

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 537.525

DOI: 10.17223/00213411/65/7/112

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЛАЗМЫ
В ПОЛОМ АНОДЕ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА***

Н.В. Ландль, Ю.Д. Королев, А.В. Козырев, И.В. Лопатин

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Представлены результаты исследования тлеющего разряда низкого давления с полым катодом и полым анодом большого объема в аргоне и азоте. Получены данные по концентрации плазмы и температуре электронов в анодной полости. Предложена модель, объясняющая механизмы поддержания плазмы в полем аноде, учитывающая неравномерность распределения концентрации в полости. Показано хорошее согласие расчетных данных с экспериментом.

Ключевые слова: *тлеющий разряд, разряд с полым катодом, разряд с полым анодом.*

Введение

В настоящее время тлеющие разряды низкого давления с полым катодом широко используются для различных применений. В частности, такие разряды применяются в установках для генерации пучков заряженных частиц [1–6], жесткого ультрафиолетового излучения [7–9], в сильноточных коммутирующих приборах [1, 10–18], для генерации плазмы большого объема и модификации свойств поверхности различных материалов [1, 19–26] и т.д. Под термином «разряды низкого давления» имеется в виду, что условия инициирования и поддержания разряда соответствуют левой ветви кривой Пашена, а длина свободного пробега электрона для реакции ионизации сравнима или превышает характерный размер разрядного промежутка. В этих условиях инициирование разряда не может обеспечиваться одиночными инициирующими электронами и последующим развитием классических электронных лавин. Для инициирования разряда необходим значительный предпробойный ток электронов с катода [1, 17, 18, 27].

Одним из способов получения плазмы большого объема является использование генератора с комбинированным накаленным и полым катодом [20–26]. Обычно катодный узел генератора плазмы монтируется на корпусе камеры большого объема. В типичных схемах включения стенки камеры играют роль полого анода. Несмотря на наличие термокатада в катодной полости, разряд в установках такого типа можно характеризовать как тлеющий разряд с полым катодом и внешней инъекцией электронов [28]. Соответственно плазму в полем аноде можно характеризовать как плазму положительного столба.

В наших предшествующих работах мы предложили модель, позволяющую объяснить механизмы поддержания плазмы отрицательного свечения в катодной полости тлеющего разряда низкого давления [1, 28, 29]. Основная идея модели состоит в том, что плазма внутри катодной полости представляет собой потенциальную ловушку для электронов. На основе предложенного подхода была разработана модель для объяснения механизмов генерации плазмы в полем аноде большого объема [30]. Основной идеей модели являлось то, что ток на поверхности анода переносится не только плазменными электронами, но и ионами. При этом предполагалось, что концентрация плазмы распределена в анодной полости равномерно. Было получено хорошее согласие оценок величины концентрации плазмы в полем аноде с экспериментом. Тем не менее на установках для генерации плазмы больших объемов существует проблема достижения равномерности концентрации плазмы во всем объеме рабочей камеры (например, [21, 31]). Эта ситуация характерна для установок, в которых полость большого объема является как катодом, так и анодом.

Цель настоящей работы – разработка модели, описывающей механизмы поддержания плазмы с учетом неравномерности распределения плазмы в полем аноде большого объема. Для сравнения

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00326.

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>