

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29 июня 2021 г. № 1

О присуждении Риделю Александру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Исследование электрофизических процессов в жидкой электрической изоляции с микровключениями» по специальности 05.14.12 – «Техника высоких напряжений» принята к защите 26 апреля 2021 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 212.173.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №156/нк от 01.04.2013 г.

Соискатель Ридель Александр Викторович, 1993 года рождения.

В 2017 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» по специальности 20.04.01 – Техносферная безопасность с присуждением квалификации «Магистр». С 2017 года по настоящее время обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ. Нормативный срок обучения в аспирантуре с 01.09.2017 года по 31.08.2021 г.

С 2014 года и по настоящее время соискатель работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Новосибирский государственный технический университет» на кафедре Безопасности труда, с 2019 года избран по конкурсу на должность ассистента кафедры.

Диссертация выполнена на кафедре Безопасности труда Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Коробейников Сергей Миронович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра Безопасности труда, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Ушаков Василий Яковлевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение электроэнергетики и электротехники,

Дрожжин Алексей Петрович, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория динамики гетерогенных систем, научный сотрудник.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный энергетический университет» (КГЭУ) г. Казань **в своем положительном заключении**, подписанном Максимовым Виктором Владимировичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроэнергетические системы и сети» КГЭУ и Козловым Владимиром Константиновичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры «Электроэнергетические системы и сети», и утвержденном Ахметовой Ириной Гареевной, доктором технических наук, доцентом, проректором по научной работе КГЭУ, указано, что диссертация А.В. Риделя выполнена на высоком научном уровне, является законченной

научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 – «Техника высоких напряжений».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ; 8 статей проиндексированы в наукометрических базах данных Scopus / Web of Science. Получено 2 свидетельства на программы для ЭВМ. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60%.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. Влияние запаздывания на напряжение возникновения частичных разрядов в изоляции трансформатора / Д. А. Воденников, С. М. Коробейников, А. Г. Овсянников, А. В. Ридель // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2020. – № 2 (59). – С. 108–111.

2. Состояние изоляционного масла при его охлаждении = Condition of insulating oil during cooling / М. Н. Лютикова, С. М. Коробейников, А. В. Ридель // Энергетик. - 2020. - № 10. - С. 16-20.

3. Анализ образования капель воды в трансформаторном масле и их влияния на пробивную прочность жидкого диэлектрика / М. Н. Лютикова, С. М. Коробейников, А. В. Ридель // Промышленная энергетика = Promyshlennaya Energetika. - 2020. - № 5. - С.18-24.

Научные статьи в изданиях, индексированных Scopus / Web of Science

4. Mechanism of partial discharges in free helium bubbles in transformer oil / S. Korobeynikov, A. V. Ridel, A. Ovsyannikov [et al.] // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. - 2019. - Vol. 26, iss. 5. - P. 1605-1611.

5. Registration and Simulation of Partial Discharges in Free Bubbles at AC Voltage / S. M. Korobeynikov, A. V. Ridel, D. A. Medvedev, D. L. Karpov, A. G. Ovsyannikov, M. B. Meredova // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. - 2019. – Vol. 26. – № 4. – P. 1035–1042.

6. Study of partial discharges in liquids / S. Korobeynikov, A. Ovsyannikov, A. Ridel, D. Karpov, M. N. Lyutikova, Y. Kuznetsova, V. Yassinskiy // Journal of Electrostatics. - 2020. – Vol. 103. – Art. 103412.

7. Deformation of bubbles in transformer oil at the action of alternating electric field / S. M. Korobeynikov, A. V. Ridel, D. A. Medvedev // European Journal of Mechanics - B/Fluids. - 2019. - Vol. 75. - P. 105–109.

8. Intensification of electrohydrodynamic flows using carbon nano-tubes / S. M. Korobeynikov, A. V. Ridel, D. Karpov, Y. Prokopenko, A. L. Bychkov // Journal of Physics: Conference Series. - 2020. - Vol. 1675: 5 All-Russian scientific conference thermophysics and physical hydrodynamics with the school for young scientists (TPH-2020), Yalta, 13-20 Sept. 2020. - Art. 012103 (6 p.).

