

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

24.2.377.06, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук,

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28 февраля 2023 г., №_10__

О присуждении Юренкову Юрию Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей в системах электроснабжения до 1 кВ» по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 20 декабря 2022 года (протокол № 4) диссертационным советом 24.2.377.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», Минобрнауки России, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказ №1172/нк от 12.10.2022 г.

Соискатель Юренков Юрий Петрович 5 ноября 1993 года рождения.

В 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет» по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника». С 2017 по 2021 г. обучался в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» по специальности 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (профиль «Электротехнические комплексы и системы»). С 2017 г. работал ассистентом, а с 2021 г. и по настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры «Электроснабжение» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Электроснабжение» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – д.т.н., с.н.с., заведующий кафедрой «Электроснабжение» Кузнецов Анатолий Викторович, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Официальные оппоненты:

1. Соснина Елена Николаевна, д.т.н., проф., проф. кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород;

2. Киреев Кирилл Владимирович, к.т.н., доц., доц. кафедры «Теоретическая и общая электротехника», ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара,

– дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО Южно-Российский государственный

политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, в своем положительном заключении, подписанном к.т.н., доц., и.о. зав. кафедрой «Электроснабжение и электропривод» Бекиным Азаматом Базарбаевичем и утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности Пузиным Владимиром Сергеевичем, указали, что диссертационная работа Юренкова Юрия Петровича является законченной научно-квалификационной работой. В диссертационной работе автором рассмотрены вопросы совершенствования ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей (ЖСП) в системах электроснабжения до 1 кВ. Применение ограничителей тока на основе ЖСП на этапе проектирования и реконструкции систем электроснабжения может снизить капиталовложения за счет уменьшения сечений проводников и использования упрощенных автоматических выключателей. Предложенные автором методика параметрического синтеза ограничителей тока на основе ЖСП, математические модели работы ограничителей тока на основе ЖСП внедрены и апробированы в изготовленном экспериментальном образце ЖСП, что подтверждает обоснованность и достоверность научных и практических результатов диссертации. Юренков Юрий Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 15 печатных работ, в том числе по теме диссертации - 15 работ, из них 4 статьи в журналах, входящих в МБ Scopus и Web of Science, 3 статьи в журналах из Перечня ВАК, одно свидетельство на регистрацию программы для ЭВМ и один патент на изобретение. Объем научных изданий – 6,0625 п.л., авторский вклад – 3,04 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кузнецов А.В. Возможность увеличения коммутационного ресурса жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей с составной плавкой вставкой/ Кузнецов А.В., Юренков Ю.П.// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. – №5. – С. 139 – 149.
2. A.V. Kuznetsov, Y.P. Yurenkov and D.S Aleksandrov. "Modeling Operation of Liquid Metal Fuses When Breaking Overcurrents," High Speed Turbomachines and Electrical Drives Conference (HSTED-2020), 2020, E3S Web of Conferences 178(8), 01060, doi: 10.1051/e3sconf/202017801060
3. A.V. Kuznetsov and Y.P. Yurenkov, "The Problem of Short-circuit Current Limitation in Energy-saving Systems of Transportation and Electricity Distribution," 2021 12th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ATEE52255.2021.9425327

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ведущей организации – ФГБОУ ВО Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск. Замечание: в характеристике научной новизны работы не оговорено, чем отличаются принятые допущения от известных;
2. официального оппонента д.т.н., проф., Сосниной Е.Н. Замечание: следует пояснить, какие технические характеристики были улучшены и как в числовом эквиваленте;
3. официального оппонента к.т.н., доц., Киреева К.В. Наиболее существенное замечание: в диссертационной работе отмечено, что коммутационный ресурс ЖСП может быть повышен за счет применения карбидов металлов с температурой плавления от 3000 до 4000 °С, однако при проведении натуральных экспериментов использовалась керамика на основе оксида бериллия;
4. к.т.н., доц. кафедры «Электрооборудование», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Городнова А.Г., г. Казань. Замечание: в автореферате не приводятся опытные осциллограммы процесса короткого замыкания в жидкометаллическом самовосстанавливаемом ограничителе тока;
5. д.т.н., проф. кафедры энергетики, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Гнатюка В.И., г. Калининград. Замечание: не приведена принципиальная схема тиристорного блока для управлением процессом короткого замыкания при проведении испытаний физической модели ограничителя тока;
6. к.т.н., доц., директора института электротехники и электрификации ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Погребисского М.Я. г. Москва. Замечание: в материалах автореферата отсутствуют сведения об испытательном контуре, в котором проводились экспериментальные исследования;
7. к.т.н., доц. кафедры «Электротехника и промышленная электроника», ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева», Манина А.В., г. Рыбинск. Замечание: в автореферате не представлены сравнительные характеристики модели ЖСП и результатов испытаний физической модели ЖСП;
8. д.т.н., проф. кафедры «Электроэнергетика и электротехника», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», Артюхова И.И., г. Саратов. Замечание: в автореферате не раскрыт алгоритм предложенной автором программной модели, позволяющий оценить ее оригинальность;
9. к.т.н., доц. кафедры «Судовое электрооборудование», ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Канова Л.Н. Замечание: в разделе «задачи диссертационного исследования» (пункт 3) отмечены уточненные математические модели процесса короткого замыкания с меньшим числом допущений. Из автореферата неясно, какие именно общепринятые допущения были устранены и по каким причинам;
10. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Электроснабжение и электротехника», ФГБОУ ВО

