сравнение СпектрофотометрическИХ ХАРАКТЕРИСТИК излучения плазмы Импульсно-периодического резонансного микроволнового разряда в верхнем диапазоне рабочих давлений инертных газов (He, Ar)

Андреев В.В., Асанина С.Г., Корнеева М.А.

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

Резонансный микроволновой разряд формировался в цилиндрическом резонаторе (TE111, 2,45 ГГц, 200 Вт) с кварцевой колбой, помещенном в магнитное поле пробочного типа (R = 4 см, L = 10,3 см), создаваемого постоянными магнитами с системой магнитного замыкания. Индукция магнитного поля в минимуме ловушки варьировалась вблизи резонансного значения для рабочей частоты генератора, а рабочий диапазон давления плазмообразующего газа (Ar или He) соответствовал диапазону от 1 × 10–3 до 1 × 10–1 Торр. Импульсный режим работы магнетронного генератора (СВМ-150-1) обеспечивался модулятором, с частичным разрядом накопительной емкости. Как было показано ранее [1] в диапазоне рабочих параметров создается плотная (ne = 1 × 1010 ÷ 4 × 1011 см–3) низкотемпературная (Те = 3 ÷ 5 эВ) плазма с высокой степенью ионизации (1 × 10–3 ÷ 5 ×
10–5).

 Целью данных исследований являлось проведение сравнительного анализа спектрофотометрических характеристик оптического излучения аргоновой и гелиевой плазмы разряда в указанном диапазоне рабочих давлений. В диагностических целях ОЭС применялся монохроматор-спектрограф MS3504i, фотометрия осуществлялась при помощи люксметра ТКА-ПКМ С051. Диагностические средства были прокалиброваны по соответствующим характеристикам (длина волны, абсолютная интенсивность) с помощью аттестованных источников. Измерения проводились в фиксированной системе координат. Параллельно спектрофотометрическим измерениям, плазменные параметры определялись методом двойного зонда. Автоматизированная система зондовых измерений была синхронизована с импульсным режимом магнетрона, что обеспечивало возможность проведения измерений в различных фазах разряда.

Измерения показали, что спектрометрические исследования в данных условиях затруднены оптической плотностью плазмы и возникающем вследствие этого обращением спектральных линий. С другой стороны, обращение спектральных линий свидетельствует о наличие существенного градиента температуры газовой смеси. Отмечено, что скачкообразное изменение оптической плотности плазмы происходит в режиме, когда наблюдается как бы вторичное «ЭЦР-зажигание» разряда в приосевой области. Особенно четко фаза вторичного зажигания прослеживается при аккуратных измерениях поглощенной разрядом мощности. Значения концентрации в данном режиме являются закритическими, что наблюдалось и в других работах [2, 3] при более высоких значениях падающей мощности и низких давлениях. Показано, что увеличение оптической плотности плазмы сопровождается резким ростом светового потока. При этом световой поток аргонового разряда превышает световой поток гелиевого разряда приблизительно в два раза в сходных рабочих режимах.

Литература

1. Andreev V.V., Vasileska I., Korneeva M.A // Plasma Phys.Rep. 2016. Vol. 42. No.7
2. Kiriyama R., Takenaka T., Kurisu Y., Nozaki D., Sato F., Kato Y., Lida T. // Rev. Sci. Instrum. 2012. Vol. 83. P. 02A324
3. Sakudo N. Rev. Sci. Instrum., 1977. Vol. 71. No. 2. P. 762- 766