

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 533.9.082.76; 533.95

DOI: 10.17223/00213411/64/1/112

*А.В. ШНАЙДЕР¹, С.А. ПОПОВ¹, Е.Л. ДУБРОВСКАЯ¹, А.Ю. ЮШКОВ², А.В. БАТРАКОВ¹***ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ АНОДНОГО ПЯТНА СИЛЬНОТОЧНОЙ ВАКУУМНОЙ ДУГИ МЕТОДОМ СКОРОСТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И ВИДЕОРЕГИСТРАЦИИ ***

Процессы плазмообразования в прианодной области сильноточного вакуумно-дугового разряда имеют высокую актуальность с точки зрения улучшения коммутационных характеристик вакуумных сетевых выключателей. В настоящей работе динамика спектра излучения прианодной области дуги регистрировалась с использованием аппаратного комплекса, позволяющего производить развертку спектра во времени. Параллельно производилась скоростная видеосъемка. Полученные данные наглядно демонстрируют изменения зарядового состава плазмы анодного пятна в процессе смены форм разряда.

Ключевые слова: анодное пятно, вакуумный выключатель, сильноточная вакуумная дуга, скоростная спектроскопия и видеорегистрация.

Введение

Генерирование анодного пятна, являющегося интенсивным источником паров и плазмы в условиях сильноточного вакуумно-дугового разряда, является существенным фактором, ограничивающим отключающую способность вакуумных сетевых выключателей [1], и остается предметом пристальных исследований в течение многих лет.

Исходя из формы и интенсивности свечения прикатодной и прианодной областей разрядного промежутка, режимы горения дуги традиционно классифицируются на диффузный, при котором макропятна на электродах отсутствуют, режим интенсивной дуги (intense mode), связанный с образованием сжатого канала разряда в условиях сильных токов и малых межэлектродных расстояний, и различные режимы с той или иной активностью анодных процессов: режим «футпойнт» (footpoint mode), режим с активным анодным пятном (anode spot mode) [2]. По результатам недавней серии исследований электрических и спектральных характеристик предложена дополнительная классификация режимов горения дуги с анодным пятном первого и второго типов [3, 4]. Режим с анодным пятном второго типа характеризуется формированием как прианодной, так и обширной прикатодной области свечения (катодного макропятна) и сжатого канала разряда в условиях относительно больших межэлектродных расстояний, а также повышенным на 10–20 В напряжением горения, что напрямую указывает на активную роль анодного и катодного макропятен в механизме функционирования разряда [3, 5].

Исследования динамики перехода между различными режимами горения демонстрируют высокую скорость изменения спектрального состава и структуры свечения разряда с временем перехода в десятки и единицы микросекунд [5–7]. При этом особую актуальность приобретают исследования с регистрацией спектра анодного пятна не в отдельные моменты времени, как в [3, 7], а с непрерывной временной разверткой, что и представлено в настоящей работе.

Методика эксперимента

Схема эксперимента приведена на рис. 1. Эксперимент проводился в динамически откачиваемой вакуумной камере при остаточном давлении $\sim 10^{-5}$ Па. Разрядный промежуток был образован двумя электродами торцевого типа диаметром 20 мм, выполненными из псевдосплава CuCr40. Гармонический полупериод тока амплитудой до 15 кА длительностью 10 мс, моделирующий ток промышленной частоты, формировался высокодобротной цепью C_0L_0 ($C_0 = 60$ мФ, $L_0 = 167$ мкГн) с тиристором VT_0 в качестве коммутатора. Дуговой разряд инициировался размыканием контактов на начальном этапе протекания импульса тока. Подвижным являлся катодный электрод, его скорость в процессе размыкания была практически постоянна и близка к 1.3 м/с. Внешние магнитные поля к разрядному промежутку не прикладывались. Для регистрации осциллограмм тока и напря-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-79-20049).

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>