

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

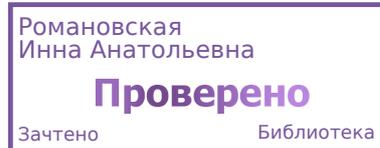
Азаров Дмитрий Геннадьевич

**Разработка энергосберегающей системы на основе
альтернативных источников энергии**

Направление 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ И
ДИССЕРТАЦИИ**

2018



Работа выполнена на кафедре «Промышленная электроника»
ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель

д-р техн. наук, профессор
Амосов Олег Семенович

Рецензент

Начальник научно
производственного отдела
филиала ПАО «Компания Сухой»
КНААЗ им. Ю.А. Гагарина

Круговой Роман Николаевич

Защита состоится «28» июня 2018 года в 09 часов 00 минут на заседании
Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций по адресу:
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, корпус 3, аудитория 108.

Автореферат разослан « » _____ 2018 г.

Секретарь ГЭК

Ю.С. Иванов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования: проработать возможность создания энергосберегающей системы пассажирского вагона на основе альтернативных источников энергии.

Задачи:

1. Провести обзор развития железнодорожного транспорта: пассажирского вагона.
2. Привести характеристики электрооборудования пассажирского вагона: системы электроснабжения пассажирского вагона, освещения, вентиляции и кондиционирования, отопления, системы охлаждения воздуха.
3. Определить мощность основных электропотребителей электроэнергии пассажирского вагона.
4. Определить расчетные и пиковые нагрузки, мощности источника электроэнергии.
5. Произвести выбор защитной и коммутационной аппаратуры, проводов сети электроснабжения пассажирского вагона.
6. Привести новые энергоэффективные решения для работы электрооборудования пассажирского вагона «автономно».
7. Привести разработки по применению нетрадиционных источников энергии для автономного (вспомогательного) электроснабжения.
8. Дать технико-экономическое обоснование по применению альтернативных источников энергии для энергоснабжения пассажирского вагона.

Объектом исследования является электрооборудование пассажирского вагона, а также их связка в системе энергоснабжения.

Методы исследования: Для проработки темы диссертации использованы в основном общие методы научного исследования, а они в свою очередь, подразумевают методы эмпирического и теоретического исследования, заключающееся в наблюдении и сравнении существующих технических решений в области разработки энергосберегающей системы пассажирского вагона.

Актуальность темы. В диссертации проводится анализ существующих разработок энергосберегающих систем пассажирского вагона, рассматривается возможность усовершенствования некоторых электрических компонентов данной системы с целью улучшения качественных и количественных характеристик аппаратов. Вместе с тем, необходимость перехода к энергосберегающей системе пассажирского вагона связана с задачей повышения эффективности систем энергопотребления электрической энергии. Магистерская диссертация посвящена изучению системы управления электроэнергией пассажирского вагона, ее энергосбережению в связи с нарастающей нагрузкой при установке нового технологического электрооборудования и замена устаревшего. Результаты магистерской диссертации позволяют внедрить в долгосрочную программу развития по совершенствованию железнодорожного транспорта компании ОАО «Российские железные дороги». Применение новых технических решений позволят эффективно использовать электроэнергию пассажирского вагона для удобства пассажиров, а также для экономности.

Степень научной разработанности проблемы. В процессе работы над диссертацией проведен обзор решений поиска существующих технических решений существующих на российском, так и на зарубежном рынке. На основе полученных теоретических и практических знаний в области расчета характеристик существующего электрооборудования в вагоне позволяет усовершенствовать существующую энергосберегающую систему пассажирского поезда, которая будет пригодна и жизнеспособна для применения на практике при проектировании ОАО «Тверской вагоностроительный завод», либо на существующем парке железнодорожного транспорта.

Новизна полученных результатов.

- 1 Проведен критический анализ существующих разработок.
- 2 Предложены перспективные технические решения по усовершенствованию существующей энергосберегающей системы подвижного состава.

3 Предлагаются практические варианты решений по улучшению характеристик аппаратов как основного оборудования, так и вспомогательного (при применении альтернативного источника энергии- солнечной) на основании полученной справочной информации от АО «Федеральная пассажирская компания» и ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается реальностью исходных расчетных данных; использованием при анализе существующих моделей энергосберегающей системы пассажирского вагона; применением альтернативного источника как вспомогательный источник энергии для электроснабжения пассажирского вагона; возможностью внедрения полученных положительных результатов на подвижном составе.

