Исследование параметров плазмы микроволнового резонансного разряда

Андреев В.В., Корнеева М.А.

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

Представлены результаты исследования параметров аргоновой плазмы импульсного микроволнового резонансного СВЧ разряда, создаваемого в зеркальной магнитной ловушке пробочной конфигурации. Индукция магнитного поля в минимуме ловушки составляла 875 Гс. Резонатор, ненагруженная добротность которого составляла 600 для рабочей частоты, запитывался от магнетронного генератора посредством дифракционной связи с волноводным СВЧ-трактом. Импульсный режим магнетронного генератора обеспечивался модулятором с частичным разрядом накопительной емкости и позволял варьировать длительность и частоту повторения импульсов СВЧ.

СВЧ тракт был снабжен ответвителем и циркулятором с детекторными головками с квадратичными детекторами для мониторинга подводимой и отраженной мощности. Измерения параметров импульса огибающей СВЧ колебаний производились осциллографом. Вакуумная система установки обеспечивала фоновое давление в кварцевой колбе не хуже 1 × 10–5 Торр. Плавное изменение давление плазмообразующего газа в рабочем объеме осуществлялось с помощью пьезоэлектрического натекателя СНА-2. Диапазон давлений в рабочих режимах установки составлял 5 × 10–3 – 10 Торр.

Регистрация поведения интенсивности интегрального (по длине волны) света во времени осуществлялась высокоскоростным фотодетектором (SD3421/5421, 500 – 1100 нм, постоянная времени 15 нс). Детектор обладает линейной зависимостью выходного напряжения от интенсивности излучения в области спектральной чувствительности. Детектор пристыковывался к вакуумно-плотному окну с увиолевым стеклом и регистрировал излучение в направлении, перпендикулярном боковой поверхности резонатора. Область обзора детектора охватывала практически весь объем кварцевой колбы. Сигнал с детектора подавался на цифровой осциллограф. Освещенность регистрировалась при помощи аттестованного люксметра ТКА-ПКМ С051 (380 – 760 нм, диапазон от 10 до 200000 лк, погрешность ±  ,0%). Фотометрическая головка в процессе измерений устанавливалась аналогично фотодетектору.

Экспериментально определены диапазоны изменения рабочих параметров поддержания разряда, обеспечивающих эффективное поглощение энергии падающей СВЧ- волны до 95 %. Был выявлен эффект «вторичного» зажигания, сопровождаемый резким (на два порядка) ростом интенсивности светового потока, а также наблюдается явление гистерезиса на фотометрических характеристиках в переходной области давлений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение № 3.2223.2017.4.6) и при частичной поддержке гранта РФФИ № 16-02-00640/16.