ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ ****в двухкамерном ВЧ Индуктивном источнике плазмы с внешним магнитным полем****

К.В. Вавилин, Е.А. Кралькина, П.А. Неклюдова, А.М. Никонов, В.Б. Павлов, А.К. Петров, О.Ю. Вавулов, С.В. Куликов

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,
 alpetrov57@gmail.com

В работе представлены результаты экспериментального исследования параметров плазмы **в ВЧ индуктивном источнике плазмы с внешним магнитным полем.** Источник плазмы состоял из двух цилиндрических камер разного диаметра. Верхняя часть источника плазмы, изготовленная из кварца, имела диаметр 10 см и высоту 25 см. Нижняя часть источника, также изготовленная из кварца, имела диаметр 46 см и высоту 30 см. Диэлектрические цилиндрические камеры монтировались на металлических фланцах, закрывавших источника плазмы сверху и снизу. В качестве узла ввода ВЧ мощности использовалась соленоидальная антенна или антенна Nagoya III, расположенная на внешней поверхности верхней цилиндрической камеры источника плазмы. Измерения проводились в аргоне в диапазоне давлений 0,1 – 1 мТорр , в диапазоне магнитных полей 0 – 60Гс при трех рабочих частотах 2, 4 и 13,56 МГц.

Экспериментальные исследования разряда в источнике плазмы показали, что наложение однородного магнитного поля приводит к существенным изменениям протяженности разряда при использовании как соленоидальной антенны, так и антенны NagoyaIII. При отсутствии магнитного поля разряд концентрируется в верхней газоразрядной камере. Увеличение величины магнитного поля при давлениях аргона менее 1мТор сначала приводит к появлению плазмы в верхней части нижней газоразрядной камеры, затем длина интенсивно светящейся части разряда в нижней камере начинает расти, и, наконец, разряд замыкается на нижней фланец, формируя протяженный плазменный столб. Диаметр плазменного столба примерно равен диаметру верхней газоразрядной камеры. При давлениях более 1 мТор формирования протяженного плазменного столба не происходит, причем длина ярко светящейся части разряда уменьшается с ростом давления. Изменение конфигурации магнитного поля позволяет управлять положением плазменного столба, в том числе поворачивать его под углом, близким к 90 градусам.

Зондовые измерения показали, что при индукции магнитного поля 10 Гс наибольшие значения концентрации электронов наблюдаются в верхней части источника плазмы, однако при магнитных полях более 20 Гс, когда разряд замыкается на нижний фланец, концентрация электронов в нижней части источника плазмы становится существенно выше, чем в верхней части. В области сочленения верхней и нижней камер источника плазмы наблюдается «провал» концентрации электронов, который несколько уменьшается с ростом магнитного поля. Очевидно, что движение электронов вдоль силовых линий в аксиальном направлении контролируется продольным распределением квазистационарного электрического потенциала плазмы. Измерения показали, что в области расположения разделительного фланца, наблюдается локальный минимум потенциала плазмы. Таким образом, медленные электроны, образованные в верхней камере, оказываются запертыми там электрическим полем, а в нижнюю камеру попадают лишь электроны с относительно высокой энергией. Уменьшение величины скачка потенциала с ростом магнитного поля сопровождается увеличением числа электронов, способных преодолеть потенциальный барьер между камерами.