О ДИНАМИКЕ АНОДНЫХ ПЯТЕН И МАКРОЧАСТИЦ В ЭЛЕКТРОДУГОВОМ РАЗРЯДЕ НА ГРАФИТОВЫХ ЭЛЕКТРОДАХ

В.О. Герман, А.П. Глинов, А.П. Головин, П.В. Козлов

НИИ механики МГУ, Москва, РФ, krestytroitsk@mail.ru

Доклад посвящен экспериментальному исследованию особенностей динамики опорных анодных пятен свободной воздушной дуги атмосферного давления и вылетающих с поверхности графитовых электродов (3ОПГ[1]обычного и поверхностно силицированного) макрочастиц. Процессы образования и перемещения опорных пятен дуг и эрозии электродов наиболее полно изучены в вакууме [2 - 4]. Однако в дугах атмосферного давления эти процессы осложняются, в частности, взаимодействием летящих частиц и движущихся пятен с плотной воздушной средой. Проведенные в настоящей работе исследования основаны на диагностике и анализе осциллограмм тока и напряжения на разрядном промежуткеи визуализации разрядных процессов. Параметры видеосъемки: скорость – 1200-24000 к/с, экспозиция – 1-25 мкс. Обсуждаются эксперименты, проведенные на установке НИИ механики МГУ ПЛАЗМА-2000 в период времени 2009-2014 г., для разрядов между стержневыми электродами при токах до 400 А и межэлектродных промежутках до 6.5 см, как с внешним магнитным полем, так и без него. В проведенных экспериментах получены скорости макрочастиц в анодной струе ~ 10 м/с независимо от ориентации электродов по отношению к силе тяжести. Летящие частицы тормозятся катодной струей, останавливаются в ней, а затем сносятся ее потоком.

Найдены и оценены режимы разряда с круговым движением опорного анодного пятна по торцевой поверхности электрода. Вращательное движение анодного пятна оказывает на плазму дуги центробежное воздействие, и может приводить к образованию винтовой структуры дугового шнура. Вращение струи вызывает соответствующую достаточно сильную вихревую закрутку воздуха вокруг анода. Типичные скорости перемещения анодных пятен в разряде без наложения внешнего магнитного поля ~ 10 м/с. При наложении магнитного поля возможно в зависимости от его направления, как убыстрение, так и замедление перемещения опорных анодных пятен [5].

Прослежены треки довольно крупных (до 1 мм) частиц, летящих с поверхности анода в направлении катода, и их взаимодействие с катодной струёй. Обсуждаются способы стабилизации изученных авторами ранее [6] колебаний ствола дуги в вертикальном направлении при горизонтально расположенных электродах, как с помощью наложения внешнего магнитного поля, так и инжекцией потока микрочастиц с анода.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№14-01-00399).

Литература

1. Рекламный проспект «Графит конструкционный» / Московский электродный завод – <http://www.graphitel.ru>
2. *Кобайн Дж.*, *Эккер Г.*, *Фаррел Дж.*, *Гринвуд А.*, *Харрис Л.* Вакуумные дуги. – М.: Мир, 1982, 432 с.
3. *Раховсий В.И.* Физические основы коммутации электрического тока в вакууме. М.: Наука, 1970, 536 с.
4. *Dyuzhev G.A., Lyubimov G.A., and Shkol’nik S.M.* // IEEE Transactions on Plasma Sciences, Vol. PS-11, NO.1, MARCH 1983. pp. 36-46.
5. *ГерманВ.О., ГлиновА.П., ГоловинА.П., КозловП.В.* // Прикладнаяфизика. № 4, 2014. С. 35-39.
6. *ГерманВ.О., ГлиновА.П., Головин А.П., Козлов П.В., ЛюбимовГ.А.*// Прикладная физика. № 6, 2012. С. 108-115.