

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор

Сибирского государственного  
индустриального университета

доктор технических наук, доцент

Юрьев Алексей Борисович



**О Т З Ы В**

ведущей организации

**ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»**

**на диссертационную работу**

**Дубкова Евгения Александровича**

**«ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО  
ЗАРЯДА ДЛЯ ШАХТНОГО АККУМУЛЯТОРНОГО  
ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА»,**

**представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности**

**2.4.2 — Электротехнические комплексы и системы**

**Актуальность темы диссертационной работы**

Представленное исследование имеет своей целью получить научное обоснование возможности применения систем беспроводного заряда аккумуляторов для шахтного электротранспорта, работающего в условиях предприятий подземной добычи полезных ископаемых опасных по газу и пыли. В настоящее время при применении локомотивов на аккумуляторных батареях для зарядки их тяговых аккумуляторов электровоз нужно вывести из технологического процесса перевозки грузов и доставить в специальное проветриваемое помещение, где для выполнения процедуры заряда необходимо снять АКБ с электровоза, а после зарядки установить его на место, что приводит к большим затратам времени на заряд и к простоям электровоза. Данный недостаток может быть устранён переходом к беспроводным системам заряда. Исходя из этого, **актуальность** данной диссертационной работы не вызывает сомнений.



## **Структура и содержание диссертационной работы**

Представленная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, приложений, списка литературы из 250 наименований, изложена на 177 страницах машинописного текста, содержит 65 рисунков и 10 таблицы.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и идея работы, поставлены задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы, а также научные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** рассмотрены вопросы развития шахтного электротранспорта и особенности его эксплуатации. Отмечено, что одним из перспективных направлений развития шахтного аккумуляторного электротранспорта является его оснащение системой беспроводной передачи энергии для заряда аккумуляторных батарей, так как такая технология открывает возможность заряда тяговых аккумуляторов во взрывоопасной среде. Произведён анализ современных технологий беспроводной передачи энергии, на основании проведённого анализа были сформулированы цель и задачи исследований.

**Во второй главе** рассматриваются значимые факторы проектирования системы беспроводного заряда для рудничного электротранспорта с позиции опасности воспламенения пыле-газо-воздушной атмосферы. Для проведения такой оценки автором была рассмотрена конструктивная схема системы беспроводного заряда аккумуляторов рудничного электровоза. Составлена электрическая схема системы беспроводного заряда аккумуляторов рудничного электровоза

**В третьей главе** произведена разработка системы беспроводного заряда для шахтного аккумуляторного электровоза. Автором указано, что для получения конкретного схемотехнического решения необходимо учитывать, как параметры элементов, так и режимы работы системы. Предложен алгоритм параметрической оптимизации и определена конструкция, принятая для дальнейшего исследования.

**В четвертой главе** проведён анализ взрывобезопасности системы беспроводного заряда на примере рудничного электровоза А-5,5-600-У5. Автором с использованием пакетов прикладных программ MatLab Simulink и Altair Flux была реализована комплексная модель системы заряда. Динамическая модель системы беспроводного заряда была реализована в среде MatLab Simulink с использованием библиотеки SimPowerSystems.

Для проверки адекватности описанной модели были проведены экспериментальные исследования с лабораторными образцами систем беспроводного заряда различной мощности. Автором указано, что сравнение моделирования и эксперимента целесообразно проводить не на идеальной



модели, а на модели, учитывающей скин-эффект, так как такое сравнение показывает хорошую сходимость на резонансной частоте.

Проведены исследования индукционного нагрева металлических предметов кубической формы разного размера и разных материалов, оказавшихся между катушками. Кубы были цельно заполненные из алюминия и железа с длиной ребра 10, 30 и 50 мм. Определено, что температура нагрева не превышает температуры воспламенения в соответствии с 1 температурным классом, что подтверждает адекватность методики оценки безопасного уровня напряжённости магнитного поля.

**В заключении** сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

Основное внимание в работе уделено определению наилучшей топологии и конструкции системы беспроводного заряда аккумуляторов и созданию её комплексной модели, позволяющей получить обоснование допустимых параметров и режимов работы систем беспроводного заряда аккумуляторов в условиях предприятий подземной добычи полезных ископаемых опасных по газу и пыли с учётом требований безопасности, а также технической и электромагнитной совместимости.

### **Научная новизна**

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие результаты исследования, полученные лично соискателем.

