

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию
Гулямова Камола Хикматовича
на тему: «Энергетическая установка электромобиля с системой
многоканального преобразования постоянного напряжения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и
системы**

Актуальность темы исследования.

Несомненно, что одним из глобальных векторов развития современного автомобилестроения является создание и совершенствование конструкций электромобилей (ЭМБ) и автомобилей с комбинированной энергоустановкой (АКЭУ). Данное направление развития, по прежнему, следует считать наиболее перспективным. И причин этому масса, остановимся здесь, лишь на вопросах конструкторско-технологического роста, поскольку развитие ЭМБ и АКЭУ по сути вытягивает развитие многих отраслей научно-технической деятельности, в том числе программной инженерии, электроники, электромеханики, общей электротехники, а также обеспечивает развитие базы новых материалов и многое другое.

Несмотря на развитие производства высокоэффективных и комфортабельных электромобилей, н пути их массового производства стоят ряд проблем снижающие их привлекательность для потребителей. Первоочередными проблемами можно считать высокая стоимость. Кроме этого существует ряд других проблем такие как ограниченный ресурс и малый запас хода аккумуляторных батарей, большое время заряда и недостаточная развитость зарядной инфраструктуры и т.д. Немаловажной проблемой повышающий стоимость электромобиля является большая сложность и неудовлетворительные массогабаритные показатели аккумуляторных батарей.

Предложенная в данной диссертационной работе применения повышающего многоканального преобразователя постоянного напряжения является одним из возможных способов решения проблемы массогабаритных показателей ЭМБ. Данное предложение особенно актуально в электрических транспортных средствах в которых требуется высокое напряжение питания.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В представленной диссертации определены энергетические характеристики силового электропривода электромобиля при разном уровне напряжения питания. Основные показатели, влияющие на энергетические и массогабаритные показатели силовой установки изучены достаточно подробно. Результаты экспериментальных исследований, проведенных на построенной имитационной модели повышающего преобразователя в составе электрооборудования тягового электропривода, позволили сделать анализ энергетических характеристик электромобиля. Результаты анализов показали эффективность применения электропривода с более высоким напряжением, а применение повышающего преобразователя с точки зрения оптимизации массогабаритных показателей аккумуляторной батареи и снижении его сложности и стоимости обоснованным.

Достоверность и новизна полученных результатов диссертационной работы обосновано теоретически и подтверждена удовлетворительным совпадением результатов исследования имитационной модели повышающего преобразователя с результатами экспериментальных исследований физической модели проектируемая в рамках данной диссертационной работы на кафедре «Электротехника и электрооборудование» МАДИ. Научной новизной данной диссертационной работы заключается в том, что автором на основе применения современной вычислительной техники удалось:

- разработать имитационную модель повышающего преобразователя постоянного напряжения (конвертора) в составе тягового электропривода электрического транспортного средства;

- составить методику расчета по определению параметров повышающего преобразователя применяемого в составе электрооборудования электрического транспортного средства;

- применением повышающего преобразователя удалось получить источник с высоким напряжением, менее сложным и менее затратным способом, который дает возможность также оптимизировать массогабаритные показатели аккумуляторной батареи.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов заключается в том, что разработанная имитационная модель силового электропривода электрического транспортного средства дает возможность анализировать энергетические характеристики силовой установки электромобиля при различных значениях параметров источника. Предложенная автором методика расчета может быть использована при

проектировании преобразователей, используемых не только в легковых, но и в грузовых и пассажирских электрических транспортных средствах. Кроме этого построенная имитационная модель позволяет использовать различные стандартизированные ездовые циклы движения автомобилей что дает возможность анализировать тяговые и скоростные характеристики в условиях очень близкой к реальным.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа Гулямова Камола Хикматовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой выполнено исследование энергетических показателей силовой установки электромобиля с целью повышения энергетической эффективности и оптимизации массогабаритных показателей. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 113 наименований.

Во введении приведены поставленные цели и задачи исследования, обоснована актуальность темы диссертации, приведена научная новизна, а также теоретическая и практическая значимость работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена теоретическим исследованиям в области импульсных преобразователей постоянного напряжения. Целью этих исследований, определение наиболее подходящей схемной реализации для применения в тяговых электроприводах большой мощности. Приведен анализ тяговой характеристики электродвигателя в зависимости от изменения питающего напряжения.

Вторая глава посвящено расчетным исследованиям тяговой системы, а также определению параметров повышающего преобразователя постоянного напряжения, интегрированного в силовую установку электромобиля.

