

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Омский государственный
университет путей сообщения»,
д-р техн. наук, доцент


С.Г. Шантаренко
«12» сентября 2022 г.



В диссертационный
совет 40.2.002.07,
созданный на базе
ФГАОУ ВО «Российский
университет транспорта»
(РУТ (МИИТ))

Образцова ул., д. 9, стр. 9,
г. Москва, ГСП-4, 127994

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» на диссертационную работу Томилова Вячеслава Станиславовича «Повышение эффективности режима рекуперативного торможения электровоза переменного тока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Актуальность темы диссертации

Рекуперативное торможение электровозов имеет большое значение, особенно при вождении тяжелых поездов на участках с уклонами большой крутизны и длины, которые преобладают на Восточном полигоне сети железных дорог страны. Благодаря рекуперативному торможению электровозов существенно снижаются затраты электроэнергии на тягу поездов: на 50 % и более для отдельных участков с преимущественными спусками и на 10-15 % для полигона железной дороги. Кроме того, рекуперативное торможение электровозов позволяет получить значительную экономию тормозных колодок вагонов, повысить безопасность движения поездов, уменьшить экологическое воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду.

Повышение энергетической эффективности электрической тяги поездов, в том числе рекуперативного торможения электровозов, является одной из основных задач, указанных в энергетической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2030 года и других руководящих документах по

развитию железнодорожного транспорта, утвержденных Правительством Российской Федерации. Анализ показывает, что на существующих электровозах переменного тока имеются определенные резервы повышения энергетической эффективности рекуперативного торможения. Одним из таких резервов является совершенствование электрических схем электровозов путем применения современных технических решений с целью сокращения потерь электроэнергии в отдельных узлах.

Следовательно, тема диссертационной работы Томилова В. С., посвященной повышению эффективности рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными тяговыми электродвигателями (ТЭД) и выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) на основе IGBT-транзисторов путем исключения балластных резисторов из цепи ТЭД и изменения алгоритма управления ВИП, позволяющих уменьшить потери энергии, является, безусловно, актуальной.

2. Новые научные результаты, полученные в диссертации

Разработан способ реализации рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов, без блока балластных резисторов в цепи ТЭД.

Разработан алгоритм управления работой ВИП на основе IGBT-транзисторов, позволяющий обеспечить электрическую устойчивость системы рекуперации электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД при работе на контактную сеть.

Предложены методики определения внешних характеристик генератора и инвертора, тормозных характеристик и КПД электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД и ВИП на основе IGBT-транзисторов без блока балластных резисторов в цепи ТЭД.

Усовершенствована математическая модель системы «тяговая подстанция-контактная сеть-электровоз» для режима рекуперативного торможения, учитывающая применение ВИП на базе IGBT-транзисторов и исключение блока балластных резисторов цепи ТЭД.

3. Научная и практическая ценность диссертации

Научная и практическая ценность диссертационного исследования заключается в разработке научно обоснованных подходов к повышению эффективности системы рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов, без блока балластных резисторов в цепи ТЭД.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в

следующем:

– разработано схемное решение усовершенствованной системы рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов, позволяющее исключить из цепи ТЭД балластные резисторы, увеличить возврат электроэнергии в среднем на 8 – 55 % и расширить на 12 км/ч диапазон скорости тормозных характеристик на 4 зоне регулирования;

– разработано техническое решение по управлению режимом рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов, которое обеспечивает электрическую устойчивость системы рекуперации электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД при работе на контактную сеть;

– уточнена математическая модель системы «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз переменного тока», в режиме рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов, реализованная в среде MatLab/Simulink, позволяющая исследовать электромагнитные процессы, протекающие в силовой цепи электровоза без балластных резисторов;

– проведены экспериментальные исследования предлагаемого способа реализации рекуперативного торможения без блока балластных резисторов в силовой цепи электровоза с транзисторным ВИП на испытательной станции сервисного локомотивного депо «Боготол-Сибирский», которые позволили сделать вывод о работоспособности предлагаемого алгоритма управления ВИП и подтвердили увеличение энергетических показателей электровоза в режиме рекуперативного торможения.

4. Степень достоверности результатов исследования

Достоверность научных положений и выводов диссертационной работы обеспечивается использованием экспериментальных и статистических данных в качестве исходной информации, корректностью постановки экспериментов, сбора и обработки данных, полученных в результате математического моделирования предложенной системы рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов без балластных резисторов в цепи ТЭД, совпадением их с полученными результатами стендовых испытаний.

Решение поставленных задач производилось с использованием методов математического моделирования в среде MatLab/Simulink, методов сбора и математической обработки результатов эксперимента. Экспериментальные

исследования проводились на стенде, имитирующем силовую схему и систему управления электровоза с транзисторным ВИП без блока балластных резисторов в цепи ТЭД.

5. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

Научная значимость результатов, полученных автором диссертации, состоит, прежде всего, в обосновании способа рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов, позволяющего исключить из цепи ТЭД балластные резисторы, увеличить возврат электроэнергии, расширить диапазон скорости тормозных характеристик на 4 зоне регулирования, обеспечить электрическую устойчивость системы рекуперации электровоза переменного тока при работе на контактную сеть.

