ФОРМИРОВАНИЕ АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОГО ПЛАЗМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ЧАСТИЦ СВЧ-РАРЯДОМ В УЗКОМ КОАКСИАЛЬНОМ РЕЗОНАТОРЕ

Балмашнов А.А., Бутко Н.Б., Калашников А.В., Калашников В.В., Степина С.П., Умнов А.М.

РУДН, Москва, РФ, [abalmashnov@rambler.ru](mailto:abalmashnov@rambler.ru), [anumnov@yandex.ru](mailto:anumnov@yandex.ru)

Экспериментально установлено, что при СВЧ-мощности, поступающей в узкий коаксиальный резонатор инжектора CERA-RI-2 [ 1 ] (*f*0 = 2.45 ГГц) *Р*СВЧ = 20 Вт в диапазоне давлений рабочего газа (Ar) *Р*Ar = (8.4 – 1.0)·10-5 Торр вне области ЭЦР, на расстоянии (2.0 ± 0.2) см от его оси формируется плазменное кольцо с повышенной концентрацией частиц и электронной температурой (17 ± 4) эВ. При этом уровень СВЧ-поля в резонаторе уменьшается более чем на 95%, а отраженная СВЧ-мощность не превышает 1 % от поступающей в резонатор. Также установлено наличие в формируемом плазменном кольце электростатической волны, частота которой зависит от его диаметра и составляет десятки кГц. Анализ полученных результатов позволяет предположить, что регистрируемая НЧ-волна является ионно-звуковой, фазовая скорость которой для *Т*е ≈ (17 ± 4) эВ достаточно хорошо совпадает с экспериментально определенной величиной. Наличие распадных процессов с образованием ионно-звуковой волны в формируемом плазменном кольце демонстрирует спектр высокочастотных колебаний, в котором сателлиты основной частоты разнесены по частоте друг относительно друга на величину, соответствующую частоте регистрируемых низкочастотных колебаний.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что формирование плазменного кольца с высокой концентрацией частиц в узком коаксиальном резонаторе является результатом ионизационных процессов, реализуемых ускоренными в поле электростатической волны электронами. Область формирования плазменного кольца зависит от условий разряда, в нашем случае при *Р*СВЧ = 20 Вт от *Р*Ar, а частота электростатической волны от его протяженности, определяющей длину волны. При этом в отличии от не аксиально-замкнутых плазменных образований [2, 3], в которых условием формирования устойчивых колебаний частиц плазмы является наличие целого числа полуволн низкочастотной волны, в нашем случае условием является наличие четного числа полуволн.

Результаты работы могут представлять практический интерес ввиду возможности их применения к анализу процессов возникновения колебаний в азимутально-симметричных плазменных образованиях и, в частности, в стационарных плазменных двигателях (СПД) [4–6].

Исследования поддержаны проектом РНФ. Соглашение 17-12-01470.

Литература.

1. Балмашнов А.А., Степина С.П., Умнов А.М. // Успехи прикладной физики. 2014. Т. 2. № 3. С. 224.
2. Balmashnov A. A., Golovanivske K. S., Kamps E. /Proc. International Conference on Plasma Physics — Kiev. 1987.Vol. 2. P. 239.
3. Балмашнов А.А., Калашников А.В., Калашников В.В., Степина С.П., Умнов А.М. Прикладная физика, 2016, №2, с.57.
4. Морозов А.И., Есипчук Ю.В., Капулкин А.М., Невровский В.А., Смирнов В.А. // ЖТФ. 1973. Т. ХLIII. Вып. 5. С. 972.
5. Veselovzorov A.N., Dlougach E.D., Pogorelov A.A., Svirsky E.B., Smirnov V.A. // IEPC-2011-060. Wiesbaden. Germany, 2011; IEPC-2013-080. Washington. USA, 2011.
6. Веселовзоров А.Н., Длугач Е.Д., Погорелов А.А., Свирский Э.Б., Смирнов В.А. // ЖТФ. 2013. Т. 83. Вып. 7. С.38.