УДК 537.525

DOI: 10.17223/00213411/62/11/151

*П.П. КИЗИРИДИ, Г.Е. ОЗУР***ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОГО АНОДА В СИЛЬНОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПУШКЕ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНОГО РАЗРЯДА ***

Представлены результаты исследования пространственной структуры свечения и временной динамики гибридного разряда, сочетающего сильноточный отражательный разряд с вакуумными дугами при напряжении питания разряда до 9 кВ и давлениях рабочего газа (аргона) 0.1–1 мТорр. Показана возможность формирования плазменного анода с усиленной на периферии концентрацией ионов с помощью данного разряда. Представлены также предварительные результаты измерений распределения плотности энергии по сечению нерелятивистского (до 30 кэВ) сильноточного (до 25 кА) электронного пучка, формируемого в электронной пушке со взрывоэмиссионным катодом и плазменным анодом на основе этого (гибридного) разряда. Показана перспективность предложенного метода улучшения однородности пучка.

Ключевые слова: *сильноточный электронный пучок, плазменный анод, гибридный разряд, дуговой источник плазмы, однородность пучка.*

Введение

Сильноточные (до 25 кА) электронные пушки со взрывоэмиссионным катодом и плазменным анодом на основе сильноточного отражательного (пеннинговского) разряда (ОР) широко используются для получения низкоэнергетических (до 40 кэВ) пучков микросекундной длительности, применяемых для поверхностной модификации материалов [1–4]. Опыт эксплуатации таких пушек показал, что для получения более однородных пучков предпочтительно создавать плазменный анод с увеличенной концентрацией плазмы на периферии. Для этой цели в [5, 6] использовался гибридный разряд, сочетающий сильноточный ОР с вакуумными дугами, инициируемыми искровым пробоем по поверхности диэлектрика. Данный метод позволил улучшить однородность пучка, однако стабильность параметров разряда от импульса к импульсу оставляла желать лучшего. Одной из причин этого считалась недостаточная амплитуда импульса напряжения, подаваемого на анод (≤ 5 кВ), что приводило к нестабильности зажигания вакуумных дуг и соответственно к нестабильности параметров пучка.

В настоящей работе исследованы пространственная структура свечения и временная динамика такого разряда при повышенном (до 9 кВ) анодном напряжении, а также проведены тепловизионные измерения распределения плотности энергии по сечению низкоэнергетического сильноточного электронного пучка, формируемого в данной электронной пушке в различных режимах.

Экспериментальная установка и методики измерений

Эксперименты проводились на установке «ВЭКсМА», схема электронной пушки которой представлена на рис. 1, а. Использовались два типа взрывоэмиссионного катода: меднооплеточный и катод с резистивной развязкой эмиттеров (на базе резисторов ТВО-1). Анодный узел (рис. 1, б) представлял собой кольцо внутренним диаметром 80 мм и высотой 30 мм, в которое встроено 12 дуговых источников плазмы. Катоды этих источников изготовлены из медной проволоки диаметром 2 мм и заземлены через резисторы 75 Ом. В ряде экспериментов на аноде устанавливался кольцевой экран, ограничивающий распространение плазмы дуговых источников в радиальном направлении. Диаметр экрана, изготовленного из нержавеющей фольги толщиной 200 мкм, составлял 70 мм, а ширина – 15 мм. Амплитуда импульса выходного напряжения блока питания разряда (U_0) варьировалась от 5.6 до 9 кВ.

Исследование пространственной структуры свечения разряда осуществлялось с помощью цифрового фотоаппарата CASIO QV-3000EX/Ir в режиме открытого затвора. В этом случае коллектором служила сетка из нержавеющей стали. Распределение плотности энергии по сечению пучка изучалось с помощью тепловизора TESTO 875-1 по методике, описанной в [7–9].

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-08-00230).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>