Взрывоэмиссионные ячейки катодного пятна вакуумного разряда

М.М. Цвентух, Г.А. Месяц, С.А. Баренгольц\*

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 119991 Москва, Ленинский пр-т 53
\*Институт общей физики им. А.М. Прохорова, 119991 Москва, ул. Вавилова 38

В самом начале термоядерных исследований униполярные дуговые разряды рассматривались как основная причина эрозии поверхностей первой стенки [1].

В последнее время возобновился интерес к самостоятельным дуговым разрядам на первой стенке, что обусловлено рядом факторов.

Во-первых, улучшились параметры плазмы (появились новые режимы с большим содержанием энергии, с большими градиентами температуры и концентрации). Это привело к увеличению потока плазмы и энергии на поверхность первой стенки (в том числе в форме периодических импульсов сгустков плазмы в виде ЭЛМов).

Во-вторых, появились перспективные «пленочные» поверхности для первой стенки. К ним относятся, например, жидкометаллические слои лития [2], а также нановолокна вольфрама [3]. Общее свойство таких поверхностей в поглощении избыточной энергии из плазмы, при этом для таких защитных слоев характерна повышенная эрозия и легкость инициирования самостоятельных дуговых разрядов под воздействием импульсных потоков плазмы [4].

В-третьих, к настоящему моменту накоплены обширные данные по физическим процессам в вакуумном разряде, дающие общее понимание физических закономерностей, в том числе, инициирования и поддержания ячеек катодного пятна вакуумной дуги [5].

Установлено, что эмиссия электронов в ячейках катодного пятна происходит в виде импульсов взрывной электронной эмиссии – эктонов, когда в результате микровзрывов наносекундной длительности формируются сгустки неидеальной плазмы, обеспечивающие электронную эмиссию с высокой плотностью тока. Установлен пороговый поток энергии, необходимый для инициирования импульса взрывной эмиссии под воздействием плазмы [6]. Показана определяющая роль расплескивания жидкометаллических струй [7].

Вместе с тем, нерешенными остаются многие вопросы количественного описания процессов инициирования, погасания, и циклического само-поддержания таких взрывоэмиссионных ячеек. Настоящий доклад посвящен исследованию этих процессов с учетом тонкой структуры поверхности – «пленочных» покрытий и жидкого металла, а также внешнего воздействия – магнитное поле и поток частиц и энергии не поверхность.

Работа поддержана РФФИ, грант 13-08-01397.

Литература

1. Craston J L, Hancox R, Robson A E, Kaufman S, Miles H T, Ware A A, Wesson J A 1958 *Proc. 2nd UN Int. Conf. on the Peaceful Uses of Atomic Energy (Geneva, Switzerland, 1958)* vol **32**, p 414-426 (paper P/34)
2. S V Mirnov et al 2006 Plasma Phys. Control. Fusion **48** 821
3. S. Kajita *et al* 2007 *Nucl. Fusion* **47** 1358
4. Shin Kajita, Shuichi Takamura and Noriyasu Ohno 2009 Nucl. Fusion **49** 032002
5. G. A. Mesyats, IEEE Marie Sklodowska-Curie Award 2012 Lecture, 39th ICOPS Edinburgh, UK, *IEEE Trans. Plasma Sci.* **41** 676-694 (2013)
6. S. A. Barengolts, G. A. Mesyats, and M. M. Tsventoukh, 2008 *JETP* **107** 1039
7. Mesyats G. A., Zubarev N. M. 2013 *Journal of Applied Physics* **113** 203301
8. M.M. Tsventoukh, G.A. Mesyats, S.A. Barengolts 2014 *Proc. 25th IAEA Fusion Energy Conference, St. Petersburg, Russia, 13-18 October 2014*, paper MPT/P7-34 (8pp)