

ГЕНЕРАЦИЯ УБЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОНОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЛАЗМЕННЫХ ДИФFUЗНЫХ СТРУЙ *)

Тарасенко В.Ф., Бакшт Е.Х., Виноградов Н.П.

Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, РФ, VFT@loi.hcei.tsc.ru

В наших статьях [1-3] были описаны плазменные диффузные струи (ПДС) красного цвета, являющиеся лабораторными аналогами столбчатых красных спрайтов (СКС) [4]. ПДС состояли из стримеров [3] и имели спектры излучения и параметры плазмы подобные, регистрируемым в СКС. Кроме того, ПДС инициировались плазмой импульсно-периодического ёмкостного разряда, не имеющей контакта с металлическими электродами.

Цель данной работы – показать, что при ёмкостном импульсно-периодическом разряде в воздухе низкого давления могут генерироваться пучки убегающих электронов (ПУЭ) из плазмы, которая не имеет контакта с металлическими электродами.

Исследования проводились на модернизированной установке, основой которой являлась кварцевая трубка с внешними кольцевыми электродами, используемая ранее для изучения свойств ПДС, см. статьи [1-3]. В данной работе был применён генератор NPG-18/3500N с более высокой амплитудой импульсов напряжением (12-18 кВ). Для регистрации тока ПУЭ использовался коаксиальный коллектор с временным разрешением до 100 пс, с помощью которого осуществлялась прямая регистрация тока пучка убегающих электронов. В экспериментах измерялись импульсы ПУЭ, напряжения на промежутке и тока разряда, а также регистрировались спектры излучения ПДС и фотографировалась их форма.

С генератором NPG-18/3500N токи ПУЭ были получены в широких диапазонах давлений воздуха и напряжений. Установлено, что амплитуда ПУЭ возрастает с увеличением частоты следования импульсов напряжения до 2 кГц. Максимум амплитуды тока пучка регистрировался с задержкой относительно максимума импульса напряжения, равной ≈ 5.6 нс. Это связано со временем пролёта электронов от приэлектродной области, в которой они набирают основную часть энергии, до коллектора. ПУЭ регистрировался при расположении заземлённого кольцевого электрода между высоковольтным электродом и заземлённым коллектором, который был удалён от заземлённого кольцевого электрода на расстояние 14 см. На основании этого можно заключить, что быстрые электроны получают основное ускорение вблизи высоковольтного кольцевого электрода. Изменение положения высоковольтного кольцевого электрода относительно коллектора не влияло на генерацию тока пучка. При установке за сеткой коллектора фильтра из бумаги толщиной 100 мкм ПУЭ не регистрировался из-за сравнительно малой энергии УЭ в этих условиях.

Длительность импульса тока пучка на полувысоте при давлении воздуха 1 Торр составила ≈ 3 нс, а его плотность была ≈ 8 мА/см². Амплитуда ПУЭ увеличивалась с ростом напряжения генератора и при учёте прозрачности сетки превышала 25 мА на приёмной части коллектора, которая имела диаметр 2 см. Было установлено, что в данных условиях ПУЭ опережает фронт ПДС и регистрируется коллектором до её прихода. Полученные результаты могут быть использованы при изучении свойств высотных разрядов.

Данное исследование выполнено при поддержке РНФ за счет гранта № 24-29-00166.

Литература

- [1]. Tarasenko V.F., Vinogradov N.P., Baksht E.Kh., D.A. Sorokin. J. Atmospheric Science Research, 2022, 5(4), 26-36.
- [2]. Sorokin D.A., Tarasenko V.F., Baksht E.Kh., Vinogradov N.P. Physics of Plasmas, 2023, 30(8), 083515.
- [3]. Tarasenko V.F., Baksht E.Kh., Panarin V.A., Vinogradov N.P. Plasma Physics Reports, 2023, 49(6), 786-794.
- [4]. Marskar R. Plasma Sources Sci. Technol., 2024, 33, 025024.

*) [DOI – тезисы на английском](#)