Нестационарные процессы во взрывоэмиссионных ячейках катодного пятна вакуумного разряда

М.М. Цвентух

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия

В настоящее время накоплен обширный материал как из экспериментальных работ, так и детальных расчетов и теории, позволяющий определить общую картину процессов генерации плазмы и протекания тока, происходящих во взрывоэмиссионных ячейках катодного пятна вакуумного разряда [1]. Вместе с тем, остается открытым вопрос об их самосогласованном количественном описании. Так, например, неизвестна временная динамика плотности плазмы, согласованная с электромагнитным полем; открытым остается вопрос о согласованном описании импульса тока и роли микрорельефа, в том числе жидкометаллических струй.

Самостоятельные электрические разряды в вакууме возникают на первой стенке систем магнитного удержания под воздействием потоков плазмы из центральных областей — ЭЛМов (Edge localized modes) [2]. При этом применение перспективных — слоистых поверхностей (жидкометаллические пленки (Li) [3]; слои нановолокон вольфрама W-fuzz [4 – 6]) только облегчает их горение [7 – 10]. Особенно отметим, что след от катодного пятна дуги, даже в случае горения на слоях вольфрамовых нановолокон, по структуре полностью идентичен следу обычных вакуумных дуг (на пленках), и представляет собой ветвящуюся траекторию микронной ширины [11].

Следующим шагом после успешных экспериментов на большом адронном коллайдере является электрон-позитронный коллайдер, позволяющий получать более точные данные. Ограничением темпа ускорения являются вакуумный пробой [12]. Согласно работе [13] критическим является поток СВЧ энергии, находящийся на уровне сотен МВт/см2. До этого нами было установлено [14], что поток энергии более сотни МВт/см2 достаточен для взрывного перегрева микронеоднородности протекающим эмиссионным током. При этом был предложен двух-ступенчатый режим инициирования взрыва, с формированием первичной эрозионной плазмы, обеспечивающей эмиссионный ток высокой плотности.

Работа поддержана РФФИ, грант 15-38-20617.

Литература

1. G. A. Mesyats 2013 *IEEE Trans. Plasma Sci.* **41** 676-694
2. V. Rohde *et al* 2011 *J. Nucl. Mater.* **415** (1) S46–S50
3. Y. Hirooka, G. Mazzitelli, S. V. Mirnov, *et al* 2010 *Nucl. Fusion* **50** 077001
4. S. Kajita et al 2007 *Nucl. Fusion* **47** 1358
5. R. P. Doerner, M. J. Baldwin and P. C. Stangeby 2011 *Nucl. Fusion* **51** 043001
6. G.M. Wright *et al* 2012 *Nucl. Fusion* **52** 042003
7. Shin Kajita, Shuichi Takamura and Noriyasu Ohno 2009 *Nucl. Fusion* **49** 032002
8. S. A. Barengolts, G. A. Mesyats, and M. M. Tsventoukh 2010 *Nucl. Fusion* **50** 125004
9. Shin Kajita *et al* 2012 *Plasma Phys. Control. Fusion* **54** 035009
10. S. A. Barengolts, G. A. Mesyats, and M. M. Tsventoukh 2011 *IEEE Trans. Plas. Sci.* **39** 1900
11. Shin Kajita, Dogyun Hwangbo, Noriyasu Ohno, Mikhail M. Tsventoukh and Sergey A. Barengolts 2014 *J. Appl. Phys.* **116** 233302 (9pp)
12. International Workshop on Mechanisms of Vacuum Arcs (MeVArc) <https://indico.cern.ch/event/246618/> <https://indico.cern.ch/event/354854/>
13. A. Grudiev, S. Calatroni, and W. Wuensch 2009 *Phys. Rev. ST Accel. Beams* **12** 102001
14. Баренгольц С.А., Месяц Г.А., Цвентух М.М., 2008 *ЖЭТФ* **134** 1213-1224 [S. A. Barengolts, G. A. Mesyats, M. M. Tsventoukh, 2008 *JETP* **107** 1039-1048]