

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной и  
инновационной работе

Ю.М. Боровин

« 15 » июля 2018 г.



## ОТЗЫВ

**ведущей организации 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.** Рассматривая перспективы развития автотранспортной отрасли, можно выделить несколько основных направлений, определяющие основные тренды отрасли: развитие автотранспортных средств с электрической тягой; совершенствование технологии производства автомобилей с комбинированной энергоустановкой; производство беспилотных автомобилей, адаптированных в транспортной системе.

Естественно, в развитии всех перечисленных видов транспортных средств (ТС) определяющим является система электрооборудования обеспечивающая функциональность тяговой и бортовой системы. Поэтому развитие системы электрооборудования является приоритетной и актуальной задачей поскольку от качества и эффективности ее работы зависит дальность пробега, комфортность и качество эксплуатации ТС в целом.

Повышение энергетической эффективности автотранспортных средств зависит от решения ряда задач в области электроники и электротехники. С развитием электроники и появлению новой высокопроизводительной преобразовательной техники, а также совершенствование

электромеханических преобразователей, наблюдается тенденция повышения требований к тяговым характеристикам современных электромобилей.

Однако на фоне стремительного развития вышеперечисленных основных накопителей энергии используемых в качестве источника питания в электромобилях заметно отстает. Несмотря на то что современные накопители имеют возможность накоплению большого количества энергии обеспечивающая дальний пробег они имеют ряд недостатков, к которым в основном относится большой вес и габариты. Таким образом оптимизация массогабаритных показателей аккумуляторных батареи, а также обеспечения источника энергии с высоким напряжением можно считать одной из актуальных задач, требующих решения.

Именно поэтому, считаем, что представленная к защите Гулямовым Камолом Хикматовичем диссертационная работа на тему: «Энергетическая установка электромобиля с системой многоканального преобразования постоянного напряжения» имеет значительную степень актуальности.

**Оценка структуры и содержания работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка принятых сокращений, списка литературы и приложений. В названии диссертации отражены предмет и тема исследования. Диссертация имеет внутреннее единство и стилистическую целостность. Выводы, полученные в результате проведенных исследований, имеют научную новизну и практическую полезность.

Во введении обоснована актуальность работы, поставлены цели и задачи исследования, сформулированы научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, описаны используемые в работе методы исследования.

В первой главе проведен комплексный анализ существующих схемных решений в области импульсных преобразователей постоянного напряжения с учетом назначения и области применения, осуществлен анализ их преимуществ и недостатков. Выделены конструкционные особенности повышающих преобразователей, наиболее подходящих для применения в электромобилях. Проведены теоретические исследования энергетических и тяговых характеристик электромобиля при повышении напряжения источника. Особое внимание в данной главе автором было уделено выбору структуры и типу преобразователя постоянного напряжения для применения в тяговой системе электромобиля.

Вторая глава посвящена составлению методики расчета основных параметров, а также определению и выбору основных элементов повышающего преобразователя большой мощности. Кроме этого в рамках данной главы автором проведены конструкционные расчеты по определению параметров основных узлов электромобиля, в том числе электрического двигателя, преобразовательной установки обеспечивающий регулирования координат электрической машины.

Автором особое внимание уделено теоретическим исследованиям по выбору систем управления импульсных преобразователей. Обоснованы применения цифрового способа управления, даны рекомендации по выбору систем управления, а также вскрыты преимущества и недостатки цифровых и аналоговых методов управления.

В третьей главе автором приведены математические описания элементов силового электрооборудования с целью их дальнейшего использования при создании имитационной модели. В данной главе подробно раскрыты и показаны математические описания аккумуляторной батареи, в том числе проведен теоретический анализ различных типов с целью выбора наиболее подходящего для применения в электромобилях. Показаны различные методы описания математического аппарата в том числе их преимущества и недостатки.

Автором достаточно подробно описана математическая модель электрической машины, а также преобразовательной установки (инвертора). Автором обосновано выбор в качестве тягового электродвигателя синхронный двигатель с постоянными магнитами, а также реализован векторный метод управления координатами выбранного электродвигателя.

Кроме этого приведены описания математической модели повышающего преобразователя постоянного напряжения трехканального типа которая в рамках данной диссертационной работы выбрана для повышения напряжения источника питания электромобиля.

В четвертой главе представлены результаты исследования тяговой системы электромобиля. Для реализации данной задачи применены современные методы компьютерного моделирования в среде Matlab. Автором проведены серии экспериментальных исследований на построенной модели с различными условиями с целью подтверждения необходимости и эффективности применения тяговых электроприводов с высоким напряжением, а также целесообразности применения повышающего преобразователя в силовом электроприводе электромобиля.

Пятая глава посвящена проектированию физической модели повышающего преобразователя постоянного напряжения и представлены результаты физических экспериментов.

В заключении выполненной работы сформулированы основные выводы.

#### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности.**

Диссертационная работа соответствует научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. Разделы диссертации соответствуют следующим разделам паспорта специальности:

1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.

2. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях.

