливающихся экологических ограничений, становится критически важным.

Таким образом, повышение энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности является важной и приоритетной задачей, решение которой способствует росту и развитию транспортной отрасли Российской Федерации.

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

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы основывается на анализе результатов исследований проведенных в области повышения энергоэффективности локомотивов совместно с проведением теоретических исследований, компьютерного моделирования, обобщения результатов эксплуатации локомотивов, стендовых и натуральных экспериментов.

Приведенные в диссертации выводы и рекомендации можно считать достаточно обоснованными и логичными.

3. Достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность полученных автором диссертационной работы научных положений и выводов обусловлены корректностью постановки задачи, подтверждается теоретическим обоснованием разработанной математической модели, обеспечивается правильностью выбора исходных данных, обоснованностью принятых допущений и удовлетворительным совпадением результатов моделирования и экспериментальных данных.

4. Реализация результатов работы.

Применение разработанной комплексной компьютерной модели автономного локомотива с электрической передачей мощности с модульной структурой тягового оборудования позволяет проводить исследования режимов работы и энергетической эффективности локомотивов на стадиях проектирования, модернизации и испытаний с целью определения алгоритмов управления для условий эксплуатации.

Научные результаты, представленные в диссертации, имеют важное практическое значение, что подтверждается актами внедрения от АО «Научно-технический центр «ПРИВОД-Н», АО «ЕВРАЗ НТМК», ОАО «РЖД».

5. Полнота опубликования результатов.

Результаты исследований обсуждены на всероссийских и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 53 печатные работы, в том числе 21 в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России и 15 в изданиях WebofScience и Scopus, 1 монография и 4 патента.

6. Научная новизна исследований и полученных результатов, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

К наиболее важным положениям и результатам работы, сформулированным в диссертации, обладающими научной новизной, относятся:

- методология оценки энергетической эффективности эксплуатации автономных локомотивов с электрической передачей мощности по данным встроенных средств регистрации параметров бортовых систем автономных локомотивов;

- математические модели процессов преобразования энергии в тяговом оборудовании локомотива, основанные на энергетическом подходе и пересчете паспортных технических характеристик;

- концепция повышения энергетической эффективности эксплуатации автономных локомотивов, на основе принципа масштабируемости используемого тягового оборудования, в зависимости от условий эксплуатации;

- применение метода конечных элементов для проведения тяговых расчетов;

- комплексная компьютерная модель автономного локомотива с электрической передачей мощности и с модульной структурой тягового оборудования.

7. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов заключается в следующем:

1. Предложен новый метод проведения анализа энергетической эффективности автономного тягового подвижного состава в условиях эксплуатации по данным средств регистрации параметров, позволяющий проводить оценку и управление энергетической эффективностью автономных локомотивов, в том числе и перспективных, в реальном времени, при ведении поезда.

2. Проведен анализ энергетической эффективности автономных локомотивов в условиях эксплуатации, на основе интеллектуальной обработки данных, встроенных средств регистрации параметров бортовых систем локомотивов, который показал низкую эффективность работы тягового оборудования в условиях эксплуатации для различного рода службы локомотивов.

3. Разработаны математические модели процессов преобразования энергии в тяговом оборудовании локомотива, основанные на энергетическом подходе и пересчете паспортных технических характеристик, которые повышают точность и быстроту расчетов, что позволяет их использовать в системах управления реального времени.

4. Предложен коэффициент эффективности использования тягового оборудования, предназначенный для сопоставления энергоэффективности различных режимов эксплуатации тягового оборудования автономных локомотивов.

5. Уточнены основные теоретические положения повышения энергетической эффективности локомотивов с электрической передачей мощности, в части разработки новых методов и концепции масштабируемости используемого тягового оборудования автономного локомотива в зависимости от условий эксплуатации, за счет снижения потерь при преобразовании энергии в тяговом оборудовании, что позволяет снизить затраты на энергоресурсы в процессе эксплуатации и сократить количество отказов

дизель-генераторной установки из-за длительной работы на холостом ходу не только во время стоянок, но и во время движения.

6. Усовершенствован метод проведения тяговых расчетов, что обеспечивает выполнение оптимальных тяговых расчетов с повышенной точностью, при существенном сокращении временных и вычислительных затрат.

8. Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы, одного приложения. Диссертация изложена на 363 страницах машинописного текста. Список литературы содержит 212 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цель и задачи исследования, а также указывается научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава содержит анализ состояния энергоэффективности локомотивов, приводится обзор исследований, выполненных в предметной области темы исследования, выявляется связь между нагрузкой на ось вагона и расходом топливно-энергетических ресурсов, подчеркивается важность режимов работы тягового оборудования.

Во второй главе разрабатывается методология оценки энергетической эффективности тягового оборудования, основанная на анализе данных бортовых регистраторов с целью определения потерь энергии при ее преобразовании в электрических передачах мощности локомотива. Выполняется анализ эффективности эксплуатации различных типов локомотивов по регистрируемым данным.

Третья глава посвящена разработке концепции повышения эффективности автономных локомотивов с помощью модульной структуры тягового оборудования. Предлагается применение модульных энергетических установок, общего звена постоянного напряжения с фиксированным

значением напряжения, бесколлекторных электрических машин и двух-уровневого дискретно-адаптивного управления. Проведены исследования возможности применения многодизельных энергетических установок для эксплуатируемых магистральных локомотивов (2ТЭ25КМ, ТЭП70БС, 2ТЭ25А) по данным бортовых регистраторов.

