

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Супруна Демьяна Андреевича

на тему «Система альтернативного управления выпрямительно-инверторным преобразователем электровоза переменного тока в режиме тяги»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1 Актуальность темы диссертационной работы

Большую часть локомотивного парка магистральных электровозов переменного тока составляют электровозы со статическими тиристорными преобразователями. Эти выпрямительно-инверторные преобразователи (ВИП) являются ключевым звеном в процессе регулирования уровня напряжения на тяговых коллекторных двигателях. Работа ВИП электровозов неизбежно сопряжена с возникновением различных неисправностей ввиду воздействия на полупроводниковое оборудование электровоза множества негативных факторов. Одни неисправности исключают возможность дальнейшего функционирования преобразователя, поэтому их появление сопровождается срабатыванием защиты и отключением преобразователя. Другие неисправности также нарушают типовой алгоритм управления преобразователем, но при этом остается возможность его дальнейшей эксплуатации. Именно ко второй категории относится неисправность ВИП, вызванная неотпиранием плеча, которое должно вступить в работу в соответствии с алгоритмом управления. Неотпирание плеча полупроводникового преобразователя чаще всего обусловлено нарушениями в работе компонентов системы управления. Приведенная в тексте диссертации статистика неисправностей блоков системы управления преобразователем подтверждает этот факт.

При пропуске подачи импульса управления на тиристорное плечо неизбежно возникает снижение выпрямленного тока и уменьшение мощности, передаваемой тяговым двигателям. Это, в свою очередь, может послужить причиной снижения скорости поезда, что негативно сказывается на соблюдении графика движения, особенно на участках железной дороги со сложным профилем.

Так как одним из стратегических направлений развития ОАО «Российские железные дороги» является рост уровня надежности и безопасности функционирования сложных технических систем железнодорожного транспорта и снижение затрат по перевозочным видам деятельности, тема диссертации Супруна Д.А. является актуальной.

2 Научная новизна диссертационного исследования

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

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 диагностических 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.

3 Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Супруна Демьяна Андреевича состоит из введения, пяти разделов, заключения, трех приложений, библиографического списка из 111 наименований. Диссертация содержит 171 страницу основного текста, 15 таблиц и 111 рисунков.

Во введении приводится общая характеристика диссертационной работы, обоснована актуальность выбранной темы, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, описаны методы исследования, определены цель и задачи исследования.

В первой главе проведен анализ существующих технических средств, способов и алгоритмов, обеспечивающих защиту и диагностику силового преобразователя электровоза. Также рассмотрены существующие решения по организации управления преобразователем при непринятии одним из плеч токовой нагрузки. Анализа существующих решений позволил определить цель работы и задачи исследования.

Во второй главе на основе существующей структуры выпрямительно-инверторного преобразователя представлен процесс разработки системы выявления факта пропуска подачи импульса управления и определения номера тиристорного плеча, не принявшего токовую нагрузку. Выполнен анализ отличительных особенностей параметров нормального и ненормального режимов работы ВИП.

В третьей главе представлена имитационная модель системы «тяговая подстанция–тяговая сеть–электровоз» и доказана ее адекватность. Приведены функционально-логические схемы блоков, с помощью которых реализован алгоритм определения плеча, не принявшего токовую нагрузку.

В четвертой главе разработан альтернативный алгоритм управления преобразователем при неотпирании одного из тиристорных плеч, с адаптацией углов фазового регулирования. Приведен порядок подачи импульсов управления для реализации альтернативного алгоритма. Представлены результаты моделирования работы алгоритма на математической и имитационной модели.

В пятой главе приведено описание физической модели и результаты моделирования алгоритмов мониторинга и альтернативного управления. Результаты физического моделирования, подтверждающие правильность теоретических выводов и практических решений.

В заключении диссертации изложены итоги проведенного научного исследования.

По структуре и качеству оформления диссертационной работы Супруна Д. А. замечаний нет. Материал изложен ясно, грамотным техническим языком, а главы логически взаимосвязаны.

4 Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением основных положений теоретической электротехники, электроники, принципов математического моделирования. Достоверность подтверждается приемлемым совпадением полученных в работе результатов с данными эксперимента, на физической модели на лабораторной базе ДВГУПС.

5 Достоверность и новизна полученных результатов

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.

Новизна полученных результатов подтверждается наличием патента на изобретение (№ 2766917) и двух свидетельств о регистрации программы для ЭВМ (№ 2022662831 и № 2023680495).

