

ОТЗЫВ

кандидата технических наук, доцента Голубчика Тимофея Владимировича
на диссертацию Маликова Рамиля Раильевича
на тему «Разработка методики исследования влияния характеристик тяговой аккумуляторной батареи на эксплуатационные свойства электрифицированного транспортного средства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы (технические науки)

1. Актуальность темы диссертационной работы

Электрифицированный транспорт, электромобили и электробусы, становится все более популярным благодаря совершенствованию параметров аккумулирующих систем, а также своим экологическим и экономическим преимуществам. Однако существуют еще некоторые проблемы, такие как ограниченная дальность хода на одном заряде и эффективность использования аккумуляторных батарей в разных климатических условиях. Несмотря на эти трудности, мировая промышленность продолжает активно развиваться в направлении создания более совершенных и экологичных транспортных средств.

В диссертационной работе Р.Р. Маликова исследуется влияние высоковольтной аккумуляторной батареи на эксплуатационные характеристики электрифицированных транспортных средств (ТС), исследование имеет особую актуальность в связи с активно развивающейся стратегией электрификации транспортной отрасли.

2. Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Во введении раскрывается актуальность темы и степень разработанности, сформулирована основная цель и задачи исследования, представлены объект и предмет исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы, основные положения, выносимые на защиту, достоверность и обоснованность, апробация и реализация результатов работы, публикации, а также приводятся структура и объем работы.

В первой главе изложены аспекты значимости и важности вопросов, связанных с электрифицированными транспортными средствами и используемыми в них источниками энергии. Поднимается вопрос о выборе и создании источников энергии, определяется список характеристик аккумуляторных батарей, которые влияют на функциональные качества транспортного средства. Выполняется обзор литературных источников отечественных и иностранных авторов по теме проводимого исследования.

Во второй главе содержатся теоретические принципы математического моделирования разрабатываемой комплексной модели имитации движения транспортного средства, с учётом функционирования климатической системы и

терморегулирования тяговых аккумуляторов. Представлено описание математических моделей: электрических и термических процессов аккумуляторных батарей, уравнения тягового баланса движения транспортного средства и термического баланса салона.

Основываясь на результатах расчёта математической модели, проведён расчёт с использованием метода полного факторного анализа и определены коэффициенты уравнения регрессии для определения удельного энергопотребления пассажирских транспортных средств с массой от 4,5 до 28 тонн, также определена градация факторов, оказывающих наибольшее влияние на удельный расход при движении.

В третьей главе представлены результаты валидации разработанной математической модели на основе полученных данных экспериментальным путем. Объектом испытаний выступал электробус 12 метров КАМАЗ 6282. Представлен список и характеристики измеряющей и записывающей аппаратуры. Результаты сопоставления ездовых испытаний с расчетными показал небольшую погрешность не более 8,3%. При сравнении данных, полученных при испытаниях температурной камере при отрицательных температурах модель теплового баланса салона и аккумуляторной батареи, показала хорошую сходимость с погрешностью не более 1,5%.

В четвертой главе представлена методика выбора аккумуляторной батареи для электрифицированного транспорта. Описан метод составления технических требований к аккумуляторной батарее на основе проведенных расчетов с помощью разработанной имитационной модели. Предлагается методика оценки основных характеристик доступных аккумуляторных батарей с помощью линейной функции каждого параметра. Предлагается методика более подробного анализа оценки влияния характеристик аккумуляторной батареи на такие эксплуатационные свойства, как: разгон, рекуперативное торможение, движение по циклу и т.д.

В пятой главе представлена апробация разработанной методики на примере исследования электробуса КАМАЗ с суточным пробегом. С применением математической модели разработаны технические требования к аккумуляторной батарее и определены варианты, наиболее близко соответствующие требованиям. Произведена оценка характеристик эксплуатационных характеристик электробуса в ряде виртуальных испытаний. Смоделирована эксплуатация электробуса в наиболее тяжелых условиях для аккумуляторной батареи и определено время промежуточного заряда для удовлетворения требований по пробегу.

Структура работы состоит из логически завершенных глав, а диссертация в целом свидетельствует о завершенности исследования. Название диссертации непосредственно соотносится с ее тематикой. Автореферат точно отражает основную суть диссертации.

Название диссертации непосредственно соотносится с ее содержанием. Главы диссертации оформлены надлежащим образом, работа имеет завершенный характер.

Автореферат кратко отражает основную суть диссертации.

3. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Список опубликованных автором работ по теме диссертационного исследования достаточен и состоит из 12 работ, в том числе 9 научных публикаций - в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья в журнале, входящим в международную базу цитирований Scopus и 2 патента на полезную модель.

4. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, списка принятых сокращений, двух приложений. Работа изложена на 217 листах формата А4 машинописного текста, содержит 98 рисунков, 51 таблицу. Список литературы представлен 108 источниками. Приложения - на 22 страницах.

5. Обоснованность, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Главным научным достижением, описанным в диссертационной работе, считается разработанная методология изучения влияния параметров аккумуляторной батареи на эксплуатационные характеристики электрифицированного транспортного средства.

Научные результаты, представленные в данном исследовании, подкреплены сравнением данных, полученных в ходе виртуального моделирования, с итогами серии испытаний электрифицированного пассажирского транспорта категории М3.

В соответствии с изложенным, можно заключить, что научные утверждения, представленные в диссертации, верны, а выводы и предложения обоснованы.

Результаты данной работы могут быть применены при проектировании или внедрении накопителей энергии в разрабатываемые электрифицированные транспортные средства, а также для оценки эксплуатационных характеристик без необходимости проведения полномасштабных физических испытаний.

6. Научная и практическая значимость работы

Научная новизна заключается в разработке:

- имитационной модели движения ТС, отличающаяся тем, что позволяет рассчитывать затраты энергии на движение ТС с учетом работы климатической системы, а также с учетом потребления энергии системой термостатирования батареи в зависимости от температурных условий.

- регрессионной модели для расчета удельного расхода энергии пассажирских ЭТС с химическим накопителем энергии и климатической установкой.

- методики анализа характеристик аккумуляторной батареи, отличающаяся тем,

что позволяет выбрать или разработать накопительную систему с энергетическими показателями, которые смогут обеспечить все потребности транспортного средства для выполнения поставленных задач в техническом задании на ТС.

Теоретические и практические результаты данной работы были подтверждены актами внедрения:

- в образовательный процесс, деятельность Передовой инженерной школы и кафедры “Наземные транспортные средства” Московского политехнического университета (Мосполитех).

- на предприятии ООО «Инновационный центр «КАМАЗ». Выкладки, приведенные в диссертационной работе, были использованы при выборе аккумуляторных батарей для линейки грузовых и пассажирских электрифицированных ТС.

Апробация данной работы проходила на научно-исследовательских конференциях и семинарах, включая международные.

Таким образом, можно сделать вывод, что диссертация и результаты исследования Маликова Рамиля Раильевича представляют значительную ценность для науки и практической деятельности.

7. Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе Маликова Рамиля Раильевича имеются следующие замечания:

1. Диссертационная работа направлена на исследование характеристик накопителей энергии, но при этом не рассмотрены типы электрохимических систем литий-ионных батарей их преимущества, недостатки и распространённость.

2. При выборе и интеграции аккумуляторной батареи очевидно одним из важных факторов является её компоновка в транспортном средстве, но в методике оценки критериев данный фактор отсутствует.

3. Выбрана простейшая модель замещения аккумуляторной ячейки при том, что существуют модели наиболее точным образом, отражающие поведение ячейки при заряде и разряде.

4. Не представлен анализ видов моделей деградации аккумуляторов для предсказания ресурса батареи при использовании её в заданных сценариях.

5. Рисунки оформлены не по требованиям, на многих графиках текст отличается от основного.

Вместе с тем, указанные замечания не влияют на общую положительную оценку, научную и практическую значимость диссертационной работы Маликова Рамиля Раильевича.

Заключение

Несмотря на замечания, диссертационная работа имеет внутреннюю логику,

имеет законченный характер, соответствует выбранной специальности и выполнена в соответствии с требованиями п. 9-11, 13, 14 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения учёных степеней». Автореферат, в целом отражает основное содержание диссертации. Задачи, поставленные в работе, решены в полном объёме. В научных трудах по теме диссертации в полной мере отражены основные положения и содержание проведённых исследований. Представленная диссертационная работа и уровень подготовки соискателя позволяют сделать вывод о том, что Маликов Рамиль Раильевич соответствует по квалификационному уровню ученой степени кандидата технических наук по специальности: 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы (технические науки).

Считаю, что соискатель заслуживает присуждения искомой ученой степени за предложенные научно-обоснованные технические решения, направленные на исследование влияния характеристик аккумуляторных батарей на эксплуатационные свойства вновь разрабатываемых электрифицированных транспортных средств при различных условиях эксплуатации.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент

(специальность: 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы),

доцент кафедры ФН-7 «Электротехника и промышленная электроника»,

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Почтовый адрес: 105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1

Телефон: +7-915-255-88-88

e-mail: tvgolubchik@mail.ru



/Голубчик Тимофей Владимирович/

21 ноября 2023 г.

