

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

**«Иркутский государственный
университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)**

Чернышевского ул., д. 15, Иркутск, 664074
Тел.: (3952) 63-83-11, факс (3952) 38-77-46. E-mail:
E-mail: mail@irgups.ru, http://www.irgups.ru

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

к.т.н., доцент

Орленко Алексей Иванович

2019 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Иркутский государственный университет
путей сообщения»**

Диссертация «Повышение коэффициента мощности моторвагонного подвижного состава переменного тока в режиме рекуперативного торможения» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (далее – ФГБОУ ВО ИрГУПС) Федерального агентства железнодорожного транспорта на кафедре «Электроподвижной состав».

Иванов Владислав Сергеевич в период с 01.09.2017 по настоящее время обучается в аспирантуре ФГБОУ ВО ИрГУПС по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению 23.06.01 – Техника и технологии наземного транспорта, профилю (специальности) 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, отрасль – Технические науки. Приказ о зачислении в аспирантуру № 2253-С от 26.07.2017.

В 2017 г. с отличием окончил ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» по специальности «Электрический транспорт железных дорог» с присвоением квалификации инженера путей сообщения.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроподвижной состав» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» Мельниченко Олег Валерьевич.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук заслушана и обсуждена 19 сентября 2019 года (протокол № 4) на заседании научно-технического совета ФГБОУ ВО ИрГУПС.

Присутствовали: Лившиц А. В. д-р техн. наук, профессор, проректор по НР, Артюнин А. И. д-р техн. наук, профессор, советник при ректорате, Орленко А. И., к.т.н., доцент, первый проректор ИрГУПС, Куценко С. М. к.т.н., доцент, проректор по УР, Макаров В. В., к.т.н., доцент директор СКТиС ИрГУПС, Малова М.В. к.т.н, доцент, декан факультета «ТС», Мельниченко О. В. д-р техн. наук, профессор, зав. каф. «ЭПС», Железняк В. Н. к.т.н., доцент, зав. каф. «ВиВХ», Тихомиров В. А. к.т.н, зав. каф. «ЭТ», Пультяков А. В., к.т.н., доцент, зав. каф. «Автоматизация производственных процессов», Быкова Н. М., к.т.н., доцент, зав. каф. «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», Худоногов А. М. д-р техн. наук, профессор, профессор каф. «ЭПС», Портной А. Ю., д-р физ.-мат. наук, доцент каф. «Физика механика и приборостроение», Тюньков В. В. д-р техн. наук, профессор, профессор каф. «ВиВХ», Корабель И. В. к.т.н., доцент, доцент каф. «Начертательная геометрия и графика», Милованова Е. А. к.т.н., доцент, доцент каф. «ЭПС», Дульский Е. Ю. к.т.н., доцент, доцент каф. «ЭПС», Линьков А. О. к.т.н., доцент каф. «ЭПС», Романовский А. И. к.т.н., доцент каф. «ЭПС», Яговкин Д. А. к.т.н., доцент каф. «ЭПС».

По результатам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие в получении результатов работы

Соискателем получены следующие результаты:

- выполнен анализ отечественных и зарубежных силовых схем моторвагонного подвижного состава переменного тока и способы их управления, определены их достоинства и недостатки.

- разработаны способы управления ВИП, ВУВ на базе IGBT-транзисторов и их схемотехнические решения, позволяющие повысить коэффициент мощности МВПС переменного тока в режиме рекуперативного торможения.

- выполнено аналитическое исследование электромагнитных процессов ВИП и ВУВ на тиристорах и IGBT-транзисторах МВПС переменного тока в режиме рекуперативного торможения методом анализа мгновенных схем замещения.

- разработана математическая модель в среде имитационного моделирования «Matlab/Simulink» системы «Тяговая подстанция – контактная сеть – электропоезд» позволяющая проводить исследования протекающих электромагнитных процессов при работе электропоезда в режиме рекуперативного торможения со штатными-тиристорными и предлагаемыми-транзисторными ВИП и ВУВ при реализации штатных и разработанных способов их управления.

- проведено сравнительное математическое моделирование электромагнитных процессов работы электропоезда со штатными-тиристорными и предлагаемыми-транзисторными ВИП, ВУВ МВПС переменного тока, в среде имитационного моделирования «Matlab/Simulink».

- разработан научно-экспериментальный лабораторный стенд тягового привода электропоезда переменного тока в режиме рекуперативного торможения, позволяющий моделировать электромагнитные процессы, протекающие в ВИП и ВУВ на IGBT-транзисторах.

- проведены экспериментальные исследования работы ВИП и ВУВ на IGBT-транзисторах электропоезда на лабораторном научно-экспериментальном стенде.

- проведена технико-экономическая оценка внедрения предлагаемого схемотехнического решения на электропоезде переменного тока серии ЭПЗД.

2. Достоверность полученных результатов работы

Достоверность аналитических исследований электромагнитных процессов, протекающих в штатных и предлагаемых ВИП, ВУВ электропоезда подтверждаются результатами, полученными в ходе математического моделирования в среде имитационного моделирования «MatLab/Simulink» с дальнейшим их сопоставлением с данными полученными при физическом моделировании на научно-экспериментальном лабораторном стенде.

