МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ С БОЛЬШИМ ДАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА МИШЕННОЙ ПЛАЗМЫ В ГДЛ

DOI: 10.34854/ICPAF.2020.47.1.059

1Асмедьянов Н.Р., 2Колесников Е.Ю.

1Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия,
 asmed1996@gmail.com
2Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, г. Новосибирск, Россия,
 E.Yu.Kolesnikov@inp.nsk.su

Для эффективной работы осесимметричных открытых ловушек с популяцией горячих ионов (с энергией ~10 кэВ), таких как газодинамическая ловушка (ГДЛ) и планируемая на ее основе ГДМЛ, требуется поддержание популяции относительно холодной мишенной плазмы (с энергией ~ несколько сотен эВ). Без мишенной плазмы в ГДЛ происходит развитие кинетических неустойчивостей [1], а также невозможно поддерживать электрический контакт с электродами системы подавления МГД неустойчивостей необходимый для работы этой системы [2]. Так как удержание мишенной плазмы происходит в сильностолкновительном режиме, то конус потерь в фазовом пространстве всегда заполнен и мишенная плазма покидает ловушку за время порядка газодинамического. Таким образом, без достаточной подпитки популяции мишенной плазмы веществом в открытых ловушках невозможно стационарное удержание плазмы с термоядерными параметрами.

В данной работе рассмотрен источник плазменной струи для поперечной инжекции плазмы в открытую ловушку. Для проникновения плазмы в ловушку при инжекции перпендикулярно силовыми линиям магнитного поля давление струи плазмы должно быть порядка давления магнитного поля ловушки. Это накладывает требования на минимальную удельную энергию плазменной струи.

Струя плазмы создавалась и ускорялась с помощью пушки Маршалла. Такой метод хорошо зарекомендовал себя на токамаках [3], а также был опробован на открытых ловушках [4]. Были произведены измерения скорости и плотности струи плазмы и тока в ускоряющем промежутке