Расчетные исследования приведены с использованием методики составленной и представленной в данной главе диссертации. Подробно описаны расчеты по выбору основных элементов импульсных преобразователей постоянного напряжения, а также системы управления ключевыми элементами преобразователя.

Третья глава диссертационной работы посвящена составлению математической модели элементов силовой установки электромобиля в том числе повышающего преобразователя постоянного напряжения трехканального типа.

В четвертой главе представлена составленная имитационная модель тяговой системы электромобиля в том числе трехканального преобразователя постоянного напряжения интегрированная в силовую цепь постоянного тока. Кроме этого приведены результаты экспериментов, проведенных на

имитационной модели при разных значениях напряжения источника, а также с применением и без применения повышающего преобразователя.

Анализ результатов исследования показывают эффективность и целесообразность применения предложенного способа повышения напряжения источника.

В пятой главе представлены результаты проектирования физической модели повышающего преобразователя постоянного напряжения. Кроме этого приведены результаты экспериментальных исследований в лабораторных условиях, а также сравнение с результатами имитационного моделирования. Как показывают результаты экспериментов расхождение параметров не превышает допустимого значения.

Замечания и недостатки, выявленные в диссертации

Диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на достаточно высоком уровне. Вместе с тем следует отметить следующие недостатки и замечания:

1. Недостатком работы вводной части диссертации, является отсутствие фамилий известных ученых, внесших наиболее существенный вклад в развитие представляемой диссертантом темы работы. Однако в автореферате, данное замечание не прослеживается и на стр. 4 (степень разработанности темы) фамилии ведущих ученых в рассматриваемой диссертации области исследования - присутствуют.
2. Приведенная на стр. 6 основного текста диссертации, проблема, связанная с тем, что во многих развитых странах, не имеющих доступ к большим объемам возобновляемых источников энергии (гидро- и ветроэнергетика), большая часть электроэнергии производится на атомных (АЭС) и тепловых (ТЭЦ) электростанциях и это снижает привлекательность электромобилей с точки зрения экологичности, все же не в полной мере проработана автором диссертации. Дело в том, что в рамках развития интеллектуальных технологий распределения электроэнергии, особенных различий в реализации алгоритмов перераспределения энергии от крупных генерирующих мощностей или таких, как например систем гидроэлектростанций, ветрогенераторов, станций солнечных батарей по сути не существует. Есть, как раз проблема организации рационального распределения электроэнергии в пиковое время нагрузок. И с учетом развития электротранспорта, как раз эта проблема может стать препятствием в повышении эксплуатационной эффективности электромобилей и автомобилей с комбинированной энергоустановкой.

3. В первой главе проведено излишне подробное исследование преобразователей напряжения на предмет возможного использования их в системе бортового электрооборудования электромобилей. Со стр.17 по стр. 34 основного текста диссертации рассматриваются: обратногоходовой импульсный преобразователь; прямоходовой импульсный преобразователь; преобразователи с двухтактным выходом; преобразователи с полумостовым выходом (half bridge converter); преобразователи с мостовым выходом (full bridge converter); неизолированные двунаправленные преобразователи постоянного напряжения; повышающий преобразователь постоянного напряжения; преобразователь с изменением полярности выходного напряжения; Преобразователь с любым выходным напряжением. Анализ преобразователей напряжения с определением их достоинств и недостатков более гармонично смотрелся в рамках объединенной таблицы, в которой можно было привести результаты совместного анализа существующих конструкций.

4. Во второй главе, хотелось бы увидеть квинтэссенцию предлагаемой методики определения основных параметров преобразователя в виде структурной схемы или алгоритма, отражающего логику проведения расчетных операций.

5. В четвертой главе (параграф 4.2 исходные данные для моделирования, стр. 98), все же не в полной мере понятна структура имитационной модели, представленной на рис. 4.1. Требуется ее пояснение. А также возникает дискуссионный вопрос по используемым в имитационных моделях стандартным блокам библиотеки Matlab/Simulink. Насколько предлагаемые в прикладном пакете блоки, адекватны их реальным прототипам.

6. Анализ результатов экспериментов, проведенных в четвертой главе диссертации (п. 4.4.2, стр. 119), был бы более удачным, если был совмещен в соответствующую таблицу результатов.

