

**ОТЗЫВ**  
официального оппонента по диссертационной работе  
Мельниченко Олега Валерьевича  
«ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЯГОВЫХ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Основной целью ОАО «РЖД» в экономической стратегии является снижение стоимости грузоперевозок, а одним из ее направлений – экономия электроэнергии, затраты на которую являются основной статьёй расходов Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД». Поскольку все эксплуатируемые в России электровозы переменного тока с коллекторными электродвигателями имеют низкий уровень энергетических показателей в режимах тяги и рекуперативного торможения, исходными ориентирами инвестиционного и инновационного развития ОАО «РЖД» до 2030 года в области локомотивостроения является модернизация существующего локомотивного парка с повышением его тягово-энергетических показателей. Диссертация О.В. Мельниченко посвящена решению проблемы повышения энергоэффективности и работоспособности электроприводов электровозов переменного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения, многие аспекты которой являются предметом дискуссий на страницах отечественных и зарубежных научных журналов. Таким образом, выбранная диссидентом тема исследования актуальна и представляет существенный интерес для работников транспорта.

Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, двух приложений, библиографического списка из 259 наименований и содержит 347 страниц основного текста, 45 таблиц и 237 рисунков.

Во введении проведен анализ причин снижения энергетических показателей электровозов переменного тока, изложены и обоснованы суть и актуальность решаемой в диссертации проблемы, отмечены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дана характеристика современного состояния рассматривае-

мых проблем повышения тягово-энергетических показателей электроприводов электровозов переменного тока для режимов тяги и рекуперативного торможения. На основе выполненного анализа намечены пути повышения энергетической эффективности и работоспособности тяговых электроприводов электровозов переменного тока, сформулированы цель диссертационной работы и задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

Во второй главе выполнено аналитическое исследование физических процессов работы ВИП электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения методом анализа мгновенных схем замещения на первой и четвёртой зонах регулирования при типовом (без включения диодного плеча) и предлагаемых алгоритмах с включением диодного плеча параллельно цепи выпрямленного тока. Анализическим исследованием доказано повышение коэффициента мощности электропривода электровоза переменного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения при применении диодного разрядного плеча и нового алгоритма управления преобразователем.

Третья глава посвящена исследованию путей снижения коммутационных колебаний напряжения контактной сети. В ней детально выполнен анализ системы разнофазного управления несколькими преобразователями и доказано, что применение новых энергосберегающих алгоритмов разнофазного управления ВИП электровоза совместно с диодным разрядным плечом позволяют значительно снизить коэффициент искажения синусоидальности напряжения контактной сети и повысить коэффициент мощности электровоза.

В четвертой главе на основе результатов предыдущих глав создана уточненная математическая модель системы «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз» с целью проведения исследований электромагнитных процессов работы ВИП электровоза с учетом применения диодного плеча, разнофазного управления и новых алгоритмов управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения.

Пятая глава содержит результаты математического моделирования электромагнитных процессов работы ВИП электровоза в режимах тяги и рекуперативно-

го торможения с типовым и предлагаемым алгоритмами управления с применением диодного плеча в силовой схеме ВИП, в том числе и с применением предлагаемого разнофазного управления, которые подтверждают правильность выбранных путей повышения энергетической эффективности электроприводов электровозов переменного тока.

Шестая глава посвящена повышению надежности работы ВИП электровоза в режиме тяги при возникновении аварийных режимов, вызванных пропуском импульсов управления, подаваемых на тиристоры плеч ВИП. Показано, что предлагаемый алгоритм управления с диодным разрядным плечом обеспечивает наличие резерва любого тиристорного плеча ВИП, не принявшего нагрузку на всех зонах регулирования, что даёт возможность машинисту электровоза довести поезд до ближайшей станции без возникновения бросков тока тяговых двигателей, что ранее при работе типового алгоритма управления не предоставлялось возможным.

В седьмой главе автором предлагается разработанный на базе IGBT-транзисторов ВИП электровоза, который может уже сегодня заменить ВИП на тиристорах с минимальными изменениями его типовой силовой схемы. Применение полностью управляемых транзисторов в ВИП позволило разработать новые алгоритмы его управления в режимах тяги и рекуперативного торможения, которые значительно компенсируют индуктивный характер нагрузки электровоза и, тем самым доведя его коэффициент мощности близко к единице во всём диапазоне управления.

