

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.4.09.23
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «11» апреля 2024 г. №5

о присуждении Поповцеву Владиславу Викторовичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Синтез математических моделей дуги отключения при коммутации элегазовых выключателей высокого напряжения» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.4.09.23 «05» марта 2024 г. протокол № 3.

Соискатель Поповцев Владислав Викторович, 1994 года рождения, в 2017 г. окончил ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника; в 2021 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (Электромеханика и электрические аппараты);

работает в должности младшего научного сотрудника научной лаборатории цифровых двойников в электроэнергетике Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре «Электротехника» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Хальясмаа Александра Ильмаровна**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, научная лаборатория цифровых двойников в электроэнергетике, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

Емельянов Владислав Николаевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург, кафедра плазмогазодинамики и теплотехники, профессор;

Манусов Вадим Зиновьевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Югорский государственный университет», г. Ханты-Мансийск, Политехническая школа, профессор;

Самусенко Андрей Викторович – кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Физический факультет, кафедра радиофизики, доцент
дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них 4 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая 3 статьи – в зарубежных изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и WoS. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 2,7 п.л., авторский вклад – 1,35 п.л.

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:

1. Chernoskutov, D. Analysis of SF6 circuit breakers failures related to missing current zero. part II / D. Chernoskutov, **V. Popovtsev**, S. Sarapulov // Proceedings of the 2020 Ural Smart Energy Conference, USEC 2020, Ekaterinburg, 13–15 ноября 2020 года. – Ekaterinburg, 2020. – P. 55–58. 0,25 п.л. / 0,10 п.л. (Scopus).

2. Chernoskutov, D. Analysis of SF6 circuit breakers failures related to missing current zero. part I / D. Chernoskutov, **V. Popovtsev**, S. Sarapulov // Proceedings of the 2020 Ural Smart Energy Conference, USEC 2020, Ekaterinburg, 13–15 ноября 2020 года. – Ekaterinburg, 2020. – P. 51–54. 0,25 п.л. / 0,10 п.л. (Scopus).

3. **Popovtsev, V.** Fluid Dynamics Calculation in SF6 Circuit Breaker During Breaking as a Prerequisite for the Digital Twin Creation. / **Popovtsev, V.**, Khalyasmaa, A.; Patrakov, Y. // Axioms 2023, Vol. 12, No. 7, 623. 0,9 п.л. / 0,30 п.л. (Scopus, WoS).

4. **Поповцев, В. В.** Численное моделирование взаимодействия дуги отключения с потоком элегаза в автокомпрессионном дугогасительном устройстве элегазового выключателя 110 кВ. / **Поповцев, В. В.**, Хальясмаа, А. И., Патраков, Ю. В. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2023. Т. 23. № 2. С. 106–118. 0,40 п.л. / 0,30 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Трофимова Андрея Сергеевича**, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Техника и электрофизика высоких напряжений» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Содержит вопросы по выбору кривой хода контактов выключателя, времени расхождения контактов, графику изменения температуры ствола дуги и выбранному численному методу расчета.

2. **Аверьяновой Светланы Андреевны**, кандидата физико-математических наук, доцента Высшей школы электроэнергетических систем, и **Куракиной Натальи Константиновны**, кандидата технических наук, доцента Высшей школы электроэнергетических систем ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Содержит вопросы, связанные с выбором параметров решателя для разработанной расчетной модели; учетом излучения; оценкой толщины пограничного слоя; описанием математической модели дуги; необходимостью учета абляции сопел и адаптацией разработанной модели под расчеты процесса восстановления электрической прочности.

3. **Смоловика Сергея Владимировича**, доктора технических наук, профессора, старшего научного сотрудника АО «Научно-технический центр Единой энергетической системы», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы, связанные с аналитическим методом расчета газодинамических характеристик, выбранной турбулентной моделью, принципами используемых расчетных модулей и шага расчета, выбранной длительностью горения дуги.

4. **Ильина Александра Сергеевича**, кандидата технических наук, руководителя направления ООО «Эйч Энерджи», филиал в г. Екатеринбурге. Содержит вопросы о западании кривой хода контактов выключателя, выборе параметров в ALE-подходе, работе клапана между подпоршневой и надпоршневой областями, учете процесса автогенерации, адаптации изменения температуры ствола дуги, необходимости рассмотрения процесса изменения массового расхода, возможности сравнения разработанной модели с похожей, применения разработанной модели для рассмотрения процессов при переходе тока через нуль и процесса восстановления электрической прочности

5. **Чернышовой Бируты Артуровны**, начальника Управления по проектным работам АО «Облкоммунэнерго», г. Екатеринбург. Содержит

вопросы, связанные с учетом процесса автогенерации, адаптацией разработанной модели под процессы перехода тока через нуль, преимуществами системы мониторинга остаточного ресурса элегазовых выключателей на основе расчета скорости массовой абляции фторопластового сопла, влиянием несимметрии и несинусоидальности напряжений и токов на отключающую способность выключателей.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой научной компетентностью и широкой известностью своими достижениями и исследованиями в области электротехнических комплексов и систем, а также наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки математической модели взаимодействия дуги отключения с обдувающим ее неизотермическим потоком элегаза при отключении токов короткого замыкания элегазовыми выключателями высокого напряжения, имеющей значение для развития знаний в области электротехнических комплексов и систем.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Проведен анализ существующих моделей гасящего дугу элегаза при отключении токов короткого замыкания, который показал отсутствие универсального математического подхода для моделирования процессов взаимодействия дуги отключения с потоком газа в элегазовых выключателях высокого напряжения.

2. Разработан новый подход к моделированию взаимодействия элегаза с дугой отключения в элегазовом выключателе с использованием ALE-подхода.

3. Разработана новая математическая модель моделирования взаимодействия дуги отключения и элегаза в элегазовом выключателе 110 кВ с использованием ALE-подхода на основе экспериментальных данных по замеру температуры ствола дуги при отключении короткого замыкания.

4. Разработана модель взаимодействия элегаза с дугой отключения в виде источника температурного нагрева с экспериментальными измерениями давления в дугогасительном устройстве автокомпрессионного элегазового выключателя 110 кВ при отключении симметричного тока короткого замыкания 25 кА и успешно сравнена с экспериментальными данными.

5. Разработана математическая модель взаимодействия потока элегаза с дугой отключения, заданной в виде источника температурного нагрева по экспериментальным замерам ствола дуги, которая может использоваться для расчета остаточного коммутационного ресурса выключателя.

Основным практическим результатом диссертации является создание расчетной численной модели взаимодействия потока элегаза с дугой отключения в автокомпрессионном дугогасительном устройстве элегазового выключателя 110 кВ, в достаточной мере отражающей динамику физических процессов в нем, что позволит заводам-изготовителям высоковольтной коммутационной аппаратуры уменьшить время на проведение исследований по повышению отключающей способности при проектировании современных элегазовых выключателей, при этом не требующей больших вычислительных мощностей, что обеспечит создание передовых автоматизированных систем мониторинга остаточного эксплуатационного ресурса коммутационного оборудования.

На заседании 11 апреля 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.4.09.23 принял решение присудить Поповцеву В.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.4.09.23 в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета
УрФУ 2.4.09.23

Зюзев Анатолий Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

УрФУ 2.4.09.23

11.04.2024 г.

Хальясмаа Александра Ильмаровна