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

УДК 537.523.9 DOI: 10.17223/00213411/62/11/5

Д.В. БЕЛОПЛОТОВ, Д.А. СОРОКИН, М.И. ЛОМАЕВ, В.Ф. ТАРАСЕНКО

ФОРМИРОВАНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО СТРИМЕРА В РЕЗКО НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ И МОМЕНТ ГЕНЕРАЦИИ УБЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОНОВ*

Экспериментально исследовано формирование отрицательного стримера в воздухе при различном давлении в резко неоднородном электрическом поле в условиях наносекундного и субнаносекундного пробоя. Исследования проводились с применением четырёхканальной ICCD и высокоскоростной стрик-камеры. Также в отдельной серии экспериментов исследована генерация убегающих электронов при формировании стримера посредством измерения динамического тока смещения. Показано, что скорость стримера меняется по мере его движения от электрода с малым радиусом кривизны к противоположному плоскому электроду. Получены данные о мгновенной скорости стримера. Показано, что убегающие электроны генерируются при старте стримера.

Ключевые слова: *пробой, наносекундный разряд, диффузный разряд, волна ионизации, стример, ток смещения, убегающие электроны.*

Введение

Плотная неравновесная низкотемпературная плазма атмосферного давления является перспективным инструментом для решения различных задач как в науке, так и в технологиях [1, 2]. Простым и распространенным способом получения такой плазмы является электрический разряд в атомарных и молекулярных газах. Это могут быть различные реализации барьерного разряда, объёмные разряды с предыонизацией газа сторонними источниками ионизирующего излучения, а также наносекундные диффузные разряды в неоднородном электрическом поле [3–11]. Наибольшие удельные характеристики достигаются в объёмных разрядах с внешней предыонизацией и наносекундных диффузных разрядах. Однако существуют различия в механизмах формирования этих разрядов. Объемный разряд в однородном электрическом поле формируется благодаря предварительной ионизации газа в межэлектродном пространстве (электронным пучком, рентгеновским излучением, УФ-излучением и т.д.). При достаточной концентрации электронов предыонизации ($\sim 10^6$–10^8 см$^{-3}$) электронные лавины перекрываются, прежде чем достигнут критического размера. Это приводит к образованию разряда, занимающего весь объем между электродами [9]. Если концентрация электронов предыонизации мала, некоторые лавины могут достигать критического размера до их взаимного перекрытия. В результате образуется стример небольшого диаметра ($\sim$ 100 мкм), который пересекает промежуток и затем образуется искровой канал с высокой проводимостью и высокой температурой тяжелых частиц. При формировании разряда в резко неоднородном электрическом поле благодаря усилению электрического поля вблизи электрода с малым радиусом кривизны достигаются высокие значения перенапряжения. В этих условиях формирование разряда протекает в условиях генерации значительного числа быстрых (убегающих) электронов (УЭ), что может оказывать влияние на формирование разряда [8, 10], как это показано в работе [12]. Экспериментально и в моделировании было показано, что в этих условиях образуется стример большого диаметра [13–20]. Несмотря на интенсивность проводимых исследований, не все особенности развития стримеров в резко неоднородном электрическом поле достаточно хорошо изучены. В частности, это касается данных о мгновенной скорости стримера в резко неоднородных электрических полях, генерации УЭ и их степени влияния на развитие разряда, влияния перенапряжения на динамику стримера. Было обнаружено, что при формировании стримера регистрируется динамический ток смещения, вызванный перераспределением напряженности электрического поля [21–23]. Измерение динамического тока смещения позволяет исследовать развитие стримера в промежутке и, как будет показано в настоящей статье, определить момент генерации УЭ. Стоит ответить, что такие попытки предпринимались и раньше [24, 25].

* Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда, № 17-72-20072.

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