Практическая значимость и ценность работы заключается в рекомендациях АО «Федеральная пассажирская компания» по возможному применению альтернативных источников энергии (как перспективное направление) для электроснабжения пассажирского вагона с целью энергосбережения электроэнергии подвижного состава.

Вклад магистранта заключается в проработке возможности создания энергосберегающей системы пассажирского вагона на основе альтернативных источников энергии (далее – Система) путем предварительного получения информации от АО «Федеральная пассажирская компания» и ФГБОУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, необходимой для расчетов и выбора электрооборудования с наилучшими характеристиками, а также возможного применения Системы на пассажирских вагонах российского производства. Вместе с тем, проработано применение на железнодорожном пассажирском транспорте солнечных батарей для увязки с основной системой энергоснабжения пассажирского вагона. Связано это с нарастающей нагрузкой при использовании нового оборудования в пассажирском вагоне для улучшения комфортности пассажиров, а также, немаловажным фактором, который послужил для применения солнечных

батарей - это дальние расстояния на всем протяжении железных дорог на территории Российской Федерации.

Основные положения:

1 Анализ существующих российских и зарубежных разработок в области применения энергосберегающих систем для подвижного состава.

2 Расчет основного электрооборудования пассажирского вагона.

3 Эффективные решения по возможному применению и улучшению характеристик основного и дополнительного (вспомогательного) электрооборудования пассажирского вагона.

Апробация результатов исследования осуществлена в материалах диссертации и докладах и выступлениях на следующих конференциях: 46-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 01-12 апреля 2015 г. и 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 21-21 апреля 2017 г.

Публикации.

По теме диссертации было опубликовано 4 статьи в научных журналах и в сборниках конференций:

1 Азаров, Д.Г. Аппаратное и программное обеспечение решения задачи для одновременной локализации и построения карты автономного транспортного средства/ Д.Г. Азаров, О.С. Амосов// материалы 46-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 01-12 апреля 2016 г. / редкол.: Э.А. Дмитриева (отв. ред.). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2016. – 764 с.– 2016. – № 1;

2 Азаров, Д.Г. Автономная система управления электроэнергией пассажирского вагона (российского производства) с применением солнечной энергии/ Д.Г. Азаров // материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 21-21 апреля 2017 г. / редкол.: Э.А. Дмитриева (отв. ред.). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2017. – 1292 с.

3 Азаров, Д.Г. Внедрение нетрадиционных источников энергии в систему электроснабжения пассажирского вагона нового поколения (РФ) / Д.Г. Азаров // материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 21-21 апреля 2017 г. / редкол.: Э.А. Дмитриева (отв. ред.). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2017. – 1292 с.

4 Азаров, Д.Г. Разработка энергосберегающей системы на основе альтернативных источников энергии / Д.Г. Азаров // материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 21-21 апреля 2017 г. / редкол.: Э.А. Дмитриева (отв. ред.). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2017. – 1292 с.

Структура и объем магистерской диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми глав, заключения, списка использованных источников и 7 приложений. Работа изложена на 118 страницах машинописного текста, список использованных источников включает 37 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, показана научная новизна и практическая значимость результатов. Изложены основные положения, выносимые на защиту, приводится список публикаций и сведения об апробации работы.

В первой главе приводится краткая история развития железнодорожного транспорта: пассажирского вагона.

На рисунке 1 приведена первая Царская железная дорога.



Рисунок 1 - Царская железная дорога

В России первая железная дорога – это Царская железная дорога (рисунок 1), строительство которой было начато 1 мая 1836 года, а управлял этим процессом австрийский профессор Франц Герстнер. Торжественное открытие этой железной дороги произошло 30 октября 1837 года. Изначально железнодорожное полотно соединяло Санкт-Петербург и Царское село, но позже было проложено до Петропавловска.

Во второй главе приводится краткое описание электрооборудования пассажирского вагона: освещения, кондиционирования, охлаждения, вентиляции и так далее. Приведена классификация электрооборудования пассажирского вагона (рисунок 2). Дано описание системы электроснабжения пассажирского вагона. Рассмотрено расположение электрооборудования в вагоне.

