

Тазмеев Г.Х., Мосолова Т.Г.
(научный руководитель Тазмеев Х.К.)
Набережночелнинский институт КФУ
(г. Набережные Челны)

Исследование газового разряда с жидким электролитным катодом при повышенных токах

Газовые разряды с жидкими электродами привлекательны тем, что позволяют получить химически активную неравновесную плазму при атмосферном давлении. Значительный практический интерес представляет то, что имеется возможность формирования плазменного потока с крупной геометрией, т.к. разрядная область имеет достаточно большой объем подобно тлеющему разряду. При малых токах, измеряемых в миллиамперах, и коротких межэлектродных расстояниях, в пределах несколько миллиметров, наблюдается расширение площади зоны привязки разряда к жидкому электролитному электроду при увеличении тока [1]. Это явление приводит к быстрому увеличению поперечных размеров разрядной области. При дальнейшем росте тока расширение достигает предела. При этом увеличение площади зоны привязки разряда к жидкому электролитному электроду происходит за счет искривления поверхности жидкого электролита [2]. Такие закономерности установлены при условии, когда площадь свободной поверхности жидкого электролитного электрода намного превышает площадь зоны привязки разряда к нему. В данной работе рассматривается вариант жидкого электролитного электрода с ограниченной площадью горизонтальной поверхности.

Электролит вытекал из вертикального цилиндрического канала 1, внутри которого была смонтирована графитовая пластина 2, служащая отрицательным электродом (рис. 1). В таком варианте площадь зоны привязки разряда к электролиту ограничивается поперечными размерами канала, из которого истекает электролит. Разряд 3 горел в воздушном пространстве между торцевой верхней поверхностью потока электролита и размещенным над ней металлическим электродом-анодом 4. Для краткости нижний электродный узел может быть назван «торцевым проточным электролитным катодом». Из него электролит стекал в сборную емкость. Далее электролит циркулировал с помощью гидронасоса через теплообменник и снова поступал в канал 1. Его расход регулировался игольчатым вентилем и контролировался поплавковым ротаметром.

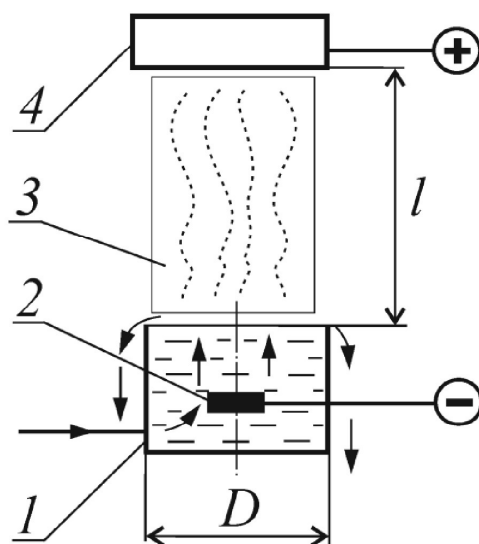


Рис. 1. Газоразрядный узел

В качестве электролита использовались водные растворы поваренной соли с удельной электрической проводимостью $\sigma = 5-15$ мСм/см. Источником питания служил трехфазный двухполупериодный выпрямитель. Ток менялся ступенчатым варьированием балластного сопротивления. Для измерения тока использовался стрелочный прибор М2015 класса точности 0.2. Напряжение U между графитовой пластиной 2 и анодом 4 измерялось стрелочным прибором М2016 с добавочным сопротивлением. Для определения падения напряжения на катоде ΔU_k использовался зонд, который устанавливался на выходе из канала 1. Осциллографические исследования проводились с помощью прибора АКИП 4115/1. Для фотографирования разряда использовалась скоростная камера ВИДЕОСКАН-415. Напряженность электрического поля в столбе разряда оценивалась по результатам измерений напряжения при различных межэлектродных расстояниях l .

Опыты показали, что в сильноточном режиме разряд горит устойчиво при достаточно больших межэлектродных расстояниях l , превышающих 10 см и более. Эта особенность разряда объясняется увеличением количества плазмообразующего вещества, поступающего в разрядный промежуток при повышенных токах. С ростом тока усиливается процесс распыления жидкого электролитного катода, вследствие чего облако паров электролита заполняет пространство над катодом в большем объеме. Таким образом возникают условия, благоприятствующие увеличению протяженности плазменного столба в вертикальном направлении.

В осциллограммах было обнаружено наличие нерегулярных низкочастотных и высокочастотных колебаний электрических параметров: тока и напряжения. Анализ результатов показал, что наиболее вероятной причиной возникновения низкочастотных колебаний электрических параметров газового разряда является непостоянство геометрии плазменного столба. Его форма и размеры отчетливо были зафиксированы при фотографировании скоростной камерой с малой экспозицией (порядка сотни микросекунд). Из-за изменчивости формы и размеров омическое сопротивление столба плазмы непрерывно меняется, что в свою очередь приводит к изменениям тока и напряжения.

При повышении тока разрядная область расширялась, однако, несмотря на это вольтамперные характеристики (ВАХ) получились возрастающими. Было установлено, что значительный вклад на формирование крутизны ВАХ вносит падение напряжения на катоде ΔU_k . Однако даже с вычетом ΔU_k из общего напряжения U крутизна ВАХ оставалась положительной.

Уменьшение удельной электрической проводимости σ электролита приводило к повышению значений U и ΔU_k . Такие же изменения возникали и при увеличении расхода электролита. По этой причине возник некоторый разброс в вычислениях напряженности электрического поля E в разряде. В исследованном диапазоне параметров значения E получились в пределах 20-30 В/см.

Литература

1. Гайсин Ф.М. Объемный разряд в парогазовой среде между твердым и жидким электродами / Ф.М. Гайсин, Э.Е. Сон, Ю.И. Шакиров. – М.: изд-во ВЗПИ, 1990. - 92 с.

2. Мифтахов М.Н. Некоторые результаты экспериментального исследования газового разряда между проточным электролитом и металлическим электродом / М.Н. Мифтахов, Х.К. Тазмеев, А.Х. Тазмеев, С.В. Фридланд // ИФЖ. - 2006. - Т. 79. - №3. - С.109-115.