ОБ ОГРАНИЧЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЛАЗМООПТИЧЕСКОГО МАСС–СЕПАРАТОРА

Бардаков В.М., Иванов С.Д.1, Казанцев А.В.1, Строкин Н.А.1, Ступин А.Н.1

Иркутский государственный университет путей сообщения, vmbardakov38@mail.ru
1Иркутский национальный исследовательский технический университет,
 ivsd55@yandex.ru, kazanets@gmail.com, strokin85@inbox.ru, al.stupin1@yandex.ru

Идея панорамного плазмооптического масс–сепаратора (ПОМС) [1] и попытка практической реализации этой идеи в виде макета ПОМС–Е–3 [2] основаны на том, что, пересекая кольцевой азимутатор, ионы разных масс приобретают одинаковый азимутальный момент количества движения, но разные азимутальные скорости, а это приводит для ионов разных масс к отличающимся траекториям в сепарирующем объеме.

Азимутатор представляет собой кольцевую щель радиусом *R* с размером вдоль радиуса *δ* << *R* . В щели есть радиальное магнитное поле *Вr*, а длина щели по оси *Z* равна *Δ.* В макете ПОМС–Е–3 предполагается осуществлять сепарацию ионов с тремя разными массами *М1* < *M0* < *M2.*Приемник ионов с центральной массой *М0* располагается на торце сепарирующего объема, а приемники ионов с массами *М1* и *М2*–на цилиндрических поверхностях длиной *L* по оси *Z* с радиусами *r*(*M2*) *< R < r*(*M1*). Условие незамагниченности ионов в азимутаторе и условие попадания всех ионов с массами *М1*  и *M2* на цилиндрические приемники налагают ограничение на магнитный поток *А = ВRΔ* в азимутаторе: (*πR/L*)(*M0/2M1*)*1/2*(*2WmM0c2/e2*)*1/2 ≤ A* << (*M1/M0*)*1/2*(*2Wm M0c2/e2*)*1/2* ,где *Wm* − максимальная энергия ионов, приобретаемая в плазменном ускорителе, *с* −скорость света, *e* − заряд электрона. Исходя из этого ограничения и ориентируясь на параметры *R = 9* см, *L = 65* см, *Δ = 1* см, *Wm = 500* эВ, *М0 = 40* а. е. м., в экспериментах на макете ПОМС-Е-3 реализовано радиальное магнитное поле *BR* ≥ *3*∙*103* Гс. Беспрепятственное прохождение плазменного потока от плазменного ускорителя через такой магнитный барьер азимутатора за счет поляризационного дрейфа или диффузионного проникновения не представляется возможным.

Проведено теоретическое рассмотрение процесса прохождения плазменного потока через магнитный барьер в рамках одномерной задачи, когда торможение и отражение ионов происходит в самосогласованном электрическом поле, которое возникает за счет разной динамики в магнитном барьере ионной и электронной (замагниченной) компонент. Исследование и оценки показали, что для немоноэнергетического распределения ионов в плазменном потоке существует ограничение сверху на плотность тока ионов, прошедших через магнитный барьер, *jсr* ≈ *W3/2m* /(*23/2πeΔ2M01/2*). Для макета ПОМС-Е-3 критическая плотность ионного тока *jсr* ≈ *0*,*2* мА/см2,а концентрация прошедших ионов *ncr ≈ 2*,*5*⋅*108* см−3.Экспериментально измеренная концентрация ионов на выходе азимутатора согласуется с этой оценкой, в то время как измеренная концентрация ионов на выходе плазменного ускорителя (перед азимутатором) существенно превышает *ncr*. Это свидетельствует о том, что производительность плазмооптического сепаратора определяется не плотностью ионного тока на выходе плазменного ускорителя, а плотностью ионного тока на выходе азимутатора, которую можно оценивать по формуле для *jсr*.

Литература.

1. Морозов А.И., Семашко Н.Н., Письма в ЖТФ, 2002, 28, 63.
2. Бардаков В.М., Кичигин Г.Н., Строкин Н.А., Письма в ЖТФ, 2010, 36, 75.