Экспериментальный фотонный накопитель для лазерного нейтрализатора пучков отрицательных ионов

М.Г. Атлуханов, А.А. Касатов, С.С. Попов, \*М.Ю. Ушкова

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,
 atluhanov.m@gmail.com
\*Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Как известно, механизм оптического нейтрализатора основан на фотоотрыве электрона от отрицательного иона, это делает принципиально возможным достижение выхода атомов в такой мишени близкого к единице.

Традиционно предлагаемые [1] методы оптических мишеней основаны на накоплении фотонов в резонаторах типа Фабри-Перо. Такая концепция нейтрализатора предъявляет жесткие требования на качество используемого излучения, пространственную, температурную и вибростабилизацию оптических элементов, что представляет весьма сложную проблему. По этой причине, в настоящее время в мире нет не только мощных инжекторов нейтральных атомов, использующих оптические нейтрализаторы, но даже прототипов таких нейтрализаторов.

В сообщении[2] была предложена схема оптического безрезонансного нейтрализатора свободного от перечисленных выше проблем. Эффективность удержания в такой системе, определяется в основном качеством отражающей поверхности, практически не зависит от качества инжектируемого излучения и не требует сверхточной юстировки оптических элементов.

В данной работе представлены результаты первых исследований по нерезонансному удержанию фотонов в двух типах ловушек. На первом этапе исследовался принцип нерезонансного накопления в системе сферических зеркал. Эксперименты показали перспективность предложенного метода. Полученный коэффициент накопления для такой схемы составил около 300. Измеренный порог разрушения диэлектрического напыления на кремниевой подложке составил порядка 1.5 МВт/см2

На втором этапе, экспериментальная концепция нерезонансного накопителя фотонов проверялась на системе зеркал, приспособленной к нейтрализации малоразмерного пучка Н-. Данная фотонная ловушка составлена из отдельных цилиндрических и сферических зеркал с характерным размером 50 мм и радиусом кривизны 250 мм. Критическим местом накопителя являются стыки зеркал, на которых происходит потеря излучения. Полученная эффективность накопления составляет 400. Для существенного улучшения накопления достаточно увеличить размер отдельных элементов в 3-4 раза при отражательной эффективности R=0.999. Отметим, что в [3] с резонаторной схемой заложено R=0.9996.

Проведенные эксперименты подтвердили эффективность данной методики в накоплении фотонов для нейтрализации пучков отрицательных ионов. Проблема построения такого нейтрализатора сводится к развитию технологии производства высокоотражающих зеркал большой площади.

Литература

1. J.H. Fink, A.M. Frank, “Photodetachment of electrons from negative ions in a 200 keV deuterium beam source”, Lawrence Livermore Natl. Lab. (1975), UCRL-16844.
2. С.С. Попов, А.В. Бурдаков, А.А. Иванов, И.А. Котельников. Нерезонансный фотонный накопитель для нейтрализации мощных пучков отрицательных ионов. // Тезисы докладов XXXIX Международной (Звенигородской) конференции по физике плазмы и УТС, Звенигород, 2012, стр.232.
3. M. Kovari, B. Crowley // Fusion Engineering and Design, 2010, Vol.85, P.745–751.