7. В работе упоминается об улучшении тяговой и скоростной характеристики, но при проведении экспериментов замечены улучшение только энергетических характеристик. Следовало бы провести дополнительные эксперименты в условиях, когда будут расхождения тяговых и скоростных характеристик при изменении напряжения питания;

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижает общую достаточно высокую оценку теоретических и практических результатов диссертационной работы.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертационной работы. Представленный автореферат соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11. – 2011 «Система стандартов по информации, библиотечному издательскому делу» стандартнорм. – 2012, также требованиям п.25 Положения о присуждении ученых степеней.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Гулямова Камола Хикматовича на соискание ученых степеней кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»,

- по пункту 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертационной работе представлены рекомендации по повышению энергетической эффективности и улучшению массогабаритных показателей системы тягового электрооборудования электромобиля. Предложенные автором в диссертационной работе аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

- по пункту 11 основные положения и результаты, представленные в диссертационной работе опубликованы автором в 9 научных публикациях, в том числе 5 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

- по пункту 14 заимствованные материалы имеют ссылки на источники. В диссертационной работе автор использовал результаты исследований, выполненный им лично и в соавторстве, что отмечены в работе.

Диссертация Гулямова Камола Хикматовича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится новые научно обоснованные технические решения по улучшению энергетических и массогабаритных показателей электромобилей. Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842, соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы». Диссертация имеет существенное значение для развития транспортных средств на электрической тяге и энергетических комплексов в их составе, а автор заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент

Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук

050.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»,

443100, г. Самара, ул. Первомайская, 18, корпус 1, ауд. 205

Телефон: 278-44-60 Адрес электронной почты: kozlovskiy-76@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет»

Заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника»


В.Н. Козловский

Отзыв составлен 14.08.2018 года.

Козловский Владимир Николаевич

Российская Федерация, д.т.н., заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (СамГТУ), 443100, Приволжский федеральный округ, Самарская область, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244, <http://samgtu.ru>.

Подпись д.т.н., Козловского Владимира Николаевича заверяю,

Ученый секретарь



Малиновская Ю.А.

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Гулямова Камол Хикматовича

«ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ С СИСТЕМОЙ МНОГОКАНАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ»,

по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность темы исследования

Транспортные системы оказывает значительное воздействие на окружающую среду, на них приходится 20—25 % мирового потребления энергии и выбросов углекислого газа. Автомобильный транспорт является одной из основных причин локального загрязнения воздуха и образования смога. В настоящее время 95 % энергии, потребляемой автотранспортными средствами, приходится на нефть. Одним из способов снижения воздействия на окружающую среду и решения связанных с этим проблем является применение перспективных видов транспортных средств, в том числе электромобилей, использующих электрическую энергию. Структура тяговой электропередачи электромобиля предполагает преобразование электрической энергии тяговой аккумуляторной батареи в механическую энергию вращения тягового электродвигателя. При существующих в настоящее время тяговых аккумуляторных батареях с относительно низким напряжением до 400 В и мощностью тяговых двигателей достигающих 100 кВт и более, токовые нагрузки тягового электрооборудования составляют нескольких сотен ампер, что приводит к увеличению массы и габаритов электрооборудования и снижению эффективности электромобиля.

Повышение напряжения источника питания позволяет снизить токовые нагрузки компонентов тягового электрооборудования, дополнительные потери и улучшить энергетические показатели тягового электропривода. Оппонируемая работа посвящена исследованию и разработке одного из вариантов повышения напряжения источника для питания тягового преобразователя и, несомненно, является **актуальной** задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Соискатель на основании опубликованных данных провел анализ существующих преобразователей постоянного напряжения, их преимуществ и недостатков. Выполнил обзор способов импульсного регулирования постоянного напряжения и подробно рассмотрел схемы ряда преобразователей. Обосновал и осуществил выбор обратимого

преобразователя постоянного напряжения для электроприводов транспортного назначения большой мощности.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обусловлены корректностью постановки задачи, правильным использованием имитационных моделей, обоснованностью принятых допущений, а также подтверждена экспериментальной проверкой на физических моделях.

Научной новизной диссертации являются:

- предложенная структура и схема обратимого преобразователя постоянного напряжения (ОППН) для электроприводов транспортного назначения;

- методика определения и расчета параметров основных компонентов ОППН для системы тягового электрооборудования электрического транспортного средства;

- математическая модель ОППН в составе системы тягового электрооборудования электрического транспортного средства.

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 печатных работах, в том числе пять статей в изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России. Результаты диссертации неоднократно обсуждались на конференциях, в том числе с международным участием, и получили одобрение ведущих специалистов.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

В целом результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области применения высоковольтного тягового электропривода с использованием ОППН в силовой установке электрического транспортного средства.

