

УДК 537.523.9

DOI: 10.17223/00213411/62/7/69

*Д.В. БЕЛОПЛОТОВ, М.И. ЛОМАЕВ, Д.А. СОРОКИН, В.Ф. ТАРАСЕНКО***СТРИМЕРНЫЙ ПРОБОЙ С УБЕГАЮЩИМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, ФОРМИРУЮЩИЙ ДИФFUЗНЫЕ РАЗРЯДЫ В НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ***

Представлены результаты экспериментальных исследований формирования диффузных наносекундных разрядов в неоднородном электрическом поле в воздухе и других газах при давлениях 12.5–400 кПа. Исследования проводились с применением четырёхканальной ICCD-камеры, ультраскоростной стрик-камеры и высокоскоростных осциллографов. Установлено, что в резко неоднородном электрическом поле и при повышенных напряжениях в предпробойной стадии разряда в независимости от сорта газа (воздух, азот, аргон, водород, метан, неон, гелий) формируются стримеры шаровой формы. Получены данные о мгновенной скорости стримера в воздухе при различном напряжении, а также данные о токе смещения, вызванном перераспределением электрического поля в промежутке при формировании стримера. Зарегистрированы пучки убегающих электронов. Обсуждается механизм формирования анодо- и катодонаправленных стримеров при высоких перенапряжениях.

Ключевые слова: пробой в неоднородном электрическом поле, волна ионизации, стример, ток смещения, убегающие электроны.

Введение

В последние годы возросло число работ, посвящённых исследованиям диффузных наносекундных разрядов в газах высокого давления в неоднородном электрическом поле. Это обусловлено как сложностью процессов, протекающих за короткое время в разрядном промежутке [1–15], так и практическим использованием плазмы атмосферного давления для различных приложений [16, 17]. В ряде работ было показано, что при пробое формируются стримеры, которые не приводят к контрагированию разряда при атмосферном давлении воздуха и других газов [1, 4–6, 11, 13, 15]. При отрицательной полярности электродов с малым радиусом кривизны формирование диффузных разрядов объясняют генерацией убегающих электронов [18]. Однако диффузные разряды формируются также при положительной полярности электрода с малым радиусом кривизны [19]. Полагается, что это обусловлено формированием стримеров с большими поперечными размерами (см. обзор [20] и ссылки в нём). Как показали исследования, проведённые в [21], диаметр стримеров и диффузного разряда с одиночного острия при межэлектродном зазоре 7 см может достигать 8 см. При стримерном пробое в однородном электрическом поле и малых перенапряжениях обычно наблюдается искровой разряд [22].

Цель данного обзора – обобщить результаты экспериментальных исследований наносекундных диффузных разрядов в неоднородном электрическом поле в газах высокого давления, полученные за последние два года в лаборатории оптических излучений ИСЭ СО РАН.

Развитие пробоя в воздухе и других газах при давлениях 12.5–200 кПа, а также генерация пучков убегающих электронов были изучены с помощью четырёхканальной ICCD-камеры, ультраскоростной стрик-камеры и высокоскоростных осциллографов. В экспериментах проводились одновременные измерения оптических и электрических характеристик разряда, а также измерялись амплитудно-временные параметры тока пучка убегающих электронов. Кроме того, в одних условиях сравнивались полученные данные при положительной и отрицательной полярности электрода с малым радиусом кривизны. В работе продолжены исследования, предварительные результаты которых приведены в [23].

Экспериментальная аппаратура и методики измерений

Эксперименты проводились на двух установках (рис. 1). На первой (рис. 1, а) проводились исследования оптического излучения плазмы разряда методами высокоскоростной съёмки, на второй (рис. 1, б) – исследования генерации убегающих электронов (сверхкороткий лавинный электронный пучок – СЛЭП [24]), а также исследования динамического тока смещения.

* Работа выполнена в рамках госзадания ИСЭ СО РАН по теме № 13.1.4.

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>