

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Шрамко Сергея Геннадьевича

«ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БАЛЛАСТНЫХ РЕЗИСТОРОВ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (ФГБОУ ВО КнАГТУ) на кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

1. Актуальность темы диссертации

Несмотря на значительные системные преимущества железных дорог перед другими видами транспорта в отношении энергопотребления и заметные достижения в этой области за последнее время, снижение энергозатрат остается основной целью большинства инноваций. Одним из основных нормообразующих факторов экономии энергоресурсов в компании ОАО «РЖД» является применение рекуперативного торможения электровозами.

В настоящее время эксплуатация современных отечественных электровозов переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями (ТЭД) в режиме рекуперативного торможения осуществляется с низким коэффициентом мощности, который в эксплуатации не превышает значения 0,65. Это говорит о низком качестве работы преобразователей электровоза, значительном потреблении реактивной энергии, снижении пропускной способности питающей сети в связи с загрузкой ее потоками реактивной мощности и ряд других отрицательных факторов.

Тема диссертации соответствует 1, 3 и 4 пункту области исследования специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

На основании изложенного, диссертационная работа Шрамко С.Г., посвященная повышению энергетических показателей электровоза в режиме рекуперативного торможения за счет изменения параметров балластных резисторов (ББР) является, безусловно, актуальной и представляет научную и практическую значимость.

2. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием теоретических и экспериментальных методов исследования, основанных на достижениях в теории электрических цепей и преобразовательных устройств.

Автором доработана математическая модель электровоза в среде MatLab/Simulink и проведено глубокое исследование предлагаемого решения. Адекватность математической модели подтверждена сравнением результатов моделирования с осциллограммами, полученными на лабораторном стенде и при эксплуатации электровоза ВЛ80Р № 1829 с поездами на полигоне Восточно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД». Расхождение расчётных и опытных данных составило не более 4%.

3. Оценка научной новизны и достоверности полученных результатов

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в том, что:

1. Предложен способ изменения сопротивления ББР электровоза, заключается в изменении величины его активного сопротивления в определенный момент времени относительно перехода сетевого напряжения через ноль, в результате чего увеличивается активная составляющая тока первичной обмотки тягового трансформатора и тем самым увеличивается коэффициент мощности электровоза.

2. Предложен способ выравнивания токов параллельно включенных ТЭД, работающих в режиме генераторов с независимым возбуждением, заключается в том, что при возникновении разности их токов формируется управляющий сигнал силовыми ключами для индивидуального изменения активного сопротивления ББР в цепи каждого ТЭД.

3. Разработанная математическая модель системы «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз» для режима рекуперативного торможения с учетом изменения величины активного сопротивления ББР и выравнивания токов параллельно включенных ТЭД, работающих в режиме генераторов с независимым возбуждением позволяет проводить исследования сложных

электромагнитных процессов протекающих в электровозе переменного тока во время рекуперативного торможения

Достоверность результатов подтверждена математическим моделированием в среде MatLab/Simulink, совпадением их с экспериментальными данными, полученными на лабораторном стенде, и с результатами эксплуатационных испытаний электровоза.

4. Теоретическая и практическая значимость исследования и полученных результатов

Теоретическая значимость. Полученные в результате диссертационной работы положения научной новизны полностью отражают теоретическую значимость проведенного исследования.

Практическая значимость. Разработаны схемные решения для модернизации силовой схемы электровоза с изменением сопротивления ББР, обеспечивающие повышение коэффициента мощности электровоза в режиме рекуперативного торможения в среднем на 15% и уменьшение на 28% коэффициента относительной пульсации тока якоря ТЭД в сравнении с типовым режимом работы.

Разработаны принципиальные схемы блока управления для изменения сопротивления ББР и выравнивания токов параллельно включенных ТЭД, работающих в режиме генераторов с независимым возбуждением.

Изготовлен блок управления для изменения сопротивления ББР и выравнивания токов параллельно включенных ТЭД, работающих в режиме генераторов с независимым возбуждением.

Разработан научно-экспериментальный лабораторный «Стенд для исследования работы электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения» на базе лаборатории «Системы управления ЭПС» ИрГУПС, который используется в учебном процессе для подготовки инженеров железнодорожного транспорта.

5. Апробация работы и публикации

Автором выполнена апробация материалов диссертационной работы на международных, всероссийских, отраслевых и региональных конференциях, выставках и конкурсах в Москве, Новочеркасске, Иркутске, Хабаровске в 2011 - 2015 годах, где широко обсуждались все полученные результаты.

По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 5

статей в ведущих научных рецензируемых журналах и изданиях перечня ВАК Минобрнауки России, получено 2 патента на изобретения.

6. Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, библиографического списка из 99 наименований, 2 приложений и содержит 130 страниц основного текста, 9 таблиц и 64 рисунка.

Содержание и структура диссертации логически связаны, соответствуют поставленной цели и задачам. Язык и стиль оформления диссертации на качественном уровне, содержательно представлены выводы исследований.

Во введении показана актуальность выбранного направления исследования, сформулирована цель, приведена научная новизна, степень достоверности, практическая значимость полученных результатов и дана информация об апробации полученных положений исследования.

