

## ОТЗЫВ

официального оппонента Дрожжина Алексея Петровича на диссертацию  
КУЗНЕЦОВОЙ ЮЛИИ АЛЕКСАНДРОВНЫ

«Моделирование предпробивных процессов в полярных жидкостях  
с помощью эффекта Керра»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.4.3 – «Электроэнергетика»

Одним из перспективных диэлектриков для импульсных ёмкостных накопителей является вода. Такие накопители используются в энергетических и электрофизических комплексах, в которых энергия накопителя преобразуется в мощные лазерные, электромагнитные, рентгеновские импульсы. Работа всего генерирующего комплекса во многом определяется надёжностью эксплуатации ёмкостного накопителя, а выход его из строя может привести к серьёзным издержкам.

Основной причиной выхода из строя накопителя электрической энергии является электрический пробой. Пробой жидких диэлектриков в течение многих десятилетий остаётся серьёзной и нерешённой проблемой при эксплуатации высоковольтного оборудования. Повышение электрической прочности жидкой изоляции невозможно без детального изучения предпробивных процессов как экспериментальными методами, так и при помощи математического моделирования. Особое место в этом исследовании занимают оптические методы, которые, при определённых условиях, не оказывают влияния на исследуемый объект. Большое количество экспериментального материала, полученного за всё время изучения пробоя диэлектриков, иногда противоречивого, до сих пор не позволяет сформировать окончательную модель развития пробоя в жидкости. Это вынуждает исследователей искать новые подходы к изучению предпробивных процессов на электродах.

Противоречивость результатов исследования обусловлена, в частности, ограниченными техническими возможностями регистрирующей аппаратуры, например, пространственным разрешением, чувствительностью и нелинейными характеристиками фотоприёмника. Поэтому экспериментальная проверка модели физического процесса часто вызывает трудности. Особенно это касается результатов, полученных десятки лет назад на менее совершенной аппаратуре, но до сих пор не потерявших своей актуальности. Поэтому диссертационная работа Ю.А. Кузнецовой, направленная на совершенствование математических методов восстановления пространственно-временных характеристик электрических полей по результатам электрооптических исследований, является необходимой и актуальной.

В диссертационной работе была решена задача восстановления поля напряжённости с учётом нелинейно изменяющейся относительной диэлектрической проницаемости. Результаты моделирования позволили обнаружить дополнительные линии на экспериментально полученных хронограммах, имеющих недостаточное пространственное разрешение, и сделать оценку напряжённости поля при возникновении стримера на аноде. Применяемая методика обработки керрограмм позволила также смоделировать наличие или отсутствие ионизационных процессов в пузырьке, расположенном на поверхности высоковольтного электрода. Был проведён тщательный анализ напряжённости поля вблизи катодного стримера на основе визуализированных керрограмм, который показал отсутствие необходимости в учёте нелинейности поляризации и позволил определить диапазон значений напряжённости



поля катодного стримера. Причём анализ был выполнен с учётом локальных искривлений поверхности стримера и возможной генерации им ударной волны. Все эти результаты обеспечивают диссертации научную новизну.

Следует особо отметить проведённый автором диссертации подробный анализ экспериментальных методов (оптических, электрооптических, спектральных и др.) исследования процессов электрического пробоя диэлектриков, моделей механизмов пробоя и алгоритмов расшифровки керрограмм со ссылкой на разнообразные литературные источники. Это свидетельствует о тщательной проработке темы диссертации, понимании не только вопросов математического моделирования, но и тонкостей экспериментальных методов получения результатов, а также указывает на высокую квалификацию соискателя.

Научные результаты опубликованы в журналах в необходимом количестве, согласно требованиям предъявляемым к диссертациям, получено свидетельство об охране интеллектуальной собственности на программу на ЭВМ, имеется акт о внедрении результатов исследования, что дополнительно обеспечивает независимую положительную оценку проделанной работе.