«Тольяттинский государственный университет», Вахниной В.В., г. Тольятти. Замечание: в автореферате не указана предельная отключающая способность для разработанной физической модели ограничителя тока;

11. д.т.н., проф., зав. кафедрой электромеханики Передовой Инженерной Школы «Моторы будущего», ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Вавилова В.Е., г. Уфа. Замечание: в автореферате сказано, что объектом исследования является надежность и экономичность системы электроснабжения. Однако, из автореферата непонятно, исследовались они или нет;

12. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий», ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», Ключева Р.В., г. Владикавказ. Замечание: в автореферате следовало бы более подробно остановиться на разработанной математической модели рассматриваемого электротехнического комплекса с использованием нового ограничителя тока, привести достоверность ее аппроксимации;

13. к.т.н., доц., ФГАОУ ВО «НИУ ИТМО», Ловлин С.Ю., г. Санкт-Петербург. Замечание: не приведены численные значения некоторых параметров для кривых, например, начальной фазы напряжения на рис. 4;

14. к.т.н., доцент кафедры «Электрооборудования и электротехнических систем», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», Попова М.В., г. Балашиха. Замечание: в автореферате не приведено сравнение технических характеристик токоограничителя на основе ЖСП с параметрами токоограничителей других конструкций, соответственно, не раскрыт вопрос на основании каких критериев был сделан выбор в пользу токоограничителей на основе ЖСП.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Юренков Юрий Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и опытом работы в области систем электроснабжения до 1000 В и электротехнических комплексов, а также публикациями по тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

– физическая модель ограничителя тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей, технология ее изготовления;

предложены:

– новое техническое решение, защищенное Патентом РФ, обеспечивающее дополнительный эффект увеличения коммутационного ресурса жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей за счет двухступенчатого принципа токоограничения;

– алгоритм параметрического синтеза ограничителей тока с одно и

двухступенчатым принципом токоограничения;

доказана: приемлемая погрешность разработанной математической модели электротехнического комплекса «источник питания - ограничитель тока – защищаемые элементы электрической сети» напряжением до 1 кВ в режиме короткого замыкания при экспериментальных исследованиях физической модели ограничителя тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей, результаты которых могут быть использованы для дальнейшего совершенствования конструкций ограничителей тока на основе ЖСП;

новых понятий не вводилось.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказана: адекватность разработанной математической модели электротехнического комплекса в режиме короткого замыкания в системах электроснабжения до 1 кВ при различных параметрах сети;

разработаны

– уточненная математическая модель процесса короткого замыкания в электротехническом комплексе с ограничителем тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей с одноступенчатым принципом токоограничения, отличающаяся от известных меньшим количеством допущений;

– математическая модель процесса короткого замыкания в электротехническом комплексе с ограничителем тока с двухступенчатым принципом токоограничения;

предложена методика параметрического синтеза ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей с одноступенчатым и двухступенчатым принципом токоограничения в электротехническом комплексе «источник питания - ограничитель тока – защищаемые элементы электрической сети», которая позволяет выбрать сечение плавкой вставки и сопротивление шунтирующего резистора;

изучены вопросы изменения сопротивления электрической дуги путем повышения давления на демпфирующий узел жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены:

– методика выбора параметров элементов ограничителей тока на основе ЖСП с одноступенчатым и двухступенчатым принципом токоограничения для использования в электротехническом комплексе;

