


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  
« 17 » ноября 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 Волчек Татьяны Витальевны «Повышение эффективности системы ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровозов 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

В настоящее время на эксплуатируемом электрическом подвижном составе с коллекторными тяговыми электродвигателями (ТЭД) применяется ослабление возбуждения ТЭД в качестве одного из способов регулирования скорости движения и силы тяги. Данный способ является достаточно простым, эффективным и экономичным.

У большинства серий электровозов и электропоездов ослабление возбуждения ТЭД реализуется в электрической схеме изменением тока возбуждения путем подключения параллельно обмоткам возбуждения регулируемых шунтирующих резисторов с последовательно включенными индуктивными шунтами. Известны также недостатки данного способа регулирования: дискретность регулирования с ограниченным числом ступеней, броски токов якорей ТЭД в моменты включения ступеней ослабления возбуждения, наличие заметных пульсаций в кривой тока возбуждения ТЭД на электроподвижном составе переменного тока,

дополнительные потери энергии в шунтирующих резисторах и индуктивных шунтах. Кроме того, имеют место случаи несанкционированного снятия с электровозов индуктивных шунтов, в результате становится невозможным использование ослабления возбуждения ТЭД.

Совершенствование существующей системы ослабления возбуждения ТЭД, применяемой на электровозах переменного тока, является важной задачей, имеющей существенное значение для повышения скорости движения и массы поездов, увеличения пропускной и провозной способности железных дорог Восточного полигона в соответствии со стратегией развития железнодорожного транспорта, изложенной в документе «Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года», утвержденном распоряжением Правительства РФ от 19.03.2019 г. № 466-р.

Таким образом, тема диссертационной работы Волчек Т. В., посвященная совершенствованию системы ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровозов переменного тока, несомненно актуальна.

## **2. Новые научные результаты, полученные в диссертации**

Разработан и предложен алгоритм управления системой ослабления возбуждения ТЭД на основе силовых управляемых полупроводниковых приборов, в качестве которых использованы IGBT-транзисторы, обеспечивающий плавное регулирование тока возбуждения путем изменения длительности открытого состояния транзисторов, значительное снижение пульсаций тока возбуждения за счет шунтирования обмоток возбуждения IGBT-транзисторами.

Разработан способ управления режимом ослабления возбуждения ТЭД электровоза переменного тока, позволяющий плавно регулировать ток возбуждения и силу тяги в этом режиме.

Получено аналитическое выражение для определения коэффициента ослабления возбуждения при плавном регулировании тока в обмотке возбуждения ТЭД электровоза переменного тока.

## **3. Научная и практическая ценность диссертации**

Научная и практическая ценность диссертационного исследования заключается в разработке научно обоснованных подходов к повышению эффективности системы управления ТЭД электровоза переменного тока и совершенствования способа регулирования тока возбуждения ТЭД.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в следующем:

– разработано схемное решение усовершенствованной системы ослабления возбуждения ТЭД на базе IGBT-транзисторов, позволяющее исключить из силовой схемы электровоза индуктивные шунты и уменьшить количество электропневматических контакторов;

– разработано техническое решение по управлению режимом ослабления возбуждения ТЭД, которое обеспечивает плавное регулирование и снижение пульсаций тока возбуждения ТЭД не менее чем на 80 %, способствует повышению технической скорости движения электроподвижного состава;

– уточнена математическая модель системы «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз переменного тока», в режиме ослабления возбуждения ТЭД, реализованная в среде MatLab, позволяющая исследовать электромагнитные процессы, протекающие в тяговых электродвигателях электровоза со штатной и предлагаемой системами регулирования тока возбуждения;

– разработан научный экспериментальный стенд для исследования работы электровоза в режиме тяги с ослаблением возбуждения ТЭД.

#### **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 ослабления возбуждения ТЭД, совпадением их с полученными результатами стендовых испытаний и с реальными процессами на электровозах переменного тока.

Решение поставленных задач производилось с использованием методов математического моделирования в среде MatLab/Simulink и в программном комплексе «КОРТЭС», методов планирования эксперимента, методов сбора и математической обработки результатов эксперимента. Экспериментальные исследования проводились на стенде, имитирующем систему управления тяговым двигателем электровоза переменного тока.

