РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ИОНОВ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМООПТИЧЕСКОЙ МАСС-СЕПАРАЦИИ

\*Бардаков В.М., Иванов С.Д., Казанцев А.В., Строкин Н.А.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск, Россия, ivsd55@yandex.ru, kazanets@gmail.com,
 strokin85@inbox.ru
\*Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия,
 vmbardakov38@mail.ru

Процесс плазмооптической масс-сепарации включает три последовательно реализуемые действия: генерация плазмы – разделение ионов по массам – сбор ионов на приемники. В настоящей работе основное внимание уделено закономерностям разделения ионов по массам: работе азимутатора масс-сепаратора и влиянию на разделение пространственного заряда потока ионов азота, аргона и криптона в процессе их разлета в сепарирующем пространстве макета ПОМС-Е-3 [1]. Анализирующего (собирающего) ионы радиального электрического поля в сепарирующем пространстве не создавалось.

Электроны плазменного потока через азимутатор не проходят: электронный ларморовский и гибридный радиусы много меньше продольного (вдоль оси z) размера азимутатора. Поэтому на выходе азимутатора и в сепарирующем пространстве концентрация ионов всегда больше концентрации электронов ni > ne и потенциал плазмы на разных z и радиусах r составляет величину Фpl (r) ≈ 0 ÷ +160 В (эмиссионный зонд) при различных уровнях компенсации заряда ионов. Измерения функции распределения ионов по энергии проводились в сепарирующем пространстве на разных z и r с помощью подвижного энергоанализатора с задерживающим потенциалом, адаптированного к измерениям в присутствии вторичной плазмы. Рабочее давление в сепарирующем объеме ПОМС-Е-3 поддерживалось равным Р ≤ 4⋅10-4 Torr, что «сохранило» функцию распределения ионов от заметного влияния [2] коллективного взаимодействия потока ионов с ионами вторичной плазмы.

В случае, когда мер по компенсации пространственного заряда с помощью внешнего источника электронов не предпринималось, оказалось, что расчетные траектории, определенные без учета пространственного заряда ионов, лежат на меньших радиусах, чем полученные в эксперименте. Использование «холодных» термоэлектронов, которые «садились» на поток ионов непосредственно на выходе азимутатора, изменило траектории ионов, сблизив их с расчетными.

Введение в аналитический и численный расчеты величины Δn = ni – ne, приведшее к появлению радиального электрического поля, направленного в сторону увеличения r, позволило согласовать все случаи разлета ионного потока. Был определен необходимый уровень компенсации пространственного заряда ионов внешними электронами. Зарегистрированное перекрытие потоков ионов разных масс в r-z–пространстве ПОМС-Е-3, как показали расчеты, допустимое: при создании в сепарирующем объеме сепаратора продольного, замагничивающего электроны магнитного, и радиального электрического полей азот, аргон и криптон «разойдутся» каждый на свой приемник.

Отдельной последующей задачей является обеспечение прохождения всей плазмы через магнитный барьер азимутатора.

Литература

1. Бардаков В.М., Кичигин Г.Н., Строкин Н.А. Масс-сепарация ионов кольцевого плазменного потока // Письма в ЖТФ. – 2010. – Т. 36, Вып. 4. – С. 75-80.
2. Bardakov V.M., Ivanov S.D., Strokin N.A. Advances and problems in plasma-optical mass-separation // Physics of Plasmas, – 2014. – V. 21, N 3. – 033505.