**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД МЕЖДУ СТРУЙНЫМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ КАТОДОМ И ПРОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКОЙ-АНОДОМ**

Каюмов Р.Р., Трутнев Е.Н.

Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н.Туполева 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

E-mail: [rushan\_250189033@mail.ru](mailto:rushan_250189033@mail.ru)

Электрический разряд между струйным электролитическим катодом и электролитическим анодом имеет большую научную и практическую значимость. Однако физические свойства и характеристики данного класса разрядов при атмосферном давлении практически не изучены. Данная работа посвящена изучению электрического разряда между струйным катодом и электролитической ячейкой анодом. Эксперименты были проведены в диапазоне силы тока I=0,01÷1,5 A, напряжения U=50÷1300 В, при расходе электролита G=0,2г/с. В качестве электролита был использован раствор NH4NO3в технической воде.

Электрические разряды в газе между металлическими электродами изучены достаточно хорошо [1-2 и др.]. Одним из способов получения низкотемпературной плазмы является использование электрического разряда. В настоящее время такие разряды используются в плазменной технологии. Большое внимание уделяется разработке новых эффективных методов для очистки, полировки [3, 4], нанесения покрытий с заданными свойствами на поверхности различных материалов.

Современная техника требует технологий управляемого воздействия на материалы с целью получения заданных характеристик работы механизмов и машин, изделий машиностроения. Такие технологии позволяют экономить энергию, сырье, повышать производительность труда и качество изделий. Составной частью проблемы создания научных основ технологии управляемого формирования заданных свойств изделия является практически не исследованный вопрос о воздействии неравновесной плазмы на различные материалы. В такой плазме температура атомов и молекул близка к температуре окружающей среды, а электроны обладают энергией, достаточной для возбуждения, диссоциации и ионизации атомов и молекул. Использование неравновесной плазмы электрического разряда часто обеспечивает повышение эффективности многих технологических процессов, таких как плазмохимическое формирование поверхностей с заданными свойствами на различных материалах.

Разряд с поверхности электролита является одним из интереснейших объектов для исследования. Некоторые результаты экспериментального исследования электрического разряда между струйным электролитическим катодом и электролитическим анодом приведены в [1, 2]. В данной работе показана возможность горения электрического разряда между струйным электролитическим катодом и проточной электролитической ячейкой-анодом. Целью данной работы является установление закономерности физических процессов, протекающих в струйном электрическом разряде между катодом и электролитическим анодом. Для проведения экспериментальных исследований создана экспериментальная установка, схема которой приведена на рисунке 1.

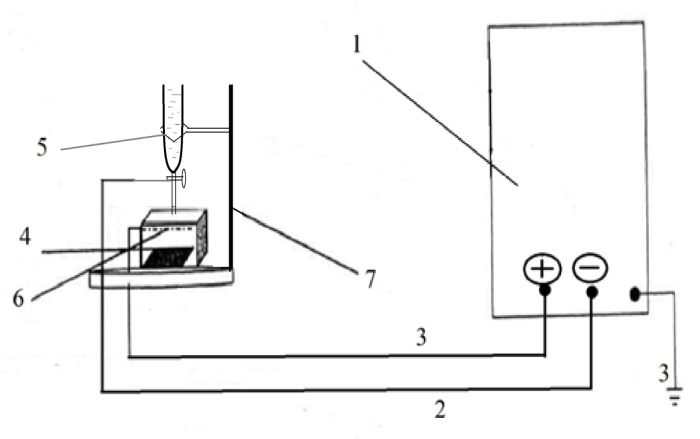


Рис.1. Функциональная схема экспериментальной установки для получения и исследования электрического разряда между струйным электролитическим катодом и проточной электролитической ячейкой-анодом.

Экспериментальная установка предназначена для исследований электрических разрядов в диапазоне напряжения разряда *U*=0,5÷1.3кВ, при токе *I* = 0,01÷1,5 А, и межэлектродных расстояний *lc*=20÷110мм. Функциональная схема установки, реализующая перечисленные условия, представлена на рис.1. Источник питания 1 обеспечивает подачу регулируемого стабилизированного напряжения по токоподводам 2 на разрядный промежуток по высоковольтным проводам 3. Электрод 4 обеспечивает токоподвод к жидкому электроду 6. Разделительная воронка с краном 5 обеспечивает подачу струи электролита. Электролит стекает на нижнюю электролитическую ячейку. Расход электролита определялся как отношение объема к времени. Длина струи регулируется устройством 7 (рис.1).