В первой главе автором проведен анализ известных способов повышения энергетических показателей тяговых электроприводов электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения. Обозначено направление исследования в области повышения энергетической эффективности тяговых электроприводов электровозов. Чётко сформулированы задачи решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

Во второй главе приведены результаты исследования электромагнитных процессов инвертирования с использованием теории расчета энергетических параметров преобразователей. В ходе анализа электромагнитных процессов были получены выражения для определения эквивалентного сопротивления электромагнитного падения напряжения и эквивалентное сопротивление активного падения напряжения, на основании которых была рассчитана минимальная допустимая величина сопротивления блока балластных резисторов, обеспечивающая статическую устойчивость режима рекуперативного торможения.

Для определения влияния сопротивления ББР на K_m в режиме рекуперативного торможения были получены выражения, учитывающие его влияние для первой и последующих зон.

Ценность исследований заключается в том, что обоснована возможность уменьшения величины активного сопротивления ББР. При этом предложены способы изменения величины активного сопротивления ББР и выравнивания токов параллельно включенных ТЭД в режиме генераторов с независимым возбуждением, значительно повышающих коэффициент мощности электровоза в режиме рекуперативного торможения.

Третья глава посвящена имитационному моделированию электромагнитных процессов, протекающих в электровозе. Разработана уточненная математическая модель системы «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз» для режима рекуперативного торможения с учетом изменения сопротивления ББР и выравнивания токов генераторов.

Разработанная модель позволяет производить анализ протекающих электромагнитных процессов работы электровоза при типовом режиме и с предлагаемым способом изменения сопротивления ББР, а также анализировать протекающие электромагнитные процессы.

Автором достаточно информативно представлены результаты математического моделирования электромагнитных процессов в виде кривых напряжения и тока в первичной обмотке тягового трансформатора электровоза, выпрямленного напряжения и тока ВИП и тягового двигателя. Доказаны преимущества предлагаемого решения. Адекватность математической модели подтверждена сравнением результатов моделирования с осциллограммами, полученными на лабораторном стенде и при эксплуатации электровоза ВЛ80Р. Расхождение расчётных и опытных данных составило не более 4 %.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований работы электровоза в режиме рекуперативного торможения в типовом режиме и с предлагаемым способом изменения активного сопротивления ББР, полученные на лабораторном стенде. При этом относительное повышение коэффициента мощности электровоза составляло в среднем 15 %, а снижение коэффициента относительной пульсации тока якоря ТЭД достигало в среднем на 28 %.

В главе произведен расчет технико-экономических показателей одного электровоза серии ВЛ80Р при модернизации предлагаемыми способами. При этом срок окупаемости составил 1,8 года, что говорит о существенной эффективности предложений диссертанта.

В выводах сформулированы основные результаты по диссертационной работе.

7. Замечания по диссертационной работе

1. Пакет MatLab достаточно широко известен, применяется во многих организациях и обоснование его преимуществ является излишним.
2. В схеме замещения тяговой подстанции следовало бы учесть наличие обмотки собственных нужд, которая является дополнительным потребителем тока

рекуперации.

3. В модели тягового электродвигателя следовало учитывать вихревые токи, создаваемые обмоткой возбуждения, а также компенсационной обмоткой и обмоткой дополнительных полюсов.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842

Соответствие п. 9: диссертационная работа Шрамко С.Г. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение важной для транспорта задачи повышения энергетических показателей электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения, что вносит значительный вклад в совершенствование энергетических характеристик системы электрической тяги переменного тока.

Соответствие п. 10: диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Предложенные автором решения достаточно аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Соответствие п. 11, 12 и 13: основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, при этом количество публикаций соответствует установленным требованиям.

Соответствие п. 14: в диссертации имеются ссылки на работы других авторов и источники заимствования материалов, а также на научные работы, выполненные автором или в соавторстве, что удовлетворяет требованиям.

9. Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации.

10. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11. – 2011 «Система стандартов по информатизации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» М.: Стандартинформ. –2012

Диссертация и автореферат по структуре и оформлению соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11 – 2011. 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 диссертации соответствует п. 9.3 ГОСТ Р 7.0.11 – 2011 и ГОСТ 7.1 – 2003.

11. Заключение

Диссертация Шрамко С. Г. «Повышение энергетической эффективности электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения за счет изменения параметров балластных резисторов» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические разработки, направленные на повышение энергетических показателей электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения, имеющие существенное значение для развития локомотивостроения страны.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и рекомендации научно обоснованы. Диссертация соответствует критериям п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Шрамко Сергей Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент,
Савоськин Анатолий Николаевич
доктор технических наук,
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация,
профессор, профессор кафедры
«Электропоезда и локомотивы»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный
университет путей сообщения
императора Николая II»

А.Н. Савоськин

05.10.2016

Почтовый адрес: 127994, г.Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9
Телефон: 8(495)6842441
e-mail: elmechtrans@mail.ru

*Подпись А.Н. Савоськин
заверю
06.10.2016*

