

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 537.525

DOI: 10.17223/00213411/62/9/132

Т.Х. ГУСЕЙНОВ¹, Э.А. РАСУЛОВ¹, Р.Ф. БАБАЕВА²

ДВОЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СЛОЙ ГЕЛИЕВОГО РАЗРЯДА В РЕЖИМЕ МОДУЛЯЦИИ

Исследован положительный столб газового разряда в гелии в режиме модуляции разрядного тока. Выявлено, что при малых значениях разрядного тока (20–100 мА) роль ступенчатого возбуждения в заселении 3^1D_2 -уровня невелика из-за малости заселенностей метастабильных уровней. С ростом тока возрастает заселенность метастабильных атомов и поэтому увеличивается глубина модуляции интенсивности линии метастабильных уровней. При больших токах (> 100 мА) из-за насыщения заселенности метастабильных уровней по току уменьшается глубина модуляции интенсивности линии.

Ключевые слова: газовый разряд, двойной электрический слой, ступенчатый режим, эффект модуляции электрического поля, функция распределения электронов по энергиям, эффект фокусировки электронов.

Введение

Появление двойного электрического слоя (ДС) перед сужением разрядной трубки и связанного с ним скачка потенциала может привести к разрежению газа в области двойного слоя. Проходя ДС, заряженные частицы ускоряются и при соударениях часть приобретенного ими импульса передается атомам и молекулам нейтрального газа. Это приводит к вытеснению газа из области ДС. При достаточно больших плотностях разрядного тока уменьшение плотности газа становится существенным, что ухудшает условия образования новых ионов. Увеличивается скачок потенциала в ДС, возрастает активное сопротивление плазмы, и для поддержания разряда требуется более высокое межэлектродное напряжение. Достижение предела ионизации может вызвать либо полное прекращение тока, либо его уменьшение. Прекращение или уменьшение тока ведет к уменьшению разрежения газа в сужении, что вновь приводит к возникновению или возрастанию тока. В работе [1] показано, что образование тонких слоев связано с проявлением сложных динамических процессов, развивающихся в бесстолкновительной космической плазме во время геомагнитных возмущений и вблизи областей пересоединения. В статье приведен обзор моделей, описывающих тонкие токовые структуры в хвосте магнитосферы Земли. В основе этих моделей лежат представления о квазиadiaбатической динамике ионов в относительно слабом магнитном поле нейтрального слоя хвоста магнитосферы, где ионы могут размагничиваться. Показано, что функция распределения ионов может быть представлена в виде функции интегралов движения частиц – полной энергии и квазиadiaбатического инварианта. Рассмотрены различные модификации исходного равновесия, включающие в себя учет токов замагниченных электронов, вклад ионов кислорода, асимметрию источников плазмы и эффекты, связанные с «немаксвелловским» видом функции распределения частиц. В работе [2] исследован положительный столб газового разряда в гелии при больших глубинах модуляции разрядного тока без учета ступенчатой ионизации и показано, что эффект модуляции электрического поля и изменение функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ) по периоду происходит при частотах ниже обратного значения времени амбиполярной диффузии, а процесс нарастания и снижения тока повторяется периодически, возникают колебания тока.

Возмущение, вносимое слоем, не является локальным. ФРЭЭ на анодной стороне сужения существенно немаксвелловская, что обусловлено присутствием в плазме быстрых электронов, ускорившихся в поле двойного слоя. Однако средняя энергия электронов успевает устанавливаться такой, какой она должна быть в однородном электрическом поле, при том же E/P и максвелловской функции распределения. Сравнение результатов расчета скачка потенциала в слое при различных давлениях показало хорошее согласие с экспериментом [2]. В работе [3, 4] изучены скорости заряженных частиц, вылетающих из плазмы при различных ситуациях, а также результаты по формированию и динамике интенсивного электронного пучка средней энергии. Однако авторами этих работ не изучалось изменение ФРЭЭ при различных пространственных потенциалах плазмы.

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>