Исследование временной эволюции параметров вакуумной дуги с подогреваемым катодом из диоксида церия [[1]](#footnote-1)\*)

Мельников А.Д., Усманов Р.А., Полищук В.П., Антонов Н.Н., Гавриков А.В., Ворона Н.А.

Объединенный Институт Высоких Температур Российской Академии Наук, amirovravil@yandex.ru

Разработка источников плазмы диэлектрических материалов актуальна для задач создания функциональных покрытий [1] и методов плазменной сепарации [2]. Источники плазмы на основе вакуумных дуг одни из самых производительных. При этом свойства генерируемой плазмы во многом зависят от типа катодной привязки, реализующейся в конкретных экспериментальных условиях [3]. В работе [2] был описан вакуумный дуговой разряд с катодом из CeO2. CeO2 используется для создания коррозиестойких покрытий и средств защиты от ультрафиолетового излучения [4 - 5]. Данная работа посвящена исследованию временной эволюции параметров вакуумного дугового разряда на диоксиде церия.

Экспериментальная установка [2] представляла собой вакуумную камеру объемом ~1 м3. Катодом являлся CeO2 массой 5 г, помещенный в тигель из молибдена. Тигель разогревался с помощью электронно-лучевого подогрева. Температура тигля контролировалась яркостным пирометром. Для изучения ионного состава использовался масс-спектрометр. В течении эксперимента велась регистрация напряжения, масс-спектра ионов плазмы, температуры катода и интенсивности излучения. В ходе экспериментов ток разряда был фиксирован - 65 А, а напряжение и температура менялись в пределах от 10 до 14 В и от 2,15 – 2,35 кК соответственно.

В результате были обнаружены флуктуации напряжения, амплитуд массовых пиков. Относительные величины флуктуаций меняются с течением времени в пределах от 2% до 10% у напряжения и от 10% до 30% у амплитуд массовых пиков. Среднее значение напряжения снижалось во время эксперимента на величину вплоть до 1,5 В. Наблюдались нестабильные режимы горения, длившиеся от нескольких секунд, до нескольких минут,
в которых вырастала амплитуда флуктуаций, регистрировались ионы 2 и 3 кратности и колебания плазменного столба. При проведении видеозаписи поверхности катода было обнаружено, что имеют место как режимы без катодных пятен, так и с пятнами 2 типа [6]. Переходы между диффузным и контрагированным режимами также имели место при варьировании температуры тигля. Через время порядка 1000 с после инициирования разряд становился менее стабильным. Исследование ионного состава показало, что в потоке плазмы преобладают однократные ионы церия Ce+ молекулярные ионы CeO+, а также присутствуют ионы молибдена Mo+. Ионный состав плазмы меняется с течением времени даже при стабильном горении разряда. Это проявляется в изменении доли ионов материала тигля в потоке плазмы, при этом интенсивности пиков Ce+ и CeO+ примерно постоянны.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-72-00077, https://rscf.ru/project/21-72-00077/

Литература

1. Liang H., Ming F., Alshareef H., Advanced Energy Materials, 2018, V. 8, P. 1801804.
2. Usmanov R.A. et. al., Physics of Plasmas, 2018, V. 25, P. 063524.
3. В. П. Полищук и др. ТВТ, 2020, том 58, № 4, с. 515–535.
4. Ershov S., Druart M.-E., Poelman M., Cossement D., Snyders R., Olivier M.-G., Corrosion Science 2013, V. 75, P. 158–168.
5. Balakrishnan G., Sudhakara P., Abdul Wasy, Ha Sun Ho, Shin K.S., Song J.I., Thin Solid Films 2013, V. 546, P. 467–471.
6. Juttner B., J. Phys. D: Appl. Phys., 2001, V. 34, R103–R123.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Lt/en/EU-Melnikov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)