Влияние акустических течений на контрагированный тлеющий разряд в аргоне

Н.Ф. Кашапов, А.И. Сайфутдинов, С.А. Фадеев

Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия, sergey\_fadeev@kpfu.ru

Контракция — один из наиболее распространенных типов неустойчивости в квазистационарном электрическом поле, характеризующийся стягиванием разряда в тонкий светящийся шнур, оторванный от стенок. На практике это явление в большинстве случаев является нежелательным. Например, в лазерных приложениях контракция ведет к полному прекращению лазерной генерации, ограничивая верхний порог энерговклада в активную среду. В настоящее время разрабатываются различные способы управления параметрами тлеющего разряда с целью подведения их к условиям, необходимым для оптимального режима работы различных приборов и устройств. К одному из наиболее удобных и перспективных способов независимого управления параметрами плазмы тлеющего разряда можно причислить организацию в разрядной камере акустических течений с помощью возбуждения стоячей звуковой волны [1].

В данной работе, на основе гибридной модели, проведено численное исследование влияния акустических течений на параметры тлеющего разряда. Модель разряда включает: уравнения непрерывности для концентраций заряженных частиц, уравнение непрерывности для плотности энергии электронов и уравнение энергии для определения температуры тяжелых частиц плазмы. Самосогласованное электрическое поле определяется из уравнения Пуассона для потенциала. Поле скоростей акустических течений в газе задавалось выражениями, полученными в результате аналитического решения уравнений Навье-Стокса в цилиндрической геометрии с температурной неоднородностью вдоль радиуса разрядной трубки [2].

Расчеты проводились для традиционной цилиндрической конфигурации разрядной трубки радиусом R = 1 см и межэлектродным расстоянием L = 4 см. Давление газа составляло 50 Торр. Напряжение на источнике задавалось равным U = 2 кВ, балластное сопротивление R = 20 кОм.

Результаты исследований показывают, что при наличии акустических течений, возникающих при организации стоячей волны с уровнем звукового давления 150 дБ, происходит падение величины разрядного тока с 88.8 до 68.3 мА. При этом напряжение между электродами растет с 223 до 242 В. Происходит выравнивание температуры газа по радиусу преимущественно в центральной области положительного столба в пределах z = 1 — 3 см. При этом из пространственных распределений концентраций заряженных частиц видно, что разряд приобретает характерный для диффузного режима горения параболический вид, что имеет полное согласие с [3]. Одним из важных эффектов, который наблюдался, как в экспериментах [3], так и по результатам численного моделирования является то, что при организации акустических течений с помощью возбуждения звуковой волны вольт-амперная характеристика из падающей становится горизонтальной и даже растущей, что свидетельствует об устойчивом горении разряда.

Литература

1. Kashapov N.F., Saifutdinov A.I., Fadeev S.A. J. Phys.: Conf. Ser., 2014, V. 567, P. 012004.
2. Hatsagortsyan K.Z., Galechyan G.A. Laser Physics, 1994, V. 4, P. 502-506.
3. Арамян А.Р., Галечян Г.А. УФН, 2007, Т. 177, С. 1207–1230.