

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Чернышевского ул., 15, Иркутск, 664074

Тел.: (3952) 63-83-01. E-mail: mail@irgups.ru, <http://www.irgups.ru>

ОКПО 01115780; ОГРН 1023801748761; ИНН/КПП 3812010086/381201001

№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный
университет путей сообщения»,

канлилат технических наук, доцент

Ю. А. Трофимов

« 29 » 05



В диссертационный совет
44.2.001.01, созданный на базе
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Дальневосточный государственный
университет путей сообщения»

680021, Россия

г. Хабаровск,

ул. Серышева, д. 47

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу «Система альтернативного управления выпрямительно-инверторным преобразователем электровоза переменного тока в режиме тяги», представленную Супруном Демьяном Андреевичем на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Стратегия развития холдинга ОАО «Российские железные дороги» на период до 2030 года предусматривает проведение разработок и реализацию научно-технических мероприятий и проектов, направленных на снижение всех видов затрат по перевозочным видам деятельности и рост уровня надежности и безопасности функционирования сложных технических систем железнодорожного транспорта.

Силовые полупроводниковые преобразователи, применяемые на электровозах переменного тока с коллекторным электроприводом, являются ключевым звеном в процессах регулирования уровня напряжения на тяговых электродвигателях. Их

надежность и долговечность определяет стабильность технологического процесса и эффективность грузо- и пассажироперевозок. Однако, в процессе эксплуатации возникают различные неисправности выпрямительно-инверторных преобразователей (ВИП) электровозов. Неисправности могут быть неустраняемые, появление которых исключает возможность дальнейшей эксплуатации преобразователя (например, пробой тиристорного плеча) и устранимые, при появлении которых дальнейшая работа ВИП возможна (непринятие плечом токовой нагрузки). Основной причиной непринятия токовой нагрузки плечом является нарушение целостности цепей управления. Согласно статистике, на долю отказов цепей управления приходится около 15% от всего количества отказов.

Работа Супруна Д.А. посвящена решению задачи сохранения работоспособности силового преобразователя электровоза при непринятии токовой нагрузки одним из плеч ВИП за счет выявления неоткрывшегося плеча и осуществления модернизации алгоритма управления преобразователем. На основании вышеизложенного можно считать, что тема диссертационной работы Супруна Д.А является актуальной.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, трех приложений и библиографического списка. Общий объем диссертации составляет 191 страницу.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, описаны основные направления проводимых исследований.

В первой главе выполнен обзор отечественных и зарубежных технических решений, выполняющих функции защиты и диагностики силового преобразователя электровоза. Также рассмотрены существующие решения по организации управления преобразователем при непринятии одним из плеч токовой нагрузки. На основании анализа существующих решений, определены цель и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе на основе существующей структуры ВИП поэтапно представлен процесс разработки системы выявления факта пропуска полупериода и определения номера тиристорного плеча, не принявшего токовую нагрузку. Выполнен анализ отличительных особенностей параметров нормального и ненормального режимов работы ВИП.

В третьей главе для проверки правильности принятых решений разработана имитационная модель системы «тяговая подстанция–тяговая сеть–электровоз». В состав модели включены: эквиваленты двух тяговых подстанций с обходной связью, тяговая сеть на основе каскадного соединения Г-образных четырехполюсников, эквивалент дополнительного электровоза на той же фидерной зоне, тяговый трансформатор, ВИП в режиме тяги с подключенными к нему через реакторы тяговыми двигателями, модуль управления преобразователем, модуль имитации обрывов цепей управления.

В четвертой главе разработан альтернативный алгоритм управления преобразователем при неотпирании одного из тиристорных плеч, с адаптацией углов фазового регулирования. В основу предлагаемого алгоритма заложен принцип применения только исправных плеч с целью обеспечения контроля над преобразователем и, по возможности, сохранения величины средневыпрямленного напряжения. Приведен порядок подачи импульсов управления для реализации альтернативного алгоритма.

В пятой главе приведено описание физической модели и результаты моделирования алгоритмов мониторинга и альтернативного управления. Физическая модель создана на базе лаборатории «Электрические машины» ДВГУПС. Результаты физического моделирования подтвердили правильность теоретических выводов и практических решений. Проведена технико-экономическая оценка разработанного способа альтернативного управления ВИП.

В заключении подведены основные научные и практические результаты диссертационной работы, подтверждающие достижение поставленной цели и решения сформулированных задач.

В приложении представлены логические схемы избирательных блоков, приведен листинг программного обеспечения микроконтроллера STM32H7 и копия акта внедрения результатов диссертационной работы в производство.

Поставленная автором цель и задачи решены в полном объеме и отражены в соответствующих главах диссертации. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-исследовательском уровне, написана технически грамотным языком, имеет логичную и связанную структуру. Изложенные материалы сопровождаются достаточным количеством иллюстративного материала.

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации и представлен в виде краткого описания ее глав, основных этапов исследований, полученных результатов и выводов. Автореферат соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней и ГОСТ Р 7.0.11–2011.

Соответствие диссертации заявленной специальности

Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта 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 надежности 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. 3. – «Техническая диагностика подвижного состава и систем электроснабжения. Критерии оценки технического состояния подвижного состава и систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов. Автоматизация процессов технической диагностики и мониторинга технического состояния этих объектов, бортовые, мобильные и встроенные устройства диагностики».

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

1. Разработана математическая модель ВИП электровоза в режиме тяги, позволяющая провести исследование электромагнитных процессов его работы, с целью выявления связи между возможными отказами элементов и их диагностическими признаками.

2. Разработан принцип оценки состояния силового преобразователя в реальном времени для выявления факта непринятия тиристорным плечом токовой нагрузки и определения номера этого плеча.