– конструкция физической модели ограничителя тока, обеспечивающая возможность проведения коммутационных испытаний в широком диапазоне номинальных токов, благодаря использованию сменных диэлектрических втулок различного внутреннего диаметра;

– программная модель электротехнического комплекса «источник питания -

ограничитель тока – защищаемые элементы электрической сети» напряжением до 1 кВ в режиме короткого замыкания;

предложена, реализована и апробирована технология заправки физической модели натрием, которая требует особой осторожности и внимания в силу химической активности натрия;

доказана корректность результатов расчета и выбора основных параметров ограничителей тока на основе ЖСП согласно предложенной методике;

изложена технология изготовления и подготовки к испытаниям физической модели ограничителя тока на основе ЖСП;

определены перспективы практического использования ограничителей тока на основе ЖСП в системах электроснабжения до 1 кВ, что позволяет выделить целевой сегмент реализации результатов работы и провести экономическую оценку предложенных решений.

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы анализа в области разработки ограничителей тока на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей; методы параметрического моделирования при поиске рационального решения в части конструкции ЖСП;

создан экспериментальный образец ограничителя тока на основе ЖСП с применением разработанных технических решений, использующийся в исследованиях и в учебном процессе УЛГТУ;

представлены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие соответствие функциональных характеристик изготовленного экспериментального образца ограничителя тока на основе ЖСП требованиям к системам электроснабжения до 1 кВ.

предложены рекомендации в части схемно-технического и конструктивного исполнения ограничителей тока на основе ЖСП, которые повышают коммутационный ресурс ограничителей тока на основе ЖСП.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты получены с применением поверенного и сертифицированного оборудования кафедры «Электроснабжение» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» и оборудования испытательного центра электрооборудования АО «Контактор». Обработка данных осуществлялась с использованием специализированного программного комплекса;

теория построена с использованием корректного математического аппарата и обоснованных допущений. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и полученных результатов базируется на доказанных и корректно использованных выводах математического анализа, сравнении результатов расчетных исследований и математического моделирования с данными, полученными экспериментальным путем;

идея базируется на обобщении и дальнейшем развитии передового опыта

зарубежных и российских ученых, работающих в области токоограничивающих устройств, в том числе на основе жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей;

использовано сравнение авторских экспериментальных и расчетных данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике из независимых источников;

установлено, что полученные результаты не противоречат результатам, представленным в независимых источниках;

доказаны обоснованность теоретических выводов и положений, результаты расчетов и математического моделирования, которые подтверждены экспериментально и согласуются с данными, опубликованными в научной литературе;

использованы современные методы обработки теоретических и экспериментальных данных, полученных в результате математических расчетов и натурных экспериментов.

применительно к проблематике диссертации результативно использованы численные методы решения уравнений и моделирования показали совпадение результатов с экспериментальными данными с достаточной для практического использования степенью точности.

Личный вклад соискателя заключается в формулировке и выполнении основных задач исследования, определении основных положений научной новизны и практической значимости, разработке математических и программной моделей, выполнении расчетов, апробации результатов исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Почему на схеме замещения математической модели для первого эта присутствует сопротивление R_f , а в уравнение второго закона Кирхгофа для первого эта это сопротивление отсутствует (д.т.н., доцент Грачев П.Ю.)?

2. В ЖСП после срабатывания образуется электрическая дуга, жидкометаллическая пробка, используются опасные металлы. Это накладывает ограничения использования. Почему подробно не рассмотрены сверхпроводниковые ограничители тока (д.т.н., профессор Казаков Ю.Б.)?

Соискатель Юренков Ю.П. ответил и частично согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. С замечанием согласен. Не было сказано, что сопротивление R_f в качестве допущения принимается равным 0.

2. В литературе была информация в основном использования и проектирования сверхпроводниковых ограничителей тока для использования в высоковольтных сетях. Т.к. в низковольтных сетях требуется массовое применения устройств ограничения тока короткого замыкания, то предпочтение отдается устройствам с меньшей стоимостью (ЖСП).

На заседании 28 февраля 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Юренкову Юрию Петровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы» за решение научной задачи по повышению надежности и экономичности системы

электрообеспечения до 1 кВ при коротких замыканиях посредством совершенствования ограничителей тока на основе ЖСП, имеющей важное значение для развития электротехники и промышленности.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 10 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение степени - 11, против - 0.

Председатель диссертационного
совета 24.2.377.06



Стариков Александр Владимирович

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.377.06

Стрижакова Елена Владимировна

28 февраля 2023 г.