Созданная автором методология теоретических исследований предложенного способа рекуперативного торможения электровоза переменного тока с коллекторными ТЭД без балластных резисторов в их цепи позволяет разрабатывать алгоритмы управления ВИП, оснащенных IGBT-транзисторами, уточнить математические модели «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз переменного тока» не только в режиме рекуперации, но и в режиме тяги для исследования электромагнитных процессов, протекающих в силовой цепи электровоза с использованием штатной и предлагаемой системы рекуперативного торможения, а также проводить их экспериментальные исследования на специализированном стенде.

Полученные в диссертационной работе результаты имеют большое значение для решения задач, направленных на повышение эффективности рекуперативного торможения электровозов переменного тока.

6. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Компаниям-производителям электрического подвижного состава для ОАО «Российские железные дороги»; предприятиям, осуществляющим капитальный ремонт и модернизацию электровозов и электропоездов, рекомендовать внедрить при производстве новых и модернизации существующих серий электровозов переменного тока систему рекуперативного торможения с использованием ВИП на основе IGBT-транзисторов без балластных резисторов в цепи ТЭД.

Высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку инженеров по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»,

специализации «Электрический транспорт», рекомендовать изучение студентами уточненной математической модели «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз переменного тока» в режиме рекуперативного торможения электровоза, оснащенного ВИП на основе IGBT-транзисторов без балластных резисторов в цепи ТЭД, принципов регулирования режима рекуперативного торможения и методики расчета параметров и характеристик такой системы.

7. Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы

Основные результаты выполненного диссертационного исследования изложены в 17 опубликованных научных работах, из которых три научные статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, одна – в изданиях, входящих в международную систему цитирования Scopus, один патент РФ на изобретение.

Основные результаты были доложены и обсуждались на трех Всероссийских научно-практических конференциях «Наука и молодежь» (Иркутск, 2017, 2020, 2021); трех международных научно-практических конференциях «Транспортная инфраструктура Сибирского региона» (Иркутск, 2018, 2020, 2021); международной научно-практической конференции «Инновационные технологии развития транспортной отрасли» (Хабаровск, 2019); международной научно-практической конференции «Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава» (Красноярск, 2020); международной научно-практической конференции «Локомотивы. Электрический транспорт – XXI век» (Санкт-Петербург, 2020); конкурсе «УМНИК» (2021), а также на заседаниях кафедры «Электроподвижной состав» ФГБОУ ИрГУПС и научно-технического семинара кафедры «Электропоезда и локомотивы» ФГАОУ РУТ (МИИТ).

8. Основные замечания по диссертации

1. При математическом моделировании не рассмотрен вариант работы нескольких электровозов на одном фидере, а также в условиях повышенного и пониженного напряжения в контактной сети.

2. Не рассмотрен вопрос обеспечения равномерного распределения токов между параллельно соединенными тяговыми электродвигателями при отсутствии балластных резисторов в их цепи.

3. В пункте 5 выводов по разделу 2 не указано, относительно какой скорости или диапазона скорость возрастает на 12 км/ч.

4. Значения коэффициента сцепления электровоза по формуле (2.28) и в таблице 2.10 больше единицы, это противоречит физическому смыслу.

5. В тексте диссертации имеются несвязные, в том числе неточные, выражения, например:

с. 9 – «...повышение возврата тока в контактную сеть...», здесь вместо «тока» правильнее будет «электроэнергии»;

с. 10 – «...электровоз, работающий в режиме рекуперативного торможения электровоза переменного тока...», здесь правильнее написать «...электровоз переменного тока, работающий в режиме рекуперативного торможения...» и т. д.

6. По тексту диссертации имеются ошибки орфографического и пунктуационного характера (например, на с. 41, 63 и др.).

Отмеченные недостатки не являются принципиальными и не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

По результатам обсуждения диссертации «Повышение эффективности режима рекуперативного торможения электровоза переменного тока» принято следующее заключение.

9. Заключение

Представленная диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, а выдвигаемые для публичной защиты положения имеют научное и практическое значение. Полученные результаты достоверны и на должном уровне прошли апробацию. Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание автореферата отражает содержание диссертационной работы. Структура и оформление диссертации и автореферата выполнены согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Томилова Вячеслава Станиславовича является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, позволяющие обеспечить повышение эффективности режима рекуперативного торможения электровоза переменного тока, имеющие существенное значение для развития страны. По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности работа соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Томилов Вячеслав Станиславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных

дорог, тяга поездов и электрификация.

Заключение принято на заседании кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения».

Присутствовали на заседании 11 человек. Результаты голосования: «за» – 11 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Протокол № 1 от 7 сентября 2022 года.

И.о. заведующего кафедрой
«Подвижной состав
электрических железных дорог»
ФГБОУ ВО «Омский
государственный университет
путей сообщения»,
кандидат технических наук,
доцент

Шиляков Андрей Петрович

Доцент кафедры «Подвижной
состав электрических железных
дорог» ФГБОУ ВО «Омский
государственный университет
путей сообщения», кандидат
технических наук, доцент

Бакланов Александр Алексеевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС) Федерального агентства железнодорожного транспорта (учредитель).

Почтовый адрес: пр. Маркса, д. 35, г. Омск, 644046

Тел./Факс: (3812) 31-13-44,

E-mail: nauka@omgups.ru; URL: <https://www.omgups.ru/>

Я, Шантаренко Сергей Георгиевич, утвердивший отзыв ведущей организации, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Томилова Вячеслава Станиславовича, и их дальнейшую обработку.

С. Г. Шантаренко