Предложено использовать метод конечных элементов для проведения тяговых расчетов. Расчет рациональной траектории движения поезда осуществляется через разбиение области координатно-скоростной плоскости возможного нахождения поезда на конечные элементы, формирование системы линейных алгебраических уравнений равновесия и определение узловых перемещений траектории движения поезда на координатно-скоростной плоскости.

Четвертая глава описывает разработку компьютерной модели автономного локомотива с электрической передачей мощности. Компьютерная модель является комплексной и включает модели механической и электрической частей локомотива. Проведены теоретические исследования с использованием разработанной модели.

Пятая глава представляет результаты экспериментальных исследований макета тягового модуля электрической передачи мощности. Производится анализ и сопоставления полученных результатов эксперимента и теоретических исследований, показаны высокая эффективность предлагаемой передачи мощности.

В шестой главе описываются результаты разработки энергоэффективных электрических передач мощности с бесколлекторными электрическими машинами. Подтверждается применимость концепции на примере модернизации тепловоза ТГМ6А.

В заключении подведены итоги исследования и сформулированы выводы.

В приложении приведены акты внедрения результатов диссертационного исследования в ФГБОУ ВО РГУПС, ОАО «РЖД», АО «НТЦ «ПРИВОД-Н», АО «ЕВРАЗ НТМК».

Диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу.

9. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, содержит достаточную информацию об основных положениях и выводах диссертации, позволяет сделать заключение о научных результатах и научном уровне работы.

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2012.

10. Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»:

- п. 1. Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава и систем тягового электроснабжения, повышение их эксплуатационной надёжности и работоспособности. Системы электроснабжения железных дорог, промышленного железнодорожного транспорта, рельсового городского транспорта и метрополитенов. Методы и средства снижения энергетических потерь, обеспечения энергетической безопасности тяги поездов и электроснабжения железных дорог;

- п. 4. Совершенствование подвижного состава, включая тяговый привод и энергетические установки автономных локомотивов; тяговых и трансформаторных подстанций, тяговых сетей, включая накопители энергии, преобразователи, аппараты, устройства защиты системы тягового электроснабжения. Улучшение эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения, канализация обратного тягового тока;

- п. 7. Тяговые и тормозные расчёты. Тяговые и тормозные качества подвижного состава. Обеспечение безопасности движения подвижного состава.

11. Замечания

1. В тексте автореферата и диссертации преимущественно упоминается «принцип масштабируемости используемого тягового оборудования» (стр. 12, 13, 15, 326), но кроме этого упоминается про «принцип масштабируемость нагрузки» (стр. 44, 143, 155). Из контекста и описания следует, что речь идет об одном и том же принципе. Автору следует более внимательно относиться к применяемой терминологии.

2. К приведенным в диссертации функциональным схемам передач мощности (рис. 19, 45, 61, 76, 98) следовало бы привести расшифровку используемых обозначений.

3. В таблице 28 приводится оценка времени работы модулей энергетических установок магистральных локомотивов для различного исполнения, однако не приводится оценка снижения расхода энергоресурсов.

4. В выражении (49) не понятно, что автор имеет в виду под величиной «энергия, переданная на выход электрического оборудования»?

5. Как получены зависимости рисунок 17 ?

6. Не понятна форма записи уравнений (146), (148), (149), (164), (166) и (168).

7. Процесс передачи мощности (рисунок 10) больше похож на энергетический баланс.

8. Имеются замечания редакционного характера:

- в автореферате и в диссертации в разделе «Структура работы» заявлено 42 таблицы (на самом деле 39 таблиц);

- название таблицы и огловок таблицы 3 находится на стр.79, а сами параметры и их значения на стр. 80;

- в формуле 141 и до неё нет расшифровки обозначений WK и VT;

- стр. 207-208 диссертации напряжение обозначено символом «V», а ранее и далее символом «U»;

- в расшифровке обозначений нет единого подхода. В одних приводятся единицы измерения, а в других – нет.

Отмеченные замечания не снижают ценность и качество исследования, выполненного в данной работе, и не влияют на общую положительную оценку основных теоретических и практических результатов диссертационного исследования, а скорее носят характер рекомендаций для выбора направлений дальнейшей научно-технической деятельности соискателя.

12. Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о присуждении ученых степеней»

Соответствует п. 9 – диссертация Гребенникова Николая Вячеславовича «Научные основы повышения энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по повышению энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие железнодорожной отрасли страны.

Соответствует п.10 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов и рекомендации по использованию научных выводов.

Соответствует п.11 – основные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных изданиях, имеются патенты на изобретения и полезные модели.

Соответствует п.13 – основные результаты диссертации отражены в 53 научных публикациях в том числе 21 (из них 8 без соавторов) в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России и 15 (из них 1 без соавторов) в изданиях WebofScience и Scopus, 1 монография и 4 патента.

Соответствует п.14 – в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, а также на результаты научных работ, выполненные лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

13. Заключение.

Диссертационная работа по актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, их достоверности и новизне, а также по содержанию, научному уровню является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые научно обоснованные решения проблемы повышения энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности путем использования многодизельных энергетических установок.

Таким образом, диссертация Гребенникова Николая Вячеславовича «Научные основы повышения энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей мощности» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного

Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842, а ее автор, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент,

гражданин Российской Федерации, профессор кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», доктор технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, профессор

 Грищенко Александр Васильевич

Адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»,

тел.: +7(812) 457-81-40

электронная почта: lt@pgups.ru

Я, Грищенко Александр Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«25» сентября 2023 г.

 А.В. Грищенко

И.о.

Подпись руки	
удостоверяю.	
Начальника Службы управления персоналом университета	 Е.А. Мозета
«28»	сентября 2023

