ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НЕРЕЗОНАНСНОГО ФОТОНЕЙТРАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПУЧКОВ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ

Атлуханов М.Г.1, Бурдаков А.В.1,3, Вахрушев Р.В.1, Иванов А.А.1, Колмогоров А.В.1, Попов С.С.1.2, Ушкова М.Ю.2

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,
 atluhanov.m@gmail.com
2Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
3Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

В настоящее время мало кто сомневается в том, что общий подход с газовой мишенью для нейтрализации отрицательных пучков ионов в больших системах типа NB-нагрева недостаточно перспективен. Фотонейтрализация считается основной альтернативой газовой мишени для повышения эффективности инжекции. Для этой цели необходима существенная плотность мощности фотонов в стационарном режиме, что требует определенного способа удержания излучения. Как правило, авторы предлагают различные варианты резонатора типа Фабри-Перо [1], такая концепция нейтрализатора предъявляет жесткие требования на качество используемого излучения, пространственную, температурную и вибростабилизацию оптических элементов, что представляет весьма сложную проблему. В [2] предложено новое понятие открытой адиабатической фотонной ловушки. Первые успешные результаты по квазистационарной нейтрализации отрицательных ионных пучков были представлены в [3]. Этот доклад содержит дополнительный анализ экспериментов по фотонейтрализации.

Фотонная мишень спроектирована как система параллельно расположенных зеркал длиной 25 см, состоящая из отдельных цилиндрических и сферических зеркал с характерным поперечным размером 50 мм и радиусом кривизны 250 мм. Эффективность этого подхода в основном определяется качеством отражающей поверхности. Он практически не зависит от качества вводимого излучения и не требует высокоточной юстировки оптических элементов. В такой системе фотоны подвергаются множественным отражениям. Эксперименты проводились с использованием инжектора с энергией пучка 6-12 кэВ и током 1 А, мощностью лазера до 2 кВт. Полученный коэффициент нейтрализации для отрицательных ионов водорода составляет ~ 90% и ~ 98% для дейтерия.

На основе полученных результатов была предложена концепция нейтрализатора для больших систем нейтральной инжекции необходимых ИТЭР-подобным установкам. В ней содержатся оценки параметров требуемого нерезонансного адиабатического удержания фотонов, источника лазера, а также обсуждается негативное воздействие на зеркала потоков высокоэнергичных частиц.

Литература.

1. A. Simonin, L. Christin, H. de Esch, et al. SIPHORE: Conceptual study of a high efficiency neutral beam injector based on photo-detachment for future fusion reactors. AIP Conf.Proc. 1390 (2011) 494-504.
2. Ivanov A.A., Kotelnikov I.A. Photon trap for neutralization of negative ion beams. Preprint: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1504/1504.07511.pdf>
3. M.G. Atlukhanov, A.V. Burdakov, A.A. Ivanov, A.A. Kasatov, A.V. Kolmogorov, S.S. Popov, M.Yu. Ushkova, and R.V. Vakhrushev. The research of photoneutralization of negative hydrogen and deuterium ion beams in non-resonance photon open trap. AIP Conference Proceedings 1771, 030024 (2016); doi: 10.1063/1.4964180.