3. Научная новизна работы:

3.1 Предложен способ управления предлагаемым ВИП на базе IGBT-транзисторов для электропоезда в режиме рекуперативного торможения, обеспечивающий максимальный коэффициент мощности;

3.2 Предложен способ управления предлагаемой ВУВ на базе IGBT-транзисторов для электропоезда в режиме рекуперативного торможения исключающий потребление ВУВ реактивной мощности из тяговой сети;

3.3 Разработана математическая модель тягового привода моторного вагона электропоезда серии ЭПЗД в среде имитационного моделирования «MatLab/Simulink», позволяющая проводить исследования электромагнитных процессов работы электропоезда со штатными-тиристорными и предлагаемыми-транзисторными ВИП и ВУВ в режиме рекуперативного торможения.

4. Практическая ценность и реализация результатов работы:

4.1 Реализована обобщенная математическая модель «тяговая подстанция – контактная сеть – электропоезд» в среде имитационного моделирования «Matlab/Simulink», позволяющая исследовать электромагнитные процессы работы моторного вагона электропоезда со штатными-тиристорными и предлагаемыми-транзисторными ВИП, ВУВ в режиме рекуперативного торможения и способы их управления;

4.2 Разработан научно-экспериментальный стенд в лаборатории «Мини – депо ИрГУПС», позволяющий проводить физическое моделирование работы ВИП и ВУВ электропоезда на базе IGBT-транзисторов, а также лабораторные занятия по

дисциплине «Системы управления электроподвижным составом» для студентов специальности «Электрический транспорт железных дорог»;

4.3. Разработан микропроцессорный блок управления, осуществляющий способы управления ВИП и ВУВ на базе IGBT-транзисторов электропоезда в режиме рекуперативного торможения;

4.4. Определены параметры элементов цепей защиты для ВИП и ВУВ электропоезда на базе IGBT-транзисторов от коммутационных перенапряжений, позволяющие снизить выбросы напряжения ниже амплитудного значения выпрямленного напряжения преобразователей.

5. Утверждение темы диссертации

Тема диссертации утверждена решением Ученого совета ФГБОУ ВО ИрГУПС, протокол № 6 от 24.11.2017.

6. Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» в части повышения качества работы электропоездов переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Отраженные в диссертации научные положения соответствуют области исследования специальности по п. 1 – методы и средства снижения потерь электроэнергии и п. 4 – совершенствование подвижного состава, улучшение эксплуатационных показателей.

7. Полнота изложения материалов диссертации

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в 16 научных работах, из них 3 – в печатных изданиях, включенных в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных работ.

Публикации в журналах из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Российской Федерации, а также приравненных к ним:

1. **Иванов В. С.** Анализ применения преобразователей в силовых схемах отечественного моторвагонного подвижного состава переменного тока / **В. С. Иванов, О. В. Мельниченко**, // Вестник ИрГТУ / Иркутский национальный технический. ун.-т. Иркутск, 2018. Вып. 4. С. 231-243.

2. **Иванов В. С.** Математическое моделирование тягового трансформатора электропоезда переменного тока серии ЭД9Э в среде имитационного моделирования Matlab Simulink / В. С. Иванов, О. В. Мельниченко, В. В. Дурных // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование / Иркутский гос. ун.-т. путей сообщения. Иркутск, 2018. Вып. 3. С 57-68.

3. **Иванов В. С.** Теоретическое исследование электромагнитных процессов инвертора на базе тиристоров и IGBT-транзисторов электропоезда переменного тока в режиме рекуперативного торможения / В. С. Иванов, О. В. Мельниченко / Научно-технический журнал «Известия Транссиба» / Омский гос. ун.-т. путей сообщения. Омск, 2018. Вып. 3. С 28-44.

Другие публикации по теме диссертации:

4. **Иванов В. С.** Выпрямительно-инверторный преобразователь на базе IGBT-транзисторов для моторвагонного подвижного состава / В. С. Иванов, О. В. Мельниченко, В. В. Дурных // Scientific research – 2017: Proceedings of articles the III International scientific conference / Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, September 28-29, 2017. С. 122-130.

5. **Иванов В. С.** Разработка силовой схемы электропоезда переменного тока серии ЭД9Э на базе IGBT-транзисторов / В. С. Иванов, О. В. Мельниченко // Наука и молодежь: сборник трудов Четвертой Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (апрель – май 2018 г.) / Иркутский гос. ун.-т. путей сообщения. Иркутск, 2018. С. 137-140.

6. **Иванов В. С.** Математическое моделирование тягового трансформатора электропоезда переменного тока серии ЭД9Э в среде имитационного моделирования MATLAB SIMULINK / В. С. Иванов, В. А. Аксенов, О. В. Мельниченко, В. В. Дурных, Ю. В. Газизов / Транспортная инфраструктура Сибирского региона: материалы Девятой Междунар. науч.-практ. конф., 10 – 13 апреля 2018 г. / Иркутский гос. ун.-т. путей сообщения. Иркутск, 2018. Т.2. С. 273-280.

