

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, доцента **Овчаренко Сергея Михайловича** на диссертационную работу Гребенникова Николая Вячеславовича «**Научные основы повышения энергетической эффективности автономных локомотивов с электрической передачей**» по специальности 2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»

Соответствие работы специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»

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

1. - 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»;

2. - 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»;

3. - п.7 «**Тяговые и тормозные расчёты. Тяговые и тормозные качества подвижного состава. Обеспечение безопасности движения подвижного состава**».

1. Актуальность темы диссертационной работы

Железнодорожный транспорт является одним из основных потребителей энергетических ресурсов в стране. На его долю приходится более 46% грузооборота (с учетом трубопроводного транспорта) и более 30 % пассажирооборота всей транспортной системы страны. Реализация «Энергетической

стратегии холдинга «РЖД» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года» предусматривает решение ряда задач, направленных на снижение энергоемкости единицы продукции. Основным потребителем дизельного топлива в компании «РЖД» является автономный подвижной состав. Научные исследования, конструкторские разработки, направленные на повышение КПД энергетической установки автономного локомотива подошли практически к своему пределу. Задача снижения финансовых затрат на топливо в основном решается за счет применения альтернативных видов топлива (газ) и создания альтернативных энергетических установок, например, на водородных топливных элементах.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности работы тягового оборудования автономных локомотивов с электрической передачей, что является несомненно интересным и актуальным. Поэтому актуальность темы диссертационной работы сомнений не вызывает.

2. Научная новизна работы

В качестве научной новизны представленных результатов научных исследований следует отметить:

- методологию оценки энергетической эффективности эксплуатации автономных локомотивов с электрической передачей мощности;
- разработанные математические модели процессов преобразования энергии в тяговом оборудовании локомотива, основанные на энергетическом подходе;
- концепцию повышения энергетической эффективности эксплуатации автономных локомотивов на основе принципа масштабируемости используемого тягового оборудования в зависимости от условий эксплуатации;
- использование метода конечных элементов для проведения тяговых расчетов, что позволяет учитывать изменение энергетического состояния поезда на координатно-скоростной плоскости, зависящего от профиля пути, скорости движения и сил сопротивления;
- предложенную комплексную модель автономного локомотива с электрической передачей мощности на базе синтеза программных комплексов, позволяющую проводить теоретические исследования режимов работы тягового оборудования и оценку энергетической эффективности процессов преобразования энергии.

Научные результаты, полученные автором, вносят вклад в расширение представлений о возможностях применения научно обоснованных принципов

функционирования элементов тяговых передач автономных локомотивов на более высоком уровне энергетической эффективности.

3. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость исследований автора обоснована разработкой математических моделей преобразования энергии в тяговом оборудовании. Получены данные, подтверждающие низкую эффективность работы тягового оборудования автономных локомотивов в процессе эксплуатации, и предложен параметр – коэффициент эффективности использования тягового оборудования. На основе теоретических исследований автором усовершенствован метод тяговых расчетов с применением метода конечных элементов, что позволяет применять управляющие воздействия с повышенной точностью. Разработанная компьютерная модель автономного локомотива с электрической передачей позволяет разработать алгоритмы управления тяговой передачей для различных условий эксплуатации.

4. Степень достоверности результатов и обоснованности выводов исследований

В работе прослеживается логическая последовательность аргументации, основанная на обширном анализе актуальных источников и эмпирических данных. При проведении теоретических исследований использовались методы теории локомотивной тяги, теории электрических цепей, теории электро-механического преобразования энергии, теории электромагнитных полей, теории тепловых полей, теории метода конечных элементов, методы структурного анализа и имитационного компьютерного моделирования.

Достоверность подтверждается соответствием полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований и подтверждена совпадением результатов компьютерного моделирования с результатами экспериментальных данных, полученных в ходе эксплуатационных испытаний модернизированного локомотива. Результаты исследований обсуждены на научных конференциях и симпозиумах. По теме диссертации опубликовано 53 печатные работы, в том числе 21 в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России и 15 в изданиях Web of Science и Scopus, 1 монография и 4 патента.

5. Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из шести глав основного текста, заключения, списка литературы из 212 наименований и приложения. Общий объем диссертации составляет 363 страницы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы задачи исследования и цель работы, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, перечислены методы исследования и положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен системный анализ текущего состояния решаемой проблемы повышения энергоэффективности эксплуатации автономного подвижного состава. Обоснована перспективность, наряду с применением многодизельных силовых установок на локомотиве, научной проработки решений по повышению показателя энергоэффективности локомотива за счет повышения в процессе эксплуатации КПД тяговой передачи. Сформулированы задачи исследования.

Во второй главе приведены результаты исследования энергетической эффективности тепловозов различных серий в условиях реальной эксплуатации и подтверждено ее недоиспользование. Автором сделан вывод, что «..только за счет изменения законов управления электрической передачей мощности, можно добиться до 10 % экономии дизельного топлива». В работе обоснованно предложено использовать принцип масштабируемости нагрузки. Значительная часть второй главы посвящена теоретическим вопросам оценки энергоэффективности элементов тяговой передачи, что позволило автору сформулировать обобщенные подходы к реализации метода оценки процесса преобразования энергии в тяговом оборудовании локомотива и доказать возможность применения этого метода непосредственно в системах управления локомотивом в процессе эксплуатации.