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

Научная значимость результатов, полученных автором диссертации, состоит, прежде всего, в обосновании способа плавного регулирования тока

возбуждения ТЭД электровозов переменного тока, позволяющего улучшить регулировочные качества электроподвижного состава, обеспечивающего повышение показателей использования электровозов в эксплуатации и способствующего улучшению условий работы ТЭД за счет исключения бросков тока в момент переключения ступеней ослабления возбуждения и значительного снижения пульсаций тока возбуждения.

Автором проведены теоретические исследования предлагаемого способа регулирования в системе ослабления возбуждения ТЭД, разработан алгоритм управления в предложенной системе на базе IGBT-транзисторов.

В диссертации уточнены математические модели электровоза переменного тока, работающего в режиме тяги с использованием штатной и предлагаемой системы ослабления возбуждения ТЭД, разработан экспериментальный стенд для исследования электромагнитных процессов.

Полученные в диссертационной работе результаты имеют большое значение для решения задач, направленных на повышение скорости движения и массы поездов и увеличение ресурса работы коллекторных ТЭД постоянного тока на электровозах 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 способ управления режимом ослабления возбуждения ТЭД и алгоритм управления предлагаемой системой ослабления возбуждения ТЭД на базе IGBT-транзисторов.

Высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку инженеров по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог», специализации «Электрический транспорт железных дорог», рекомендовать изучение студентами уточненной математической модели «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз переменного тока», принципов плавного регулирования системы ослабления возбуждения ТЭД электровозов переменного тока с использованием IGBT-транзисторов и методики расчета параметров такой системы.

## **7. Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы**

Основные результаты выполненного диссертационного исследования изложены в 23 опубликованных научных работах, из которых семь научных статей 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 работы были доложены и обсуждались на пяти Всероссийских научно-практических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь» (Иркутск, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021); трех Международных научно-практических конференциях «Транспортная инфраструктура сибирского региона» (Иркутск, 2018, 2019, 2020); молодежном конкурсе проектов «Новое звено» (Москва, 2019); Международной научной конференции «Инновационные технологии развития транспортной отрасли» (Хабаровск, 2019); заседании секции «Локомотивное хозяйство» Научно-технического совета ОАО «РЖД» (протокол № 3 от 20.03.2020 г.); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава» (Красноярск, 2020); Международной научно-технической конференции «Локомотивы. Электрический транспорт. XXI век» (Санкт-Петербург, 2020 г.), а также на заседаниях кафедры «Электроподвижной состав» ФГБОУ ВО ИрГУПС.

## **8. Основные замечания по диссертации**

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

2. Нет обоснования, почему из всех силовых полупроводниковых приборов выбран именно IGBT-транзистор для предлагаемой системы ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровоза.

3. В тексте диссертации недостаточно раскрыт вопрос работы предлагаемой системы ослабления возбуждения тяговых электродвигателей на электровозах при нестационарных режимах. Как данная система будет выполнять функции индуктивного шунта?

4. Из текста диссертации неясно, какой тип датчика тока устанавливается в якорной цепи, его время срабатывания?

5. При моделировании работы электровоза переменного тока в программной среде «КОРТЭС» техническая скорость на участке Зима –

Иркутск-Сортировочный получилась более 60 км/ч, когда на самом деле значительно меньше, с чем это связано?

6. Отсутствует вывод об адекватности работы математической модели.

7. В п. 3 выводов по разделу 3 правильнее написать «...снизит пульсацию магнитного потока главных полюсов, а, следовательно, уменьшатся вихревые токи в остове двигателя...».

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

По результатам обсуждения диссертации «Повышение эффективности системы ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровозов 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 Волчек Татьяны Витальевны является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, позволяющие улучшить эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава, повысить их эксплуатационную надежность и работоспособность, 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, Волчек Татьяна Витальевна, 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 № 4 от 15 ноября 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](mailto: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 Волчек Татьяны Витальевны, и их дальнейшую обработку.



С. Г. Шантаренко