Работа качественно оформлена, содержит много подробных схем и графиков. Количество ошибок незначительно. Достоверность результатов обеспечена применением стандартных программных пакетов, широко используемого метода конечных элементов, сравнением с экспериментальными результатами, полученными общепризнанными специалистами в области высоковольтного пробоя жидких диэлектриков.

Тем не менее к работе есть несколько замечаний.

1. Научная новизна предложенного метода моделирования вызывает сомнения, т.к. решение прямой задачи восстановления поля напряжённости путём решения обратной задачи выглядит как моделирование с применением уже известных методов и идей, а также, обычной на практике, коррекции параметров модели при помощи сравнения с экспериментом.

2. В работе использованы экспериментальные хронограммы, полученные в период 1978-1992 гг.. Вызывает сомнение конкурентноспособность предложенного метода с возможностями современной фоторегистрирующей аппаратуры при проектировании высоковольтного оборудования. В настоящее время техника позволяет визуализировать линии керрограммы с гораздо более высоким разрешением, а метод конечных элементов при моделировании в микромасштабе требует существенного увеличения компьютерных ресурсов и времени счёта.

3. Достоверность результата моделирования, представленного на рис. 2.15б (стр. 62), вызывает сомнения. Утверждение «мелкие полосы должны давать слабую фоновую засветку» на экспериментальной хронограмме не может исключить ошибки в обнаружении дополнительных полос на расчётной хронограмме.

4. Хронограмма из статьи [109] не соответствует таковой, представленной на рис. 2.15а.

Тем не менее, считаю что:

- диссертационная работа Кузнецовой Юлии Александровны «Моделирование предпробивных процессов в полярных жидкостях с помощью эффекта Керра» в целом выполнена на высоком профессиональном уровне и имеет важное научно-

практическое значение для исследования процессов электрического пробоя диэлектриков в установках высокого напряжения;

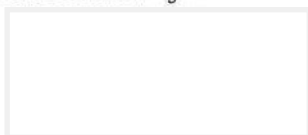
- диссертация по объёму проведенных исследований, научной и практической значимости, актуальности выбранной темы, уровню анализа экспериментального и теоретического материала соответствует требованиям пунктов 9- 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в ред. от 25.01.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и соответствует специальности 2.4.3 Электроэнергетика;

- автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3 — Электроэнергетика.

Я, Дрожжин А.П, даю согласие на использование своих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета, и на их дальнейшую обработку.

### Официальный оппонент

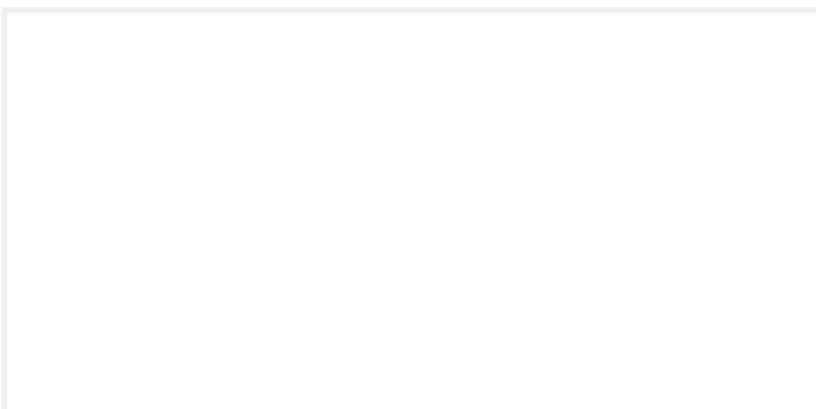
научный сотрудник ИГиЛ СО РАН,  
кандидат технических наук



Дрожжин Алексей Петрович

27.04.2024

630090, г. Новосибирск, пр-т ак. М.А. Лавреньева, 15  
<https://www.hydro.nsc.ru>, тел.: (383) 333-30-47  
e-mail: drozh@hydro.nsc.ru



Отзыв подписан

27.04.2024г.

*Осипов А.А.*

С отзывом ознакомлена

28.04.2024

*Кузнецова Н.Н.*