Автором предложен набор критериев, позволяющих обосновать конструктивное и схемотехническое решение для системы беспроводного заряда шахтного электротранспорта; получены зависимости, позволяющая для конкретных габаритных размеров металлического тела определить граничное амплитудное значение индукции магнитного поля, находясь ниже которого температура поверхности данного металлического предмета за счёт индукционного нагрева гарантированно не поднимется выше предписываемой стандартом максимальной температуры поверхности оборудования; предложен алгоритм оптимизации параметров системы беспроводного заряда на этапе проектирования, отличающийся от известного обеспечения максимальной энергоэффективности при ограничениях по величине передаваемой мощности и максимальному превышению напряжения на конденсаторах резонансного контура при фиксированном входном напряжении.

### **Теоретическая значимость работы**

Теоретическая значимость работы заключается в разработке алгоритма оптимизации параметров резонансного контура системы беспроводной передачи энергии, в получении зависимостей, позволяющих определять



граничные значения индукции магнитного поля, гарантирующее безопасную работу системы беспроводной передачи энергии во взрывоопасной атмосфере.

### **Практическая значимость работы**

Практическая значимость работы заключается в разработке методики поиска наилучшего технического решения беспроводной зарядной станции для эксплуатации в условиях атмосферы опасной по газу и пыли, в разработке зависимостей, лежащих в основу оценки безопасности применения беспроводной зарядной станции на стадии проектирования. Практическая значимость подтверждается рекомендацией к практическому внедрению результатов работы компании ООО «НПФ Мехатроника-Про».

### **Замечания по работе**

Отмечая достоинства диссертационной работы, ее практическую значимость и научную новизну, следует указать на некоторые спорные положения и высказать замечания.

1. Достоверность полученных результатов при моделировании и исследовании нагрева предметов, попавших между катушками зарядного устройства была бы выше, при использовании не простых геометрических форм, а форм, приближенных к тем, что могут попасть между катушками зарядного устройства в реальности: болт, гвоздь, гайка, стружка и т.д.

2. Не рассмотрено влияние качества питающей электроэнергии на эффективность предлагаемой системы беспроводного заряда.

3. Из работы не ясно, можно ли полученные результаты для электровоза А-5,5-600-У5 применить для электровозов другой мощности с другой емкостью аккумуляторов.

4. На с. 23 указано: «высокочастотное напряжение даже при его низкой амплитуде способствует ускоренному износу диэлектрических свойств изоляции...», что не совсем корректно. Не может быть «износа свойств», либо «износ изоляции», либо «ухудшение диэлектрических свойств изоляции».

Однако данные замечания имеют дискуссионный или рекомендательный характер и не снижают научную и практическую значимость полученных результатов.

### **Заключение**

Диссертационная работа Дубкова Евгения Александровича представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему и имеет существенное значение для развития угольной отрасли Российской Федерации.



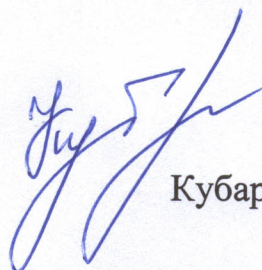
Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для Российской науки и практики в области разработки зарядных устройств для подземного транспорта. Выводы и рекомендации обоснованы.

Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением правительства № 842 от 24 сентября 2013 года пп. 9 – 14, предъявляемым к кандидатским диссертациям с точки зрения актуальности, новизны и практической значимости полученных результатов, а также п. 1 и п. 2 паспорта научной специальности 2.4.2 — Электротехнические комплексы и системы, а её автор — Дубков Евгений Александрович достоин присвоения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.2 — Электротехнические комплексы и системы.

Отзыв ведущей организации на диссертацию составлен на основе обсуждения и положительного решения принятого на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», протокол №98 от 02 ноября 2023 г.

Лица, подписавшие заключение, согласны с включением своих персональных данных в аттестационное дело Дубкова Е.А. и дальнейшей их обработки.

Заведующий кафедрой  
электротехники, электропривода  
и промышленной электроники,  
к.т.н., доцент



Кубарев Василий Анатольевич

Подпись Кубарева В.А. заверяю

Начальник отдела кадров



Миронова Татьяна Анатольевна

**Сведения о ведущей организации:**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»

654007, Кемеровская область — Кузбасс, г. Новокузнецк,

Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42

Тел: +7 (3843) 77-79-79

Факс: +7 (3843) 46-57-92

Адрес сайта в сети «Интернет»: <http://www.sibsiu.ru>

Электронная почта: [rector@sibsiu.ru](mailto:rector@sibsiu.ru)