

УДК 537.525

DOI: 10.17223/00213411/63/10/87

С.С. КОВАЛЬСКИЙ, В.В. ДЕНИСОВ, Н.Н. КОВАЛЬ, Е.В. ОСТРОВЕРХОВ

**ПРОТЯЖЕННЫЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ЭМИТТЕР
НА ОСНОВЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ
РАДИАЛЬНО РАСХОДЯЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА ***

Представлены результаты исследований процессов генерации пучково-плазменного образования в протяженном цилиндрическом полом сеточном аноде диаметром 115 мм и длиной около 1 м несамостоятельного дугового разряда низкого давления с накаливаемым и полым катодами. Зондовым методом измерены продольные распределения параметров плазмы внутри сеточного полого анода дугового разряда для различных условий горения с и без потока ионов, инжектируемых из плазмы основного тлеющего разряда, для которого сеточный полый анод являлся плазменным эмиттером электронов. Получены распределения плотности ионного тока на зонд внутри цилиндрического анода дугового разряда (эмиттера электронов) при изменении рабочего давления, величины продольного магнитного поля в полом катоде дугового источника плазмы, тока дугового разряда. В протяженном плазменном эмиттере формируются неодинаковые условия образования плазмы, приводящие к возникновению потенциального барьера для распространения дуговой плазмы. Эмиссия ионов из плазмы тлеющего разряда в пучково-плазменное образование внутри протяженного сетчатого плазменного эмиттера позволяет значительно снизить неоднородность формируемой в нем плазмы. Полученные результаты показывают возможность формирования относительно однородных протяженных пучково-плазменных образований внутри протяженного сеточного анода дугового разряда в условиях инжекции внешнего потока ионов через ячейки сетки.

Ключевые слова: пучково-плазменное образование, несамостоятельный дуговой разряд, тлеющий разряд с полым катодом, протяженный сетчатый плазменный эмиттер, диагностика плазмы, одиночный электрический зонд.

Введение

Целый ряд актуальных задач современного машиностроения может быть решен с использованием плазмы разрядов низкого давления, в том числе в области финишной обработки поверхности материалов и изделий. Для удовлетворения ряда требований по качеству обработки поверхности металлических изделий необходимо обеспечить независимую регулировку основных параметров технологических процессов, к которым относятся давление газовой смеси, состав газа, плотность ионного тока, энергия ионов, температура обработки. Дуговые и тлеющие разряды низкого давления с полым катодом отвечают этим требованиям. Одним из основных ограничений, препятствующих внедрению ионно-плазменного оборудования на основе разрядов низкого давления в промышленное производство, является необходимость обеспечения высокой однородности генерируемой плазмы в больших ($> 0.1 \text{ м}^3$) вакуумных объемах.

Многообещающим с точки зрения формирования плазмы с низкой степенью неоднородности и независимой регулировкой основных рабочих параметров является несамостоятельный тлеющий разряд с полым катодом с внешней инжекцией электронов в плазму тлеющего разряда [1]. В то же время было показано некоторое снижение концентрации плазмы при удалении от области инжекции [2], а также существенное влияние формы выходной апертуры эмиттера электронов на однородность распределения ионного тока [3], в том числе и уменьшение амплитуды тока в области геометрической тени, создаваемой обрабатываемыми деталями. Неравномерность еще более усиливается, если зона геометрической тени находится на значительном удалении от области инжекции.

Для решения проблемы неоднородности концентрации плазмы в пучково-плазменных образованиях, формируемых в несамостоятельном тлеющем разряде, предлагается использовать электродную систему, симметричную относительно центральной оси цилиндрического полого катода. В такой системе инжекция электронов из протяженного цилиндрического полого сеточного эмиттера, располагающегося на оси полого катода и вдоль нее (рис. 1), позволит создавать одинаковые с точки зрения генерации плазмы условия. Изделия, поверхность которых будет подвергаться

* Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ФНИ по теме госзадания № 0291-2019-0002.

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>