7. **Иванов В. С.** Математическое моделирование выпрямительно-инверторного преобразователя электропоезда переменного тока в режиме рекуперативного торможения / В. С. Иванов, Р. И. Устинов // Электропривод на

транспорте и в промышленности: тр. II Всероссийской. науч.-практической. конференции (Хабаровск, 20–21 сентября 2018 г.) / Дальневосточный ун.-т. путей сообщения. Хабаровск, 2018. С. 143-150.

8. **Иванов В. С.** Разработка выпрямительно-инверторного преобразователя и выпрямительной установки возбуждения для моторвагонного подвижного состава переменного тока на диодно-транзисторной базе / В. С. Иванов, О. В. Мельниченко, А. О. Линьков // Электропривод на транспорте и в промышленности: тр. II Всероссийской. науч.-практической. конференции (Хабаровск, 20–21 сентября 2018 г.) / Дальневосточный ун.-т. путей сообщения. Хабаровск, 2018. С. 135-143.

9. **Иванов В. С.** Обзор перспектив повышения энергетической эффективности и надёжности рекуперативного торможения на электроподвижном составе / В. С. Иванов, И. А. Баринов, Д. А. Яговкин, Р. И. Устинов, С. Г. Шрамко, А. О. Линьков, О. В. Мельниченко // Электропривод на транспорте и в промышленности: тр. II Всероссийской. научно-практической конференции. (Хабаровск, 20–21 сентября 2018 г.) / Дальневосточный ун.-т. путей сообщения. Хабаровск, 2018. С. 150-157.

10. **Иванов В. С.** Диодно-транзисторная база моторвагонного подвижного состава переменного тока / В. С. Иванов, И. А. Баринов // Электронный научный журнал «Молодая наука Сибири» / Иркутский гос. ун.-т. путей сообщения. Иркутск, 2018.

11. **Иванов В. С.** Интервальное прогнозирование динамики удельного расхода электроэнергии на тягу поездов в контексте развития технологии рекуперации энергии / В. С. Иванов, И. А. Баринов // Электронный научный журнал «Молодая наука Сибири» / Иркутский гос. ун.-т. путей сообщения. Иркутск, 2018.

12. **Иванов В. С.** Цепи защиты транзисторного выпрямительно-инверторного преобразователя для электроподвижного состава переменного тока / В. С. Иванов, И. А. Баринов // Эксплуатационная надёжность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: Материалы IV всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун.-т. путей сообщения. Омск, 2018. С 86-92.

13. **Иванов В. С.** О перспективности применения систем бортового хранения рекуперированной энергии на рельсовом транспорте / **В. С. Иванов, И. А. Баринов** / Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: Материалы IV всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2018. С 181-189.

14. **Иванов. В. С.** Проблема выбора конструкции IGBT-транзисторов в качестве силовой элементной базы на отечественном электроподвижном составе / **В.С. Иванов, И. А. Баринов** // Разработка и эксплуатация электротехнических комплексов и систем энергетики и наземного транспорта: Материалы третьей международной научно-практической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2018. – С 78-83.

15. **Иванов В. С.** Использование силовых IGBT-транзисторов для высокоэффективного выпрямления и инвертирования электрической энергии на электроподвижном составе / **В. С. Иванов, И. А. Баринов,** // Разработка и эксплуатация электротехнических комплексов и систем энергетики и наземного транспорта: Материалы третьей международной научно-практической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2018. С 225-230.

16. **Иванов В. С.** Применение IGBT-транзисторов повысит надежность работы отечественного моторвагонного подвижного состава / **В. С. Иванов, Р. И. Устинов, О. В. Мельниченко, А. О. Линьков** // Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал «Локомотив» / Москва, 2019. Вып. 2. С 44-47.

8. Соответствие диссертации и документов требованиям ВАК РФ

Диссертация и документы оформлены в соответствии с требованиями п. 9, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 и требованиями Приложений 2, 3 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.06.2013 №126/н.

Федерации от 10.11.2017 № 1093. Содержание диссертации соответствует требованиям норм Закона РФ «О средствах массовой информации» (Закон о СМИ) от 27.12.1991 № 2124-1 в части, касающейся отсутствия призывов к экстремизму, терроризму и ненормативной лексики. В содержании диссертации отсутствует государственная и иная охраняемая законом тайна.

9. Выводы. Заключение

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о том, что диссертация Иванова В. С. «Повышение коэффициента мощности моторвагонного подвижного состава переменного тока в режиме рекуперативного торможения» выполнена на актуальную тему и представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Диссертация «Повышение коэффициента мощности моторвагонного подвижного состава переменного тока в режиме рекуперативного торможения» Иванова Владислава Сергеевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Заключение принято на научно-техническом совете ФГБОУ ВО ИрГУПС.

Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – 1 чел., воздержалось – 0 чел., протокол № 4 от 19 сентября 2019 г.

д.т.н., профессор,
проректор по НР



Лившиц А. В.

к.т.н., доцент кафедры
«Электроподвижной состав»



Романовский А. И.