

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Панова Владислава Александровича  
«Экспериментальные исследования электрического пробоя в  
газожидкостных средах», представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.08 – физика плазмы

Электрические разряды в газах и жидкостях находят широкое применение в разнообразных плазмохимических и технологических устройствах. Особое место занимает проблема плазменной обработки больших объемов газожидкостных сред с целью очистки от вредных примесей и микроорганизмов. Один из наиболее перспективных методов связан с высоковольтным импульсным электрическим разрядом непосредственно в среде. Как правило, переход разряда в сильноточную форму не должен допускаться, поскольку это повышает расход энергии и эрозию электродов. Таким образом, для оптимизации метода необходимо знание физических особенностей стадии пробоя, когда в прорастающих между электродами плазменных каналах происходит наиболее активная наработка активных радикалов и генерируется ультрафиолетовое излучение. Поскольку не существует единой теории развития пробоя в таких средах, а опубликованные экспериментальные данные очень фрагментарны, тема диссертации представляется весьма актуальной.

В автореферате диссертации представлены результаты экспериментальных исследований особенностей развития пробоя в газожидкостных средах при различных значениях электролитической проводимости и концентрации растворенных газов, образующих микропузырьки в объеме и на поверхности электродов.

Скоростная съемка межэлектродного пространства при экспозиции кадра 350 нс, синхронизированная с осциллограммами тока и напряжения, позволила достаточно подробно восстановить динамику развития пробоя при изменении основных параметров как среды, так и импульсов напряжения. Среди наиболее важных результатов следует отметить обнаруженный эффект перехода от замедленного теплового механизма пробоя при повышенной проводимости раствора (длительность порядка 1,5 мс) к быстрому стримерно-лидерному механизму при ее снижении (15 мкс). Убедительно показано, что на динамику пробоя существенно влияет не только электролитическая проводимость, связанная с минерализацией растворов, но

и образование микропузырьков из растворенных газов. Причем, появление пузырьков на поверхности катода кардинально изменяет направление и характер пробоя, который наблюдается как замыкание анодного и более протяженного катодного каналов за время порядка 160 мкс, представляющее некоторое промежуточное значение между временами развития теплового и лавинно-стримерного пробоев. Результаты этих исследований могут быть использованы при разработке плазменных методов очистки и стерилизации воды для потребления, а также для очистки и регенерации отработанных стоков.

Описанные экспериментальная установка и методика регистрации пробойных явлений позволяют проводить исследования электрической прочности диэлектрических жидкостей, например, трансформаторного масла при различных концентрациях растворенных газов. Это важно для разработки высоковольтного оборудования и для отработки методов регламентного контроля изоляционных свойств масла, находящегося в эксплуатации. Практическое значение имеют и исследования пробоя и искрообразования при заполнении межэлектродного пространства влажным песком, что может моделировать условия работы землителей в грунте - необходимого элемента для работы высоковольтных установок и их защиты от ударов молнии.

Автореферат соответствует журнальным публикациям автора.

В качестве замечания следует отметить некоторые неточности при описании экспериментальных результатов. Например, при описании изменения вольтамперных характеристик, приведенных на рис.2, говорится об уменьшении наклона ВАХ для режима 2 по отношению к режиму 1, хотя показанные участки ВАХ практически параллельны. Другой пример: при описании рис.10 можно прочитать "начальный участок ВАХ, на котором выполняется закон Ома вплоть до точки перегиба ...". Однако в указанной точке происходит не перегиб, а резкий излом вольт-амперной характеристики с последующим выходом на участок отрицательного дифференциального сопротивления. Точка же перегиба с нулевой второй производной находится на другом участке ВАХ, соответствующем фазе завершения пробоя.

Замечание не умаляет достоинств работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Работа соответствует требованиям ВАК, а её

автор Панов Владислав Александрович несомненно заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физико-математических наук, профессор,  
зав. кафедрой физики плазмы Национального исследовательского  
ядерного университета "МИФИ" (НИЯУ МИФИ)



Валерий Александрович Курнаев

Телефон: +7 499 324 7024; e-mail: kurnaev@plasma.mephi.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования Национальный исследовательский  
ядерный университет "МИФИ" (НИЯУ МИФИ)

<http://www.mephi.ru> ; 115409 Москва, Каширское шоссе, д. 31

Подпись профессора В.А.Курнаева заверяю:

