ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 62, № 11 ФИЗИКА 2019

УДК 537.525 DOI: 10.17223/00213411/62/11/59

Н.В. ЛАНДЛЬ, Ю.Д. КОРОЛЕВ, В.Г. ГЕЙМАН, О.Б. ФРАНЦ, И.А. ШЕМЯКИН, В.С. КАСЬЯНОВ, И.В. ЛОПАТИН, С.С. КОВАЛЬСКИЙ

РЕЖИМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА С ПОЛЫМ КАТОДОМ И НИТЬЮ НАКАЛА ВНУТРИ ПОЛОСТИ *

Представлены результаты исследования тлеющего разряда низкого давления с полым катодом и нитью накала (термокатодом) внутри полости. Получены вольт-амперные характеристики (ВАХ) разряда и зависимости тока на термокатод и тока на полый катод от напряжения горения разряда при различных давлениях газа и токах накала. Показано, что основная доля тока переносится в цепи термокатода. Для интерпретации ВАХ была применена модель, в которой вместо обычно применяемого коэффициента вторичной эмиссии введен обобщенный коэффициент, учитывающий не только бомбардировку катода ионами, но и ток эмиссии за счет внешнего источника. Проведены оценки параметров разряда. Показано, что модель хорошо согласуется с экспериментом.

Ключевые слова: *тлеющий разряд, полый катод, нить накала, термокатод.*

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 [1–4], для генерации жесткого ультрафиолетового излучения [5–7], в сильноточных коммутирующих приборах [8–20], для генерации плазмы большого объема и модификации свойств поверхности различных материалов [8, 21–28] 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 и поддержание разряда не может обеспечиваться развитием электронных лавин из инициирующих электронов, стартовавших с катода [8, 12, 29].

Часто используемый подход к объяснению механизма поддержания тлеющего разряда низкого давления с полым катодом основан на том, что ток разряда на поверхности катода переносится ионами и электронами, эмитированными с катода за счет ионной бомбардировки [30, 31]. При этом для построения модели поддержания разряда используется классический коэффициент вторичной эмиссии на катоде, показывающий количество вторичных электронов, приходящееся на один ион, падающий на поверхность катода.

Коэффициент γ иногда называют обобщенным коэффициентом вторичной электронной эмиссии, подразумевая, что он учитывает и фотоэффект. Однако использовать коэффициент γ для описания тока эмиссии за счет ионной бомбардировки и за счет фотоэффекта можно лишь в том случае, если обе составляющие эмиссионного тока одинаково зависят от тока ионов. Для большинства условий такая ситуация представляет собой скорее исключение, чем правило. Тогда возникает необходимость вводить понятие источника внешней эмиссии, который необходимо рассматривать отдельно.

Данный подход был предложен в [8, 16, 32, 33]. В этих работах было введено понятие внешнего тока эмиссии, в который входят ток за счет фотоэмиссии с катода и ток за счет автоэлектронной эмиссии с микронеоднородностей на поверхности катода. Также был введен обобщенный коэффициент вторичной электронной эмиссии, который зависит от внешнего тока эмиссии и включает в себя классический коэффициент. На основе данного подхода было дано объяснение особенностям подержания сильноточного импульсного тлеющего разряда в основном промежутке и слаботочного стационарного тлеющего разряда в узле запуска тиратрона с холодным катодом.

Вместе с тем имеются другие виды разряда, в которых предлагаемый подход к описанию механизмов переноса тока и поддержания разряда является перспективным. Это относится к разрядам в установках для модификации свойств поверхности материалов и для генерации плазмы

* 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