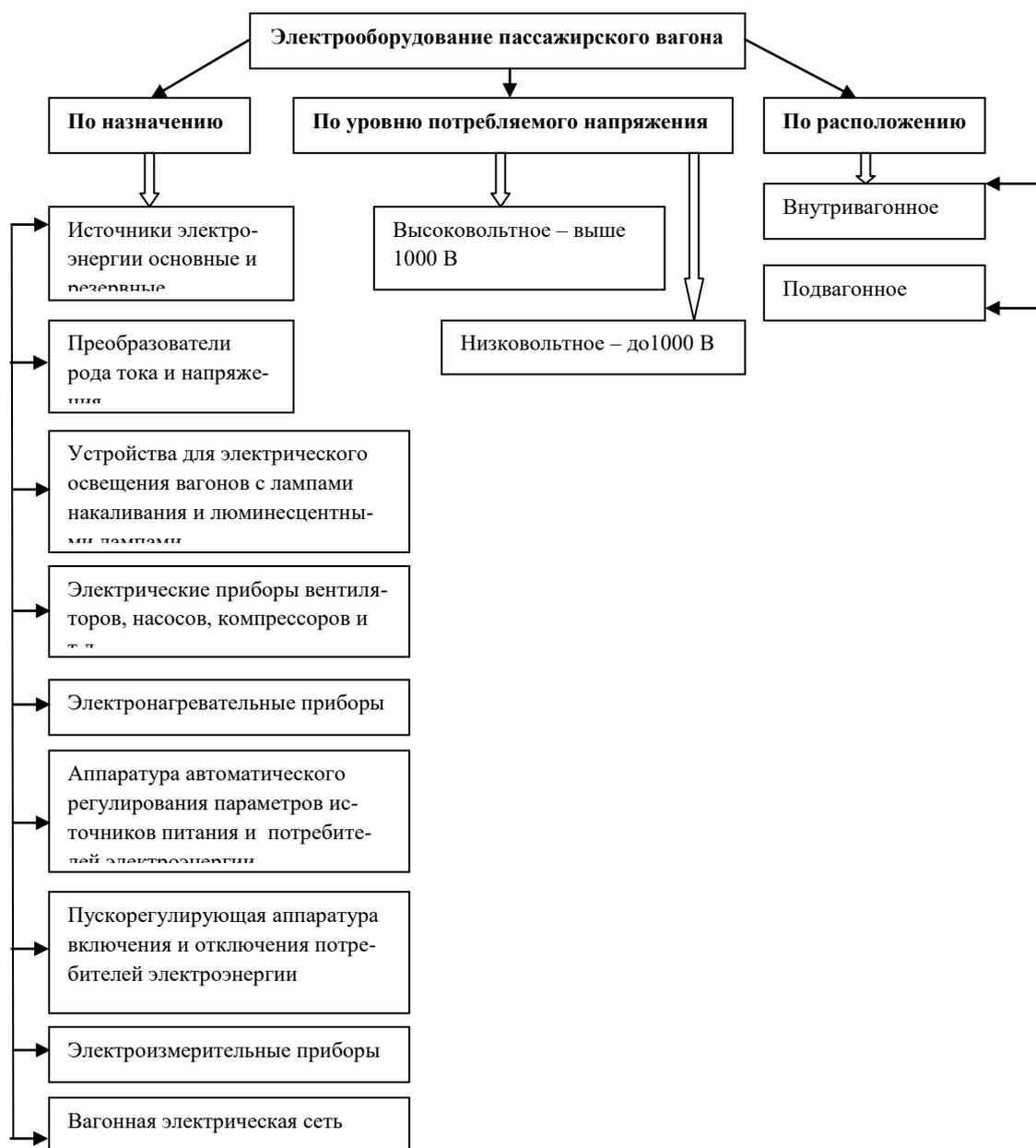


Рисунок 2 – Классификация электрооборудования пассажирского вагона

За основу электрооборудования пассажирского вагона взята автономная система электроснабжения.

Пассажирские вагоны с автономной системой электроснабжения характеризуются тем, что имеют собственные источники электрической энергии, обеспечивающие питание низковольтных потребителей электроэнергии при движении и на стоянках.