В третьей главе рассмотрены вопросы разработки концепции повышения энергетической эффективности эксплуатации автономных локомотивов, которая базируется на принципе масштабируемости нагрузки. Автор приводит результаты исследований возможности применения многодизельных энергетических установок для эксплуатируемых магистральных локомотивов (2ТЭ25К^М, ТЭП70БС, 2ТЭ25А) по данным их бортовых регистраторов, с оценкой времени работы каждого модуля. На основе применения метода конечных элементов для тяговых расчетов автором предложены карты энергетического состояния поезда, которые являются основой для формирования алгоритма принятия решений при поиске оптимальной траектории движения поезда.

В четвертой главе рассмотрены вопросы разработки компьютерных моделей локомотива и его составляющих – дизеля, электромеханического преобразователя энергии, статического преобразователя, тягового модуля. Автором проведены и представлены в работе результаты обширных теоретических исследований процессов преобразования энергии, результаты которых позволяют решать задачу разработки алгоритма управления тяговой передачей в процессе эксплуатации для реализации задачи снижения расхода топлива.

В пятой главе представлены результаты испытания макета тягового модуля электрической передачи мощности. Автором разработан стенд для испытания макета тягового модуля, разработана программа испытаний. В результате исследований получены характеристики испытываемого оборудования и подтверждена адекватность предложенных компьютерных моделей. Автором подтверждена целесообразность использования реактивных индукторных машин для повышения энергоэффективности электрических передач мощности.

В шестой главе приведены результаты исследований и натурных испытаний модернизированного тепловоза, проведенных совместно с АО «НТЦ ПРИВОД-Н». На опытном тепловозе были установлены тяговые реактивные индукционные двигатели, изготовленные ООО «ПромЭлКОМ» мощностью 320 кВт (ТРИД-320). В результате испытаний автором достигнуто существенное увеличение эксплуатационного КПД как самого двигателя, так и тяговой передачи в целом по сравнению с существующими.

Научные результаты диссертации апробировались и внедрялись в дирекции тяги компании ОАО «РЖД», НТЦ «ПРИВОД-Н». Акты об использовании и внедрении результатов диссертационной работы представлены в приложении.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях и симпозиумах.

Заключение обобщает основные результаты и выводы, полученные в ходе выполнения работ диссертационной работы.

Автореферат достаточно полно отражает основные положения диссертационной работы и соответствует содержанию диссертации.

6. Замечания по диссертации

По тексту диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Большинство математических выражений, описывающих исследуемые процессы, в работе приведено без указания размерностей составляющих,

что затрудняет их анализ. Иногда по тексту диссертации вводятся новые обозначения физических параметров без их расшифровки.

2. Формула 40. Утверждение, что КПД дизеля зависит от времени некорректно. Может быть мгновенное значение реализованного КПД на определенный момент времени?

3. В диссертационной работе слишком подробное описание всевозможных потерь энергии в элементах передачи, которые известны. Какова целесообразность приведения большого количества известных формул если в дальнейших расчетах они не используются?

4. Рис.74. Ближе к $2 \cdot 10^5$ с по временной оси отмечен всплеск (резкое повышение КПД ДГУ, при этом на рис. 73 на этот момент времени отмечается стабильность процессов. Чем это можно объяснить?

5. Табл. 30 - Рекомендуемое соответствие кол-ва работающих ТЭД от позиции контроллера машиниста. Как тронуться с места на 1 или 2 позиции контроллера машиниста на одном ТЭД? Далее - предлагается для маневрового локомотива 4 модульные энергетические установки – с точки зрения экономии энергоресурсов (топлива) может это и выгодно, только в при маневровой работе за 12 ч. количество переключений позиций контроллера машиниста доходит до 2500. При реализации таких режимов работы в процессе эксплуатации количество запусков и отключений дизелей будет большим. Процесс запуска дизеля – это одно из самых неблагоприятных условий работы дизеля, который в основном влияет на износ деталей и его надежность.

6. С. 195. Вывод 2. При отключении части ТЭД по требуемой расчетной мощности и необходимой силе тяги возможно превышение требуемого крутящего момента на колесе по условиям сцепления колесо-рельс. Каким образом в модели управления тяговой передачей исключается боксование колесных пар?

7. С. 327 вывод 10. Экономия топлива до 30 % - вызывает сомнение, т.к. в диссертационной работе практически нигде не приведены результаты испытаний с анализом расхода топлива.

8. В работе имеются некоторые орфографические ошибки и погрешности.

Приведенные замечания не снижают ценность научных исследований и результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Гребенникова Н. В. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая обладает внутренним единством, содержит новые научные знания в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на повышение энергетической эффективности эксплуатации автономных локомотивов за счет управления тяговым приводом, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертационная работа отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук. Гребенников Николай Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.3 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент – **Овчаренко Сергей Михайлович**, доктор технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация», ректор, профессор кафедры «Локомотивы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»

«25» 09 2023 г.

 С.М. Овчаренко

Почтовый адрес организации: 644046, г. Омск, проспект Маркса, дом 35
 телефон: +7 (3812) 31-42-19
 адрес электронной почты: omgups@omgups.ru

Я, Овчаренко Сергей Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«25» 09 2023 г.



 С.М. Овчаренко

 С.М. Овчаренко
 С.М. Овчаренко