9. Study of partial discharges in bubbles and microsphere in transformer oil / S. M. Korobeynikov, A. G. Ovsyannikov, A. V. Ridel, D. I. Karpov // Journal of Physics: Conference Series. - 2018. - Vol. 1128. - Art. 012118.

10. Dynamics of bubbles in electric field / S. M. Korobeynikov, A. G. Ovsyannikov, A. V. Ridel, D. A. Medvedev // Journal of Physics: Conference Series. - 2017. - Vol. 899: 2 All-Russian scientific conference thermophysics and physical hydrodynamics with the school for young scientists, Crimea, Yalta, 2017. - Art. 082003 (5 p.).

11. Сравнение коэффициентов газообразования при частичных разрядах в системе «острие–плоскость» в рапсовом и трансформаторном маслах / С. М. Коробейников, А. В. Ридель // Прикладная физика = Applied Physics. - 2018. - № 6. - С. 25-28.

Свидетельства на программы для ЭВМ

12. № 2020613296 / Коробейников С. М, Лютикова М. Н, Ридель А. В // Программа для моделирования импульсной электрической прочности жидкостей, 24.03.20.

13. № 2019662588 / Вагин Д. В, Коробейников С. М, Ридель А. В, Соловейчик Ю. Г. // Программа для моделирования растворения пузырьков в жидкостях, 26.08.19.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все отзывы положительные:

1. ООО «Димрус», главный инженер, кандидат технических наук Русов Валерий Александрович. Вопрос: «непонятно, как развитие водяных и

газовых включений в масле связано с влагосодержанием в твердой изоляции маслонаполненного электрооборудования?»

2. **Карагандинский технический университет**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика» Ясинский Владимир Борисович. Замечание: «отсутствует объяснение неизменности направления движения графеновых агломератов, несмотря на периодическое изменение направления поля».

3. **ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**, кандидат технических наук, ведущий инженер института энергетики, Монастырский Александр Евгеньевич. Замечания об отсутствии в автореферате данных по графеновым нанотрубкам, об отсутствии объяснения пробоя изоляционного промежутка при образовании водяного моста; о причине смещения по времени электрического и светового сигналов частичных разрядов.

4. **Институт сильноточной электроники СО РАН**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории низкотемпературной плазмы, Шемякин Илья Александрович. Вопрос о корректности использования термина частичный разряд.

5. **Институт физики НАН Азербайджана**, доктор физико-математических наук, академик, директор института, Ариф Мамед оглы Гашимов. Вопрос о постоянстве коэффициента поверхностного натяжения трансформаторного масла. Насколько верно это утверждение?

6. **Институт прикладной физики АН Молдовы**, доктор технических наук, академик, заведующий лабораторией, Болога Мирча Кириллович – замечания отсутствуют.

7. **Санкт-Петербургский государственный университет**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиопизики, Чирков Владимир Александрович. Замечания: 1) в положениях, выносимых на защиту не отражена часть исследования, связанная с изучением влияния графеновых нанотрубок на пробой жидкости; 2) в высоковольтном маслонаполненном электрооборудовании могут появляться капли размером 1 мм; 3) зависимость степени деформации от радиуса капли является линейной только в случае очень малых деформаций, когда еще справедлива формула Тейлора.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем что, область научных интересов доктора технических

наук, профессора **Василия Яковлевича Ушакова** связана с исследованиями электрофизических процессов, протекающих в изоляции высоковольтного маслонеполненного электрооборудования, он имеет большое количество публикаций по близкой к диссертационной работе тематике, представленной к защите; сфера научных интересов и тематика исследований кандидата технических наук **Дрожжина Алексей Петровича** связана в значительной степени с изучением разрядных процессов в газовых пузырьках с целью создания пузырькового движителя, он также имеет значительное количество публикаций, близких по тематике представленной к защите диссертационной работе.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (КГЭУ) – один из крупнейших ВУЗов России, готовящих ученых и выпускающих специалистов в области электроэнергетики и электротехники, кафедра «Электроэнергетические системы и сети» активно занимается исследованием свойств трансформаторного масла и диагностикой высоковольтного маслонеполненного электрооборудования оптическими методами, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов отделения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая экспериментальная методика, основанная на скоростной видеозаписи формы газовых пузырьков в масле, синхронной электрической, и фотоэлектрической регистрации частичных разрядов, обеспечивающая необходимый и достаточный объем данных для анализа последовательности физических явлений от деформации пузырьков электрическим полем до возникновения стримеров и пробоя масляного промежутка;

предложена оригинальная научная гипотеза, объясняющая распределение частичных разрядов в пузырьках по фазе переменного напряжения за счет быстрой релаксации поверхностного заряда в жидкости;

доказано соответствие закону Папена напряжения возникновения частичных разрядов при генерации начальных электронов в газовых пузырьках ионизирующим излучением;

введены новые понятия - не введены;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано постоянство коэффициента поверхностного натяжения трансформаторного масла при напряженностях электрического поля от 0 до 4 кВ/мм;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы экспериментальные методики скоростной регистрации теневой картины пузырьков и регистрации частичных разрядов в них;

изложены аргументы, отражающие целесообразность применения внешних ионизирующих излучений для обнаружения газовых включений в высоковольтном маслонаполненном электрооборудовании с металлическими оболочками;

раскрыты несоблюдение закона Пашена при развитии частичных разрядов в свободных газовых пузырьках и несоответствия сложившимся представлениям экспериментально установленных особенностей генезиса капель воды в переменном электрическом поле;

изучены условия развития стримеров, инициированных пузырьками в трансформаторном масле при аномально низких значениях напряженности электрического поля;

проведена модернизация существующей математической модели процесса диффузии газов в жидкостях.

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

разработана и внедрена методика оценки состояния высоковольтного маслонаполненного оборудования методом хроматографического анализа АО «Электросетьсервис ЭНЭС»;

определены перспективы практического использования результатов диссертации в приемо-сдаточных испытаниях силовых масляных трансформаторов переменным напряжением с регистрацией частичных разрядов;

создана экспериментальная установка по исследованию электрофизических процессов в электроизоляционных жидкостях, позволяющая получать новые знания в области высоковольтной электрофизики;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию диагностических мероприятий, направленных на выявление газовых дефектов в высоковольтном маслонаполненном электрооборудовании;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные работы выполнены на высоком уровне, показана воспроизводимость результатов по: растворению пузырьков; измерению электрической прочности трансформаторного масла с микродобавками углеродных нанотрубок; регистрации поведения свободно плавающих газовых пузырьков и водяных капель и регистрации частичных разрядов в пузырьках;

теория согласуется с опубликованными данными, как в зарубежных, так и в ведущих российских изданиях;

идея базируется на анализе случаев выхода из строя высоковольтного маслонаполненного электрооборудования по причине пробоя жидкой изоляции при рабочих значениях напряжения;

использованы данные, представленные в работах таких ученых, как: N. J. Felici, A. Bérroual, R. Tobazéon и O. Lesaint, Yongze Zhang, Cheng Pan, которые не противоречат полученным результатам;

установлены совпадения полученных результатов с известными данными: количественное - по деформации пузырьков и капель воды во внешнем электрическом поле и по коэффициенту диффузии метана в воде; качественное - по возможности развития стримеров с пузырька газа в трансформаторном масле при низких напряженностях электрического поля;

использованы современные методы и устройства сбора исходной информации, полученной в результате физического эксперимента, с использованием современного измерительного оборудования и обработки с помощью специализированного программного обеспечения;


Личный вклад соискателя состоит в активном участии соискателя на всех этапах работы; а именно, в постановке задач, анализе и обобщении полученных результатов, самостоятельной разработке экспериментальных установок и самостоятельном проведении экспериментальных исследований. При подготовке основных публикаций по выполненной работе вклад соискателя в статьях, выполненных в соавторстве, составляет не менее 60%.

Диссертация «Исследование электрофизических процессов в жидкой электрической изоляции с микровключениями» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для диагностики высоковольтного маслонаполненного электрооборудования, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 29 июня 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Риделю Александру Викторовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: «за» 14 человек, «против» нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя диссертационного совета

—  — Юрий Викторович Целебровский

Ученый секретарь диссертационного совета

 Анатолий Анатольевич Осинцев

29 июня 2021 г.