формированиЕ Стационарного состояния плазмы резонансного микроволнового разряда в инертных газах форвакуумного диапазона давлений

Андреев В.В., Василеска И.1, Корнеева М.А.

Российский университет дружбы народов, г. Москва, РФ, aitc@list.ru

1Люблянский университет, г. Любляна, Словения, ivonavasileska@yahoo.com

В отличии от хорошо изученных режимов генерации ЭЦР-плазмы плазмохимических реакторов и источников ионов, особенности разряда в ловушке пробочной конфигурации в форвакуумном диапазоне давлений изучены недостаточно детально.

 Как было показано в [1] генерация импульсно периодического разряда в форвакуумном диапазоне давлений (1·10-3 - 100 Торр) при умеренном уровне подводимой мощности (4 режима от 90 до 400 Вт) характеризуется высокой светоотдачей, что представляет интерес для прикладных исследований в области светотехники [2]. Формирование стационарного состояния со стабилизацией основных параметров разряда проявляется и в изменениях спектрофотометрических характеристик излучения. Исследования [1] показали что переход из режима малой освещенности (< 30 Лк) в режим с большим световым потоком (до 1000 Лк) осуществляется скачкообразно при изменении давление плазмообразующего газа. Изучение времени формирования стационарного состояния разряда и изменения фотометрических характеристик излучения осуществлялось с учетом данной характерной особенности. Для определения характерных времен формирования стационарного состояния анализировались сигналы в канале подводимой и отраженной СВЧ-мощности, а также изменение светового потока. В качестве интегрального светового детектора применялся фотодиод. Известно, что формирование стационарного разряда происходит в два этапа: пробой и плазмообразование. В проводимых экспериментах пробой характеризуется скачкообразным изменением уровня поглощенной разрядом мощности. Отмечено, что время пробоя составляет 8-15 мкс вблизи нижней границы указанного диапазона давлений. Переход в режим эффективной генерации при повышении давления сопровождается резким уменьшением времени пробоя до 1-3 мкс. Основной вклад в общее время формирования разряда дает время плазмообразования длительность которого слабо зависит от давления и режима генерации (в среднем составляет ~60 мкс), но чувствительно к уровню поглощенной разрядом мощности и скважности циклов генерации и сорта газа.

Поскольку в исследуемых режимах давление плазмообразующего газа столь высоко, что диффузионные потери становятся несущественными по сравнению с хаотическим движением частиц, время пробоя в данном случае связано лишь с сечением ионизации плазмообразующего газа и начальной концентрацией электронов и нейтралов. Сечение ионизации гелия выше сечения ионизации аргона, что проявляется в более длительном времени пробоя гелия в сходных с аргоном условиях. Постоянная величина времени пробоя на высоких давлениях, позволяет сделать вывод о несущественном влиянии концентрации нейтралов на скорость пробоя. Таким образом, основной вклад во время пробоя дает начальная концентрация электронов. Поскольку на давлениях порядка единиц Торр разряд переходит в мультипакторную форму, можно предположить, что именно наличие не скомпенсированного заряда на стенках колбы приводит к облегчению пробоя на высоких давлениях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение 3.2223.2017/4.6).

Литература.

1. В.В. Андреев, И.А. Волдинер, М.А. Корнеева // Прикладная физика, 2016. №2. С. 51.
2. S. Kitsinelis, G. Zissis, E. Fokitis // J. Phys. D: Appl.Phys. 42 (2009) 045209