3. Разработан алгоритм альтернативного управления ВИП при непринятии токовой нагрузки одним из тиристорных плеч.

4. Разработан принцип адаптации моментов подачи импульсов управления на плечи ВИП при реализации алгоритма альтернативного управления.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением основных положений теоретической электротехники, электроники, принципов математического моделирования.

Достоверность научных положений и результатов подтверждена: сравнением результатов имитационного моделирования с осциллограммами электромагнитных процессов в силовых цепях электровоза с помощью регрессионного анализа; результатами моделирования разработанных алгоритмов на физической модели.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

Автором проведены исследования электромагнитных процессов в цепи выпрямленного тока электровоза, позволившие установить связь между фактом неотпирания тиристорного плеча и диагностическими признаками, характерными для данной неисправности. На основании результатов этих исследований предложен принцип оценки состояния ВИП электровоза в режиме реального времени. Таким образом, значимость результатов, полученных автором диссертации, заключается в расширении теоретической базы методов мониторинга состояния ВИП электровозов при непринятии токовой нагрузки одним из тиристорных плеч.

В диссертации представлены алгоритмические решения, нацеленные на сохранение контроля над ВИП электровоза при наличии неоткрывшегося плеча и обеспечивающие сохранение значения напряжения на тяговых двигателях. Эти решения могут быть использованы при проектировании систем мониторинга и адаптации работы ВИП в ненормальных режимах для вновь разрабатываемых или модернизируемых моделей электровозов.

Математическая и имитационная модели позволят проводить на их базе дальнейшее исследование электромагнитных процессов в силовых цепях электровоза.

Разработанный программный продукт, позволяющий осуществить определение неоткрывшегося плеча и распределение импульсов управления в соответствии с новым алгоритмом, может найти применение в дальнейших разработках, направленных на повышение работоспособности ВИП электроподвижного состава. Созданная физическая модель также может стать макетным образцом для проведения исследований электромагнитных процессов в силовых цепях электровоза.

Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 15 научных работах, в том числе в 5 ведущих рецензированных научных изданиях (из перечня ВАК Минобрнауки России), одна в издании, входящем в международную систему цитирования Scopus. Зарегистрирован патент на изобретение. Получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Основные положения диссертационной работы и ее результаты докладывались и обсуждались на:

- Всероссийской научной конференции с международным участием «Актуальные вопросы энергетики», Благовещенск, ДальГАУ, 2019;
- Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава», Красноярск, ДЦВ КрЖД, 2020;
- Международной научной конференции «International Transport Scientific Innovation (ITSI-2021)», Москва, РУТ (МИИТ), 2021;
- пленарной секции 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов», Омск, ОмГУПС, 2021;
- Всероссийской научно-практической конференции творческой молодежи с международным участием «Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке», Хабаровск, ДВГУПС, 2022;
- XXV Хабаровском краевом конкурсе молодых ученых (секция «Технические и химические науки»), Хабаровск, ТОГУ, 2023;
- научных семинарах кафедры «Электротехника, электроника и электромеханика», Хабаровск, ДВГУПС, 2020-2023.

Результаты работы внедрены в учебный процесс кафедры «Электротехника, электроника и электромеханика» ФГБОУ ВО ДВГУПС, что подтверждено соответствующим актом.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы:

1. локомотивостроительным и локомотиворемонтным заводам при модернизации существующего парка электровозов;
2. проектным институтам при разработке новых моделей электровозов с коллекторными тяговыми двигателями;
3. научно-исследовательским и образовательным организациям при проведении научных работ, связанных с исследованием электромагнитных процессов и диагностикой силового оборудования магистральных электровозов;
4. образовательным организациям в учебном процессе при преподавании дисциплин, связанных с силовой электроникой, технической диагностикой электрооборудования и системами управления электроподвижным составом.

Замечания по диссертации

По результатам рассмотрения диссертационной работы отмечены следующие замечания:

1. В модели «тяговая подстанция – тяговая сеть – электровоз» не учтено влияние более двух электровозов, находящихся на одной фидерной зоне, на работу алгоритма идентификации неоткрывшегося плеча.
2. В созданной системе управления не предусмотрен обратный переход с альтернативного алгоритма управления на типовой алгоритм в случае, если неотпирание плеча было однократным (случайным).
3. В тексте диссертации не приведены числовые значения для оценки эффективности предложенных решений.
4. В работе не определены минимальные требования к вычислительной мощности микроконтроллера для реализации системы альтернативного управления.

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям

«Положения о присуждении ученых степеней»,

утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842

Представленная диссертационная работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и выводы, а выдвигаемые для публичной защиты положения имеют важное научное и практическое значение. Полученные автором результаты достоверны, на должном уровне прошли апробацию и внедрены в учебный

процесс. Научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

На основании изложенного считаем, что диссертация «Система альтернативного управления выпрямительно-инверторным преобразователем электровоза переменного тока в режиме тяги» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, направленной на повышение работоспособности электроподвижного состава и имеющей значение для развития железнодорожного транспорта.

Работа соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских диссертаций, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842), а ее автор Супрун Демьян Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Диссертация и автореферат заслушаны и обсуждены на заседании кафедры «Электроподвижной состав» ФГБОУ ВО ИрГУПС 28 мая 2024 года, протокол № 9.

Заведующий кафедрой
«Электроподвижной состав»,
доктор технических наук, профе

Олег Валерьевич Мельниченко

Доцент кафедры
«Электроподвижной состав»,
кандидат технических наук, доц

Алексей Олегович Линьков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Почтовый адрес: 664074, Иркутская область, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15.
Тел.: +7 (3952) 638-383

Адрес электронной почты: mail@irgups.ru

Сайт: <https://www.irgups.ru/>

