

СКОРОСТНАЯ ВИДЕОСПЕКТРОСКОПИЯ СИЛЬНОТОЧНОГО ВАКУУМНО-ДУГОВОГО РАЗРЯДА С МЕДЬ-ХРОМОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ*

С.А. Попов, Е.Л. Дубровская, А.В. Шнайдер, А.В. Батраков

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Процессы контрагирования канала сильноточного вакуумно-дугового разряда и плазмообразования в его прианодной области имеют высокую актуальность с точки зрения улучшения коммутационных характеристик вакуумных сетевых выключателей. В настоящей работе с использованием видеоспектроскопического аппаратного комплекса исследована пространственно-спектральная структура разряда и ее динамика. Полученные данные наглядно демонстрируют изменения зарядового состава плазмы анодного и катодного макропятен в процессе смены форм разряда.

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

Введение

Контрагирование сильноточного вакуумно-дугового разряда сопровождается генерированием анодного пятна, являющегося интенсивным источником паров и плазмы, что существенно ограничивает отключающую способность вакуумных сетевых выключателей, и остается предметом пристальных исследований в течение многих лет [1].

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. Такое исследование было выполнено нами недавно с использованием аппаратного комплекса, представляющего собой композицию спектрографа со стриковой камерой (хронографом) [8]. Непрерывная временная развертка позволила с высоким временным разрешением исследовать динамику отдельных спектральных линий в привязке к осциллограммам тока и напряжения горения в процессе переходов между формами разряда. Очевидным недостатком метода является то, что исследуется излучение лишь локальной (по сути, точечной) области разряда, что позволяет делать лишь ограниченные выводы о пространственно-спектральной структуре свечения, и, соответственно, о пространственно-зарядовой структуре плазмы в разрядном промежутке.

Надежную информацию о пространственно-спектральной картине излучения и ее динамике возможно получить при использовании регистрации спектра с одномерным пространственным разрешением, совмещенной с обычной скоростной видеосъемкой всей (двумерной и полноспектральной) картины разряда. Результаты такого эксперимента представлены в настоящей работе.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 21-58-12012).

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>