#### **Соответствие автореферата диссертации её содержанию.**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. В автореферате отражены основные положения диссертации, приведены выводы и результаты исследования. Рукопись автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.011-2011 и требованиям п.25 Положения о присуждении ученых степеней.

#### **Личный вклад соискателя в получении результатов исследования.**

Личный вклад автора в получении результатов исследования состоит в выполнении теоретических и экспериментальных исследований. Автором самостоятельно составлена методика определения основных параметров повышающего преобразователя. Разработаны имитационные модели, позволяющие моделировать тяговый электропривод электромобиля, а также преобразователя постоянного напряжения, интегрированного в силовую установку электромобиля и использованного для повышения напряжения. С помощью имитационного моделирования определены энергетические, тяговые и мощностные характеристики электропривода электромобиля с применением и без применения повышающего преобразователя с целью определения эффективности и целесообразности его использования.

**Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов.** Выполненные в диссертационной работе исследования и сформулированные предложения по определению основных характеристик силовых узлов электрических транспортных средств в том числе повышающего преобразователя постоянного напряжения, могут служить методологической базой для дальнейшего совершенствования электропривода электромобиля. Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что при их внедрении достигается снижения сложности, стоимости и массогабаритных показателей источников энергии в электрических транспортных средствах.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.** Результаты исследования диссертационной работы имеют важное практическое применение при решении задач, направленных на оптимизацию массогабаритных показателей электрических транспортных средств, а также в автомобилях с гибридной силовой установкой где в качестве одной из источников используется аккумуляторная батарея. Полученные расчетные исследования могут использоваться при проектировании преобразователей постоянного напряжения большой мощности транспортного назначения.

**Новизна полученных результатов.** Новизна полученных результатов заключается в следующем:

Автором разработана имитационная модель тягового электрооборудования легкового электромобиля, а также повышающего преобразователя трехканального типа, интегрированного в силовой цепи постоянного тока электрического транспортного средства.

Даны рекомендации по выбору структуры и схемы повышающего преобразователя используемого в составе электрооборудования электрического транспортного средства.

Разработана методика расчета параметров основных компонентов повышающего преобразователя многоканальной структуры.

#### **Замечания по диссертационной работе.**

При анализе диссертационной работы выявлены ряд недостатков, которых следует определить, как незначительные погрешности автора при подготовке диссертации. 1. На стр. 17 (глава 1) на рис. 1.2 на обоих выводах

показаны выходные напряжения кроме этого множества обозначений и надписей выполнены на английском языке. Следовало бы эти надписи перевести. Кроме этого в некоторых рисунках и диаграммах не проставлены единицы измерения, например, рис. 1.26, на стр. 45.

2. Уравнение 2.18 на стр. 59 (глава 2) неясно из каких соображений выбраны минимальные и максимальные значения напряжения аккумуляторов.

3. На рис. 2.8 где показаны структура системы управления двунаправленного преобразователя постоянного напряжения трехканального типа. Следовало бы раскрыть схему и показать более подробно из чего состоят блоки режимов заряда и разряда.

4. На четвертой главе при проведении экспериментов можно было напряжение аккумуляторной батареи выбрать не 400 В а 300 В чтобы более отчетливо были видны различия характеристик систем.

Указанные замечания и пожелания не снижают общей оценки рассматриваемой диссертации.

#### **Заключение по диссертации и соответствие её требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» .**

Диссертация Гулямова Камола Хикматовича является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной для отрасли автомобилестроения задачи по разработке, апробации и внедрению методологии оптимального проектирования систем многоканального преобразования постоянного напряжения. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение как для рассматриваемой отрасли, так и для науки в целом. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации содержится рекомендации по использованию полученных научных выводов и технических решений, приведено сравнение их эффективности с известными решениями.

Диссертация Гулямова Камола Хикматовича на тему «Энергетическая установка электромобиля с системой многоканального преобразования постоянного напряжения» на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует критериям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гулямов Камол

Хикматович,

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертация и отзыв рассмотрены и одобрены 04.07.2018г. на заседании кафедры «Электротехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (протокол №17 от 04.07.2018г.).

Отзыв составил:

доктор технических наук по специальности

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы,

профессор кафедры «Электротехника» Московского Политеха

/Овсянников Евгений Михайлович/

тел.:+74952763220,

e-mail: [ovsiannikov48@mail.ru](mailto:ovsiannikov48@mail.ru)

Заведующая кафедрой

«Электротехника»,

доктор технических наук, профессор Московского Политеха

/Гайтова Тамара Борисовна/

тел.:+74952763220,

e-mail: [ekems@mospolytech.ru](mailto:ekems@mospolytech.ru)

**Данные ведущей организации:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» (Московский Политех)

107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, 38

Тел. +7(495) 223-05-23 e-mail: [mospolytech@mospolytech.ru](mailto:mospolytech@mospolytech.ru)

Подпись Овсянникова Евгения Михайловича и Гайтовой Тамары Борисовны



заверяю

Заместитель начальника  
отдела кадров  
Переверзгина  
2018 г. А.

А.А. Боронников  
Писаев  
Иванченко  
ИИЧ