6 Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов

На основании полученных результатов математического моделирования в среде Matlab/Simulink предложены технические решения, позволяющие

реализовать контроль над преобразователем при непринятии тиристорным плечом ВИП токовой нагрузки. Разработан программный продукт, позволяющий осуществить определение неоткрывшегося плеча и подачу импульсов управления в соответствии с предложенным альтернативным алгоритмом. Создана физическая модель, позволяющая проводить дальнейшее исследование электромагнитных процессов в силовых цепях электровоза. Результаты диссертационной работы также внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО ДВГУПС.

7 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Несмотря на общую положительную оценку выполненной работы, имеются отдельные замечания:

1. Не рассмотрена работа предлагаемой системы альтернативного управления в режиме рекуперации.

2. В разделе 3.2, посвященном оценке адекватности модели системы «контактная сеть - электровоз», приведены результаты расчетов кривой выпрямленного напряжения и ее сравнение с данными экспериментов. Однако, отсутствует описание и схема модели, с использованием которой были выполнены расчеты.

3. Для синхронизации работы преобразователя с сетью используется подход, основанный на применении разложения в ряд Фурье, достаточно сложный в реализации и имеющий ограничения по быстродействию. В качестве альтернативы было бы целесообразно рассмотреть метод фазовой синхронизации, хорошо зарекомендовавший себя для решения таких задач.

4. В разделе 3.3 для определения гармонического состава выпрямленного напряжения в блоке гармонического преобразования используется непрерывное преобразование Фурье. В диссертации не указано, какой временной интервал и какая форма окна используется для этого преобразования. Также, было бы целесообразно рассмотреть возможность применения вейвлет-преобразования.

5. При имитационном моделировании учтено влияние второго электровоза, однако в действительности на одной фидерной зоне количество электровозов значительно больше двух.

6. Не указан шаг по времени работы системы по выявлению отказавшего тиристорного плеча. Нет оценки минимального количества измерений на одном периоде сетевого напряжения, при котором возможно функционирование разработанных алгоритмов выявления неисправностей.

7. Некоторые критерии оценки состояния ВИП основаны на сравнении параметров двух смежных полупериодов. Учитывая различие характеристик тиристоров, логичнее использовать для сравнения полупериоды выпрямленного напряжения, полученные при работе одних и тех же плеч, то есть через один.

8. Отсутствует описание работы алгоритма определения неоткрывшегося плеча при появлении несимметричных искажений сетевого напряжения.

9. Целью диссертации является «повышение работоспособности», однако, нет количественной оценки насколько она повышается.

10. По тексту диссертации наблюдаются опечатки, ошибки орфографического и пунктуационного характера.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки представленной к защите диссертации.

8 Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и достаточно полно отражает ее основные положения.

9 Соответствие диссертационной работы и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат написаны технически грамотным языком, текст диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

10 Заключение по диссертации о соответствии ее требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Представленная диссертация Супруна Демьяна Андреевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития железнодорожной отрасли, в частности для повышения работоспособности электрооборудования магистральных электровозов переменного тока. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертация выполнена самостоятельно, обладает внутренним единством и методологической ценностью. В диссертации предложен новый научно обоснованный способ определения номера неоткрывшегося плеча и резервный алгоритм управления исправными плечами с возможностью адаптации угла фазового регулирования в автоматическом режиме. Данный факт свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации требованиям п. 10 Положения о присуждении ученых степеней.

Количество публикаций Супруна Д.А., в которых изложены основные положения диссертации полностью соответствует установленным требованиям. Автор опубликовал 15 печатных работ, в том числе 5 в изданиях их перечня, определенного ВАК России, и одну – в международной базе Scopus. Получен патент на изобретение и 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Это позволяет сделать вывод о соответствии диссертации требованиям п. 11, 12 и 13 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертации автор ссылается на источники заимствования материалов и результатов, что соответствует п. 14 Положения о присуждении ученых степеней.

11 Заключение

В целом, диссертационная работа Супруна Демьяна Андреевича «Система альтернативного управления выпрямительно-инверторным преобразователем электровоза переменного тока в режиме тяги», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент

Колпахчян Павел Григорьевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (отрасль науки -технические), по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», доцент, профессор кафедры «Электрическая тяга» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра II»

«13» июни

З Колпахчян Павел Григорьевич

Почтовый адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.9

Электронная почта: kolpakhchyan@pgups.ru

Контактные телефоны: +7 (812) 457-85-36



Подпись руки	<u>Колпахчян П. Г.</u>
Удостоверяю.	
Начальник Службы управления персоналом	<u>Г.Е. Егоров</u>
университета	
« 14 »	106 2024 г.