ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПЛАЗМЫ ЧЕРЕЗ МАГНИТНЫЙ БАРЬЕР АЗИМУТАТОРА ПЛАЗМООПТИЧЕСКОГО МАСС-СЕПАРАТОРА

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

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

Плазмооптическая масс-сепарация включает реализацию трех последовательных процессов: генерация плазмы и формирование плазменного потока — разделение ионов по массам в азимутаторе — сбор ионов на приемники в сепарирующем объеме. В настоящей работе внимание обращено на особенности прохождения плазменного потока через магнитный барьер азимутатора макета плазмооптического масс-сепаратора ПОМС-Е-3 [1].

Для оптимального использования всего сепарирующего объема ПОМС-Е-3 ионам плазменного потока необходимо пересечь в азимутаторе магнитный поток *BRΔ ≈* 3 × 103Гс·см, где *BR* — величина радиальной компоненты индукции магнитного поля, *Δ* – ширина азимутатора. Для обеспечения такого потока в экспериментах на ПОМС-Е-3 при *Δ ≈ 1* см реализовано поле *BR* ≥ 3 × 103Гс; энергии ионов в плазменном потоке *W0 = 500–1000* эВ; электроны замагниченные, ионы – незамагниченные. Динамическое давление будет сравнимо с магнитным давлением *B2R/*8πпри плотности ионов в плазменном потоке
*nd = BR*2*/*(16π*W*0)*≈*(1–2) *×*1014 см–3. Плотность ионов в наших экспериментах
*n << nd*, поэтому отношение динамического давления к давлению внешнего магнитного поля
*β <<* 1. Прохождение такого плазменного потока через магнитный барьер азимутатора в результате действия известных механизмов: поляризационный дрейф, компенсация магнитного поля диамагнитными токами, диффузионное проникновение не представляется возможным.

Теоретическое рассмотрение задачи Ленгмюра для наших условий и оценки показали, что при *np* *< n < nd* ионы и электроны потока в режиме квазинейтральности проникают в магнитный барьер на глубину гибридного ларморовского радиуса
*ρh =* (2*W*0*mc*2)1/2*/*(*eBR*) *<<* Δ.Плотность *np* определена здесь как *BR*2*/*(8π*mc*2) *≈* 4 × 1011 см–3 (*c*— скорость света, *m* и *e* — масса и заряд электрона). При *n < np* проникновение ионов происходит при существенном отставании плотности электронов от плотности ионов, и глубину проникновения ионов в магнитный барьер можно оценить как *d =* [*W*0*/*(4π*e*2*n*)]1/2*> ρh.* При дальнейшем уменьшении плотности плазменного потока глубина проникновения ионов превысит ширину магнитного барьера Δ*.* Это произойдет при *n < nсr = W*0*/*(4π*e*2Δ2) *≈*(2,5 – 5) *×*108см–3*.* В экспериментах плотность плазменного потока была порядка 109см–3, что незначительно превышает *ncr*, и наблюдалось прохождение ионов через магнитный барьер.

Для увеличения производительности плазмооптического сепаратора потребуется увеличение плотности потока ионов на два-три порядка. Решение задачи прохождения таких потоков ионов через азимутатор возможно на пути реализации плазмооптического режима похождения ионов через азимутатор. Для этого необходимо или стенки азимутатора сделать эмитирующими столько электронов сколько нужно для компенсации пространственного заряда ионов, или в области азимутатора зажигать вспомогательный газовый разряд, плазма которого также будет обеспечивать компенсацию пространственного заряда ионов.

Литература

1. Бардаков В.М., Кичигин Г.Н., Строкин Н.А. Письма в ЖТФ, 2010. – Т. 36, вып. 4. – С. 75 – 80.