влияние постоянного смещения активного электрода на энергию ионов в емкостном вч разряде с внешним магнитным полем

1Швыдкий Г.В., 2Кралькина Е.А., 2Вавилин К.В., 2Задириев И.И., 2Никонов А.М., 2Черников В.А., 2Александров А.Ф.

1Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия
2Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,
 laggige@mail.ru

В настоящее время хорошо известны модификации разряда постоянного тока, помещенного в магнитное поле с преимущественной радиальной компонентой, которые находят практическое применение в качестве рабочего процесса электрореактивных Холловских двигателей [1]. В работах [2, 3] была исследована возможность получения потока ускоренных ионов на выходе из источника плазмы, имеющего геометрию Холловского двигателя, при замене разряда постоянного тока емкостным ВЧ разрядом. Активным электродом служил анод Холловского двигателя, пассивным электродом – заземленный корпус источника плазмы. В работах [2, 3] показано, что использование схемы подключения ВЧ генератора к разряду с разомкнутой и замкнутой по постоянному току цепью, позволяет получить потоки ионов с энергиями порядка 70 и 200 – 300 эВ соответственно. К сожалению, возможности независимого управления плотностью потока и энергией ионов оказались ограниченными. В настоящей работе для преодоления указанного недостатка в качестве рабочего процесса в источнике плазмы предложено использовать комбинацию ВЧ емкостного разряда и разряда постоянного тока. Предполагалось, что, изменение мощности ВЧ генератора, позволит управлять плотностью потока ионов, в то время как постоянное смещение анода позволит управлять энергией ионов.

В качестве источника плазмы использовалась модель Холловского двигателя диаметром 70 мм. Параллельно к ВЧ напряжению, подводимому к электродам источника плазмы, на анод подавалось постоянное смещение относительно корпуса источника. В процессе экспериментов измерялись ВАХ ВЧ и постоянного каналов разряда, а также энергия ионов с помощью четырехсеточного энергоанализатора. В качестве рабочего газа использовался криптон с расходами 15 – 30 мл/мин. Магнитное поле на срезе разрядного канала было радиально и составляло приблизительно 200 Гс. ВЧ мощность изменялась в диапазоне 80 ‑200 Вт, а постоянное смещение активного электрода – от 0 до 400 В.

Результаты измерений показали, что плотность потока ионов, выходящего из разрядного канала, прямо пропорциональна ВЧ мощности, в то время, как их энергия от ВЧ мощности практически не зависит и меняется вместе с изменением постоянного смещения активного электрода. Подобные зависимости позволяют раздельно управлять плотностью и энергией ионов в потоке, даже не смотря на то, что сохраняется влияние постоянного смещения на величину ионного тока. При этом приращение энергии ионов оказывается меньше, чем соответствующее смещение активного электрода, умноженное на заряд иона. Данное обстоятельство объясняется взаимным влиянием разрядных ВЧ канала и канала постоянного тока, в частности изменением амплитуды ВЧ напряжения с изменением величины постоянного смещения при фиксированной ВЧ мощности, подводимой к разряду.

Литература

1. Ким В.П. // Журнал технической физики. 2015. Т. 85. Вып. 3. С. 45 – 59.
2. Задириев И.И., Рухадзе А.А., Кралькина Е.А., Павлов В.Б., Вавилин К.В., Тараканов В.П.// Журнал технической физики. 2016. Т. 86. Вып. 11. С. 1 – 5.
3. Задириев И.И., Рухадзе А.А., Кралькина Е.А., Павлов В.Б. Вавилин К.В. // Прикладная физика. 2016. № 4. С. 39 – 41.