Энергетические распределения потоков ионов, полученных при помощи емкостного ВЧ разряда в радиальном магнитном поле

И.И. Задириев1, А.А. Рухадзе1, Е.А. Кралькина2, К.В. Вавилин2, В.Б. Павлов2

1Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия,
 iizadiriev@gmail.com
2Московский государственный университет, г. Москва, Россия

Среди многообразия существующих источников плазмы одним из наиболее популярных является ускоритель с замкнутым дрейфом электронов, устройства на основе которого находят своё применение в основном для получения тяги на космических аппаратах. Наиболее типичная схема создания ионного потока в данном ускорителе заключается в организации внутри тороидального канала разряда постоянного тока в скрещенных радиальном магнитном и продольном электрическом полях [1]. В данном докладе рассматривается возможность использования емкостного ВЧ разряда вместо разряда постоянного тока в такой схеме, а также приводятся экспериментально полученные для этого случая энергетические распределения ионных потоков. Основной теоретической предпосылкой данного рассмотрения является наличие квазистационарного электрического поля в слоях на границах плазмы ВЧ разряда, вследствие чего там может быть организован замкнутый азимутальный дрейф электронов по аналогии с разрядом постоянного тока.

Эксперимент проводился на лабораторной модели источника ионов с замкнутым дрейфом электронов с активным электродом внутри тороидального разрядного канала и частотой напряжения на нём в 13,56 МГц. Магнитное поле в области разряда имело преимущественно радиальную компоненту и составляло 0 – 300 Гс, поток рабочего газа (аргона) менялся в диапазоне от 10 до 50 см3/мин. Типичные значения мощности разряда составляли 100 – 300 Вт с амплитудой напряжения 200 – 300 В. Энергетический спектр частиц снимался при помощи четырёхсеточного энергоанализатора, находившегося на расстоянии 40 см от среза разрядного канала.

Несмотря на то, что на активный электрод подавалось синусоидальное напряжение с отсутствием какой-либо постоянной компоненты, на выходе из разрядного канала регистрировался поток ионов с энергиями 100 – 200 эВ, что объясняется наличием у плазмы квазистационарного потенциала относительно земли, который и ускоряет положительно заряженные частицы, покидающие разряд. Повышение радиального магнитного поля от 0 до 100 Гс вызывало рост плотности ионной струи, практически не влияя при этом на энергетическое распределение частиц в ней, что, по-видимому, объясняется ростом плотности разрядной плазмы вследствие повышения эффективности ионизации нейтрального газа электронами при их замагничивании и появлении их дрейфа по замкнутым азимутальным траекториям. Во всех рассмотренных случаях средняя энергия ионов была прямо пропорциональна амплитуде разрядного напряжения, однако зависимость самой амплитуды напряжения от мощности разряда была слабо выраженной. Влияние концентрации аргона в канале на энергетические характеристики ионной струи также являлось слабым и немонотонным.

**Литература**

1. Морозов А.И. Введение в плазмодинамику. 2-е изд. Физматлит, Москва, 2008.