Разработанная имитационная модель электромобиля с применением обратимого преобразователя постоянного напряжения во входной цепи постоянного тока, позволяют осуществлять подробный анализ характеристик электрического транспортного средства с целью дальнейшей технической реализации.

Предложенная методика расчета может быть использована при проектировании повышающего преобразователя постоянного напряжения для применения в состав силовой установки электрического транспортного средства.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (113 наименований) и трёх приложений. Общий объём работы составляет 156 страницы машинописного текста, включая таблицы и рисунки.

Структура диссертации построена логично - от анализа и оценки способов повышения постоянного напряжения к разработке структуры и схемы преобразователя, исследования на имитационной модели, а затем изготовление макетного образца и проведение экспериментальных исследований.

Все поставленные в исследовании задачи полностью решены:

- анализ существующих преобразователей постоянного напряжения, их преимуществ и недостатков, выбор структуры и схемы преобразователя для электроприводов большой мощности транспортного назначения;
- разработана методика определения и расчета параметров основных компонентов обратимого преобразователя постоянного напряжения для системы тягового электрооборудования электрического транспортного средства;
- разработка комплексная математическая модель преобразователя постоянного напряжения в составе системы тягового электрооборудования электрического транспортного средства;
- исследовано повышение эффективности электропривода и снижение массогабаритных показателей электрического транспортного средства с применением преобразователя постоянного напряжения;
- техническая реализация исследуемого преобразователя постоянного напряжения и проведение экспериментальных исследований при различных условиях и режимах работы.

Диссертацию можно рассматривать как завершенную научную работу, в которой решены все поставленные задачи.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Оформление диссертации и автореферата отвечает требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Наряду с несомненными достоинствами диссертации следует отметить следующее:

1. На стр. 28 ошибочное утверждение «Чем больше выходное напряжение, тем меньше время включения транзистора».
2. На стр. 29 некорректно использован термин действующее значение выходного напряжения, когда речь идет о среднем значении напряжения.
3. На стр. 30 схема преобразователя изображена с ошибкой подключения диода.

4. При описании работы преобразователя ОППН мгновенные схемы замещения на рис.1.27 – рис.1.32 не соответствуют временным диаграммам рис. 1.26.

5. При определении токовых нагрузок преобразователя ОППН стр. 58 и стр.59 не определена величина входного напряжения, которая в процессе эксплуатации может изменяться на $(15\div 20)\%$ номинального значения, что вносит некоторую неопределенность при расчете.

6. При разработке математической модели ОППН автором допущены некорректные преобразования мгновенных схем замещения преобразователя на различных интервалах проводимости полупроводниковых приборов (стр. 94).

Высказанные замечания не являются принципиальными и не умаляют ценности диссертации.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям и критериям

Авторские публикации отражают основные положения и выводы диссертации достаточно полно. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты выполненных исследований. Диссертация соответствует специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертация Гулямова Камол Хикматовича на соискание учёной степени кандидата технических наук соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»:

– по п. 10 - исследование обладает внутренним единством, содержит новые научно обоснованные положения и выводы для публичной защиты и свидетельствует о большом личном вкладе автора диссертации в область науки по повышению энергетической эффективности тягового электропривода электромобилей. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов, а предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

– по п. 11 - основные научные результаты диссертации Гулямова К. Х. опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, указанных на официальном сайте ВАК в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;

по п. 13 - количество авторских публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации Гулямова К. Х., в полной мере отвечают критериям «Положения о присуждении ученых степеней»;

по п. 14 - в диссертационной работе автор надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. В диссертации соискатель Гулямова К. Х., следуя установленному Положением порядку, во всех главах своего исследования делает ссылки на авторов, источники цитируемых и заимствованных материалов или научных положений. Так же выделены работы, выполненные соискателем лично и в соавторстве.

Заключение

Диссертация Гулямова Камол Хикматовича на соискание учёной степени кандидата технических наук является самостоятельной оконченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи повышения напряжения тяговой аккумуляторной батареи промежуточным преобразователем постоянного напряжения, имеющей существенное значение для повышению энергетической эффективности тягового электропривода электромобилей, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор, Гулямов Камол Хикматович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,

Литовченко Виктор Васильевич, кандидат технических наук,
05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и
электрификация

почтовый адрес: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9,
e-mail:Litov2002@mail.ru,

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)»,
доцент кафедры «Электропоезда и локомотивы»

Подпись руки	<i>Литовченко В.В.</i>
Заверяю	<i>09.08.2018</i>
Документовед 2 категории	<i>[подпись]</i>
	Н.М. Комиссарова



В.В. Литовченко
09 августа 2018 г.