В третьей главе *представлен расчет мощности основных потребителей пассажирского вагона: расчет электродвигателей приводов насосов, вентиляторов. Произведен выбор электрооборудования.*

В четвертой главе *представлен расчет пиковых нагрузок, мощности источника электроэнергии пассажирского вагона.*

В пятой главе *рассматривается выбор защитной и коммутационной аппаратуры, проводов сети электроснабжения пассажирского вагона.*

В шестой главе *рассмотрены энергоэффективные решения для автономной работы пассажирского вагона. Приведен пример схемотехнического решения в области электроснабжения пассажирского вагона. Дано описание основным компонентам пассажирского вагона. Дано описание характеристикам аккумуляторной батареи, а также приведено новое решение по использованию новых аккумуляторных батарей с большей энергоэффективностью (рисунок 3).*



Рисунок 3 – Аккумуляторная батарея

Существует необходимость разработки универсального необслужива-

емого аккумулятора для железнодорожного транспорта России. Такие аккумуляторы и батареи должны быть способны работать во всех климатических зонах в течение 8~10 лет в режиме постоянного заряда и разряда и с отдачей по емкости до 50 % от номинала. При этом главный энергетический показатель - коэффициент отдачи универсальных аккумуляторов (отношение отданной емкости при разряде к величине емкости, полученной при заряде) - должен быть увеличен при отрицательных температурах в 10~15 раз по сравнению с тем же показателем зарубежных герметизированных аккумуляторов.

Был предложен универсальный герметизированный аккумулятор на базе сепараторов AGM, обеспечивающий полную рекомбинацию газовых носителей практически при любой наружной температуре (от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для обеспечения работы при низких наружных температурах в донную часть (под подставку блока электродов) обычного призматического свинцово-кислотного аккумулятора был введен электронагреватель мощностью $30\div 35\text{ Вт}$ ленточного типа из свинцового сплава с кислотостойкой изоляцией, автоматически подключаемый к борнам при низких наружных температурах.

На рисунке 4 и 5 приведены характеристики изменения разрядного тока и напряжения для известных аккумуляторов с рекомбинацией газовых носителей, но без устройства внутреннего подогрева при наружной температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 4) и разработанной новой конструкции герметизированного аккумулятора (рисунок 5).

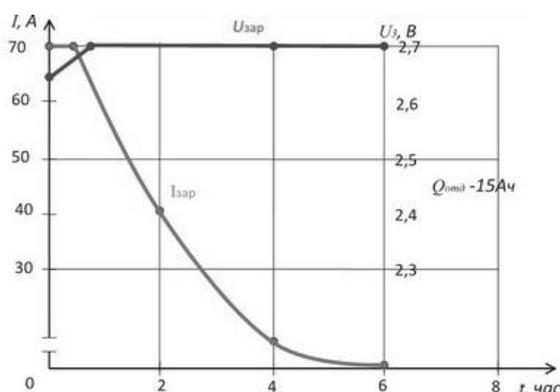


Рисунок 4 – График изменения зарядного тока и напряжения существующих вагонных аккумуляторов

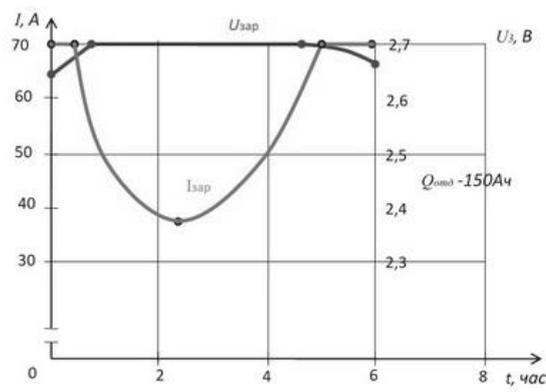


Рисунок 5 – График изменения зарядного тока и напряжения усовершенствованных вагонных аккумуляторов

Значительное увеличение реальной емкости позволяет резко поднять основные энергетические характеристики аккумуляторов: увеличить надежность работы при отрицательных наружных температурах, сократить стоимость жизненного цикла за счет увеличения срока службы, а также увеличить комфорт пассажиров в вагонах, при этом упростив работу обслуживающему персоналу.

В седьмой главе *приведены примеры зарубежных и российских разработок по использованию альтернативного источника энергии – солнечной.*

В восьмой главе *дано технико-экономическое обоснование по применению и внедрению альтернативного источника энергии.*