

УДК 537.528, 537.523

DOI: 10.17223/00213411/62/11/19

И.А. ШЕМЯКИН^{1,2}, В.С. КАСЬЯНОВ¹, Ю.Д. КОРОЛЕВ^{1,2}, Н.В. ЛАНДЛЬ¹, А.В. БОЛОТОВ¹

РАЗВИТИЕ РАЗРЯДА В ВОДНО-СОЛЕВОМ РАСТВОРЕ ПРИ НАПРЯЖЕНИЯХ ВЫШЕ ПОРОГОВОГО ЗНАЧЕНИЯ

Исследуется процесс пробоя в водно-солевом растворе в геометрии электродов штырь – плоскость при межэлектродном зазоре 1 см и концентрации NaCl в воде 3 %. К промежутку прикладывались единичные импульсы напряжения длительностью около 2 мс и амплитудой до нескольких киловольт. При этом через промежуток протекал ток величиной до единиц килоампер. Показано, что необходимым условием возникновения разряда является наличие газовых полостей в электролите. Изучаются стадии развития разряда при напряжениях, приложенных к промежутку и превышающих пороговое значение (при котором в газовых полостях возникает плазма). Проводится анализ влияния процессов возникновения и гибели газовых полостей в растворе, а также плазмы в полостях на форму и величину разрядного тока.

Ключевые слова: разряд в электролите, незавершенный пробой, завершенный пробой.

Введение

В последнее время возник повышенный интерес к исследованию импульсных разрядов в водно-солевых растворах. Работы стимулировались применением разрядов в медицине [1–5], а также в устройствах для стерилизации воды и жидких аэрозолей [6–9]. Значительное внимание уделялось приложениям, связанным с формированием ударных волн в сильноточных разрядах [10, 11], в частности применительно к задачам гидроакустики в морской воде [6, 12]. Как правило, концентрация соли в таких растворах была велика и составляла единицы процентов.

Хотя понятие разряда либо пробоя в жидкости имеет широкое употребление, в большинстве случаев, разрядные явления происходят в газовых полостях, которые по тем или иным причинам формируются в жидкости или вносятся туда искусственно [6, 13]. Вследствие этого, представляло интерес провести исследование влияния процесса рождения и гибели полостей и возникновения плазмы в них на протекание разрядного тока.

Традиционно, при описании стадий развития разряда в жидкостях выделяют финальную стадию завершенного пробоя, ток в которой необратимо нарастает и соизмерим с током короткого замыкания, а разряд протекает в газовых полостях, перемкнувших промежутки. Также выделяют предпробойные стадии незавершенного пробоя, являющиеся более слабوتочными [6, 14].

В отличие от дистиллированной воды, особенность разрядов в электролитах состоит в том, что уже в предпробойных стадиях на характер процесса токопереноса и величину тока существенное влияние оказывают возникающие в жидкости газовые полости и протекающие в них процессы. Действительно, вследствие высокой проводимости раствора уже при малых значениях приложенных к промежутку напряжений вследствие разогрева и испарения электролита вблизи активного электрода возникают газовые полости [5, 15–19]. При определенных условиях полости экранируют электрод, что ведет к росту сопротивления промежутка и ограничению тока разряда.

Когда напряжение на разрядном промежутке достигает порогового критического значения $V_{сг}$, внутри газовых полостей возникает плазма разряда [5, 18, 19]. В данной ситуации можно говорить о частичном пробое промежутка или о незавершенном пробое. Появление плазмы приводит к изменениям электропроводности среды в полостях и их размеру, что в зависимости от экспериментальных условий (проводимость раствора, длительность импульса тока и его величина) может вести к росту эффекта экранировки или ее нивелированию. Процессы формирования и развития газовых полостей, а также разрядов в них носят нестационарный характер, что накладывает свой отпечаток на форму протекания тока. Как правило, данные процессы протекают в разном масштабе времен, что обусловлено различными физическими механизмами их инициирования [5, 6, 15–17].

К настоящему моменту наиболее полное исследование динамики развития разрядов в водно-солевых растворах было проведено в диапазоне приложенных напряжений меньше или в окрестности пороговых [5, 15–19] значений. Данная работа посвящена сильноточному импульсному раз-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>