Представлены результаты экспериментального исследования изучения процесса горения электрического разряда с течением времени t, в течение нескольких секунд. Определено время полного цикла развития электрического разряда *t=0,2с* при расстоянии от конца металлической трубки до поверхности электролита *lк*=*60мм*. За это время наблюдалось пять стадий процесса развития разряда (рис.2.). До горения разряд струя имеет полусферическую форму (фотографии рис.2 а и б). С течением времени полусферическая форма преобразуется в куполообразный вид.

После касания куполообразной формы поверхности электролита начинает гореть электрический разряд на границе раздела струи и электролита (*в*). При *t=0.15 с* возникает выброс плазменно-электролитной смеси. На этой стадии происходит интенсивное горение электрического разряда. Происходит всплеск и возбуждение интенсивной поверхностной волны электролита. С течением времени от *0.15* до *2 с* электрический разряд постепенно исчезает.

а б в

г д

Рис. 2. Развитие электрического разряда на границе струя электролит,

*а)t=0с; б)t=0,05с; в)t=0,1с; г)t=0,15с; д)t=0,2с.*

Результаты экспериментального исследования ВАХ электрического разряда между струей электролитического катода и проточной электролитической ячейкой-анодом представлены на рис. 3.

На рис. 3 показан график ВАХ разряда при концентрации электролита 26%. По рисунку видно, что при длинах струи от 20 до 80мм ВАХ имеет убывающий характер, т. е. при увеличении величины тока *I,* напряжение*U* уменьшается.Это объясняется тем, что горение разряда является устойчивым. При длинах струи от 100 до 110 мм, при которых горит разряд, ВАХ приобретает возрастающий характер, т. е. при увеличении тока *I,* напряжением *U* увеличивается. В этом случае разряд уже горит не устойчиво. При длине струи больше 110 мм разряд перестает гореть.

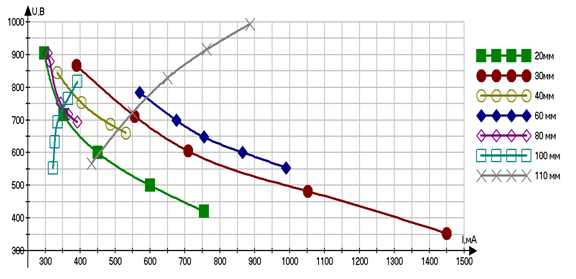


Рисунок 3. Вольт-амперные характеристики электрического разряда между струйным электролитическим катом и проточной электролитической ячейкой-анодом при G=1,95 г/сдля различных длин струй*: lc*=20 мм; *lc*=30 мм; *lc*=40 мм; *lc*=60 мм; *lc*=80 мм, *lc*=100 мм, *lc*=110 мм, *dc*=3 мм.

Электролит из насыщенного раствора NH4NO3в технической воде.

Таким образом, в проведенном исследовании удалось изучить электрический разряд между струйным электролитическим катодом и проточной электролитический ячейкой-анодом в широком диапазоне параметров.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Словецкий Д.И. Механизм плазменно-электролитного нагрева металлов / Д.И. Словецкий, С.Д. Терентьев, В.Г. Плеханов // Теплофизика высоких температур. 1986. Т.24, № 2. С. 353-363.

2. Дураджи В.Н. Закалка стали в электролите при нагреве в электролитной плазме. / В.Н. Дураджи, Г.А. Форня // Электронная обработка материалов, 1989. № 4. С. 43-46.

3. Р. Р. Каюмов, Некоторые особенности многоканального разряда между струей электролита и электролитической ячейкой при атмосферном давлении / Р. Р.Каюмов, Ф. М. Гайсин // Теплофизика высоких температур, 2008, том 46, № 5, с. 784-800.

4. Ю.П. Райзер Физика газового разряда. –3-е изд. Перераб. И доп. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009.-736 с.