В восьмой главе представлены технические решения по реализации предлагаемых способов повышения энергетической эффективности электроприводов электровозов переменного тока, а так же результаты эксплуатационных испытаний электровоза с новыми алгоритмами разнофазного управлением ВИП и диодным разрядным плечом. Для исследования разработанных принципов, структуры и схемного решения ВИП на основе IGBT-транзисторов с новыми его алгоритмами управления разработаны лабораторные стенды имитации работы ВИП электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке принци-

па, структуры и схемного решения ВИП на основе IGBT-транзисторов с частотой коммутации, соответствующей частоте питающей сети, а также его нового алгоритма управления, разработке способа управления ВИП, который позволяет повысить коэффициент мощности электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения с учетом включения параллельно цепи выпрямленного тока диодного плеча и применения нового энергосберегающего алгоритма разнофазного управления ВИП.

Впервые предложен способ повышения работоспособности ВИП электровоза при отсутствии импульсов управления на тиристорах за счет резервирования аварийных плеч ВИП диодным плечом и работы ВИП по алгоритму управления с одновременной коммутацией тиристорных плеч.

Практическая значимость заключается в том, что предложенная соискателем концепция комплексного подхода в проведении исследований и проведения испытаний на реальном электровозе позволила получить схемные и конструктивные решения, позволяющие значительно повысить энергетические показатели электровоза и его работоспособность, а результаты диссертационной работы реализованы в полном объеме в ряде научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Многочисленные патенты на изобретения, полученные автором в процессе выполнения диссертации, доказывают научную новизну и практическую значимость технических решений, разработанных в диссертации.

Вместе с этим, по диссертационной работе О.В. Мельниченко имеются замечания:

1. В главе 2 и 3 автор предлагает новые алгоритмы управления преобразователями электровоза, которые несколько усложнены по сравнению с типовым алгоритмом. Однако автор не дает оценки усложнения алгоритмов, не показывает путей их реализации в системе управления электровоза и влияния предлагаемых изменений на надёжность работы преобразователя.

2. Во второй главе отсутствуют выводы по аналитическому исследованию физических процессов работы ВИП электровоза в режиме тяги.

3. Главы 2 и 6 перегружены рисунками мгновенных схем замещения, что повлекло за собой увеличение объёма диссертации.

4. В главе 3 разработаны новые энергосберегающие алгоритмы разнофазного управления ВИП электровоза совместно с диодным разрядным плечом. Однако в тексте диссертации нет подробного обоснования тому, почему в середине полупериода в диапазоне углов регулирования от 50 до 130 эл. град. реализуется максимальное время задержки, равное полупериоду 7-й гармоники напряжения сети, а на краях полупериода в интервалах углов от  $\alpha_0$  до 50 эл. град. и от 130 до 170 эл. град. задержка происходит на минимальное время, равное полупериоду 31 гармоники.

5. В главе 8 представлены лабораторные стенды имитации работы ВИП электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения, которые являются примерами физических моделей. Однако для этих моделей не применены положения теории подобия с реальным объектом.

Перечисленные недостатки не снижают общего положительного впечатления от работы, не влияют на научное содержание и результаты диссертации О.В. Мельниченко.

Критический анализ диссертации Мельниченко О.В. позволяет сделать заключение о высоком теоретическом уровне и практической значимости полученных в ней результатов. Работа обладает четкой структурой, материал подается автором в логической последовательности. Её результаты в полной мере опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и докладывались на международных, всероссийских, отраслевых и региональных научно-технических конференциях, выставках и конкурсах.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

В целом, считаю, что работа Мельниченко О.В. выполнена на высоком научном и практическом уровне и представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие и повышение эффективности железнодорожного транспорта страны – предложены и опробованы ре-

шения, позволяющие повысить энергетическую эффективность тягового подвижного состава переменного тока и снизить расход электроэнергии на тягу поездов.

Таким образом, диссертация Олега Валерьевича Мельниченко «Повышение энергетической эффективности тяговых электроприводов электровозов переменного тока» соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, и соответствует п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Заведующий кафедрой  
«Электропоезда и локомотивы»  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего профессионально образования  
«Московский государственный университет  
путей сообщения»,  
доктор технических наук, доцент

О.Е. Пудовиков

Пудовиков Олег Евгеньевич  
127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9  
тел. 8 (495) 684-23-86  
E-mail: olegep@mail.ru