

100027, Республика Казахстан,  
г. Караганда, пр. Н-Назарбаева, 56  
Факс: (7212)56-03-28  
E-mail: [kstu@kstu.kz](mailto:kstu@kstu.kz)

630073, Российская Федерация,  
г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20  
(383)346-19-42  
Учёному секретарю диссовета Д 212.173.01  
Осинцеву А.А.  
E-mail: [osincev@corp.nstu.ru](mailto:osincev@corp.nstu.ru), [osintsev@list.ru](mailto:osintsev@list.ru)

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Риделя Александра Викторовича на тему «**Исследование электрофизических процессов в жидкой электрической изоляции с микровключениями**», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 — «Техника высоких напряжений»

Интенсивное использование жидких диэлектриков на объектах энергетики, высокая стоимость высоковольтной аппаратуры и её ремонта, требует всестороннего изучения процессов, протекающих в них при воздействии высокого напряжения. Аварии на объектах энергетики влекут за собой серьёзные экономические, социальные и экологические проблемы. Поэтому исследования, способствующие повышению надёжности работы оборудования и предотвращению перерывов в электроснабжении важных объектов, являются очень актуальными. При длительной эксплуатации заполняющее высоковольтное оборудование масло частично загрязняется и насыщается газом, что снижает его изолирующие свойства.

Диссертационная работа Риделя А.В. как раз и посвящена выявлению факторов, определяющих электрическую прочность жидкой электрической изоляции с микровключениями, что позволяет снизить аварийность высоковольтного маслонаполненного электрооборудования (ВМЭО).

Автором были проведён полный комплекс исследований: определены коэффициенты газообразования в трансформаторном и рапсовом маслах при возникновении ЧР; изучено поведение газовых пузырьков и водяных капель под действием переменного напряжения; исследованы факторы, влияющие на растворение пузырьков газа в трансформаторном масле и инициирование ЧР в газовых пузырьках; выявлены факторы, влияющие на частоту возникновения ЧР в свободно плавающих пузырьках.

Для этого в работе использовались **экспериментальные методы решения** поставленных задач. Полученные в ходе исследования результаты направлены на улучшение качества диагностирования ВМЭО.

Применение оптических методов регистрации способствовало высокой наглядности полученных данных.

В результате соискателем было установлено следующее:

- 1) Уточнён и апробирован новый метод определения коэффициентов диффузии, основанный на сопоставлении экспериментальных кривых и кривых, рассчитанных с подобранным коэффициентом диффузии. Определены коэффициенты диффузии основных диагностических газов в рапсовом и трансформаторном маслах.
- 2) Экспериментально определены газы, характеризующие наличие разрядных процессов в рапсовом масле. Получены значения коэффициента газообразования вследствие развития ЧР в системе электродов «острие-плоскость» для рапсового масла и уточнены значения коэффициента для трансформаторного масла.
- 3) Экспериментально исследована зависимость электрической прочности трансформаторного масла при добавлении в него нанотрубок Tuball крайне низких концентраций. Обнаружены интенсивные электрогидродинамические течения, возникающие в однородном электрическом поле.

- 4) Экспериментально исследована деформация пузырьков воздуха и капель воды в трансформаторном масле под действием переменного напряжения. Экспериментально доказано, что степень деформации пропорциональна размеру пузырька, это указывает на постоянство значения коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$ .
- 5) Оптически зарегистрированы ЧР, развивающиеся в свободно плавающих пузырьках в трансформаторном масле под действием переменного напряжения. Выявлено несоответствие закону Пашена напряжения зажигания ЧР в пузырьке в условиях хорошей изолированности разрядной ячейки от естественных источников ионизирующих излучений. Получены экспериментальные результаты, показывающие влияние интенсивности рентгеновского излучения на вероятность развития ЧР в пузырьке гелия.
- 6) Оптически зарегистрированы 3 механизма зарождения стримеров в трансформаторном масле.

Замечание по работе:

При рассмотрении движения графеновых скоплений (Рис. 6), несмотря на периодическое изменение направления поля, направление движения агломерата не менялось. Автор не смог этого объяснить. Однако, внимательное рассмотрение имеющейся кинограммы, позволяет увидеть, что скорость движения агломерата меняется по величине, сохраняя своё направление. Можно предположить, что здесь определяющее влияние играет инерция частиц. Чтобы убедиться в этом надо обработать набор подобных кинограмм совместно с законами изменения напряжения на электродах, смоделировать и визуализировать процесс движения.

Диссертация выполнена на высоком научном и техническом уровне и является законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для электроэнергетики.

Несомненна большая практическая ценность проведённых исследований, их актуальность и востребованность. Это подтверждает и количество публикаций в журналах индексируемых в наукометрических базах данных Scopus/Web of Science, в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в трудах всероссийских и международных конференций.

Сделанные замечания не уменьшают научной ценности работы. Считаю, что соискатель Ридель Александр Викторович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 — «Техника высоких напряжений».

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Физика»  
НАО Карагандинский Технический  
Университет

Ясинский  
Владимир Борисович  
21.05.2021

авзав получил 10.06.21 от Р. Ридель А.В.