распределение плазмы в столбе СВЧ разряда, поддерживаемого стоячей поверхностной волной [[1]](#footnote-1)\*)

Жуков В.И., Карфидов Д.М.

Институт общей физики имени А.М. Прохорова Российской академии наук, zhukov.vsevolod@physics.msu.ru

Стоячая поверхностная электромагнитная волна (ПЭВ) m = 0 моды [1] возбуждается на плазменном столбе СВЧ разряда между двумя металлическими зеркалами. Отличительная особенность данного эксперимента заключается в самосогласованном режиме: возбуждается стоячая поверхностная волна, которая сама создает и поддерживает плазму. Разряд на поверхностной волне инициировался в длинной кварцевой трубке ($>10λ\_{0}$) волноводным аппликатором [2], мощностью 800 Вт, генерирующим одиночные прямоугольные импульсы длительностью до 50 мс на частоте 2.45 ГГц. Измерения проводились в аргоне в диапазоне давлений от 0.02 Торр до 7 Торр. В работе проведены измерения параметров разряда, таких как профиль плотности плазмы и характеристики электрического поля поверхностной волны для случая свободного разряда и для разряда между зеркалами, поддерживаемого стоячей волной.

Возбуждение стоячей волны на плазменном столбе приводит к формированию локальных минимумов и максимумов плотности плазмы, период которых равен половине длины поверхностной волны. Установлено, что время формирования модулированной структуры близко к характерному времени диффузии, а степень модуляции растет с ростом давления. Экспериментально продемонстрирована возможность создания плазменного столба с модуляцией плотности плазмы $n\_{max}/n\_{min}≈5$ и длиной около $10$ длин волн.

Для исследования характеристик электромагнитного поля стоячей поверхностной волны в программе CST Microwave Studio была создана численная модель с заранее заданными значениями плотности плазмы $n\_{e}$ и частотами столкновения электронов с нейтральными атомами $ν\_{n}$. Эксперимент и численное моделирование демонстрируют, что продольная *E*z и радиальная *E*r компоненты сдвинуты по фазе друг относительно друга на $π/2$. При этом основной вклад в поддержание плазмы вносится компонентой *E*z, определяющей распределение плотности. Моделирование позволяет на основании измеренных концентраций электронов оценить соотношение между долями энергии поля ПЭВ в вакууме *W*vac и внутри плазмы *W*pl. Так, в хвостовой части разряда, где концентрация электронов стремится к $n\_{min}=4⋅10^{11} см^{-3}$ ($n\_{min} $ – критическая концентрация для распространения ПЭВ [3]) отношение *W*pl/*W*vac стремится к единице. При максимально достигнутой в эксперименте плотности плазмы $n\_{e}=4⋅10^{13} см^{-3}$ отношение *W*pl/*W*vac ≈ 0.02, т.е. подавляющая часть энергии поля ПЭВ не проникает в плазму. В таком случае радиальный профиль плотности плазменного столба сильно неоднороден с максимумом концентрации электронов вблизи стенки.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-90162.

Литература

1. Trivelpiece A.W. Slow wave propagation in plasma waveguides, the DP-degree Thesis, California Institute of Technology, Pasadena, 1958.
2. Moisan M., Zakrewski Z. // J. Phys. D: Appl. Phys., 1991, vol. 24, p. 1025.
3. Zhukov V.I., Karfidov D.M., K.F. Sergeichev. // Plasma Physics Reports, 2020, vol. 46, No. 8, pp. 760-768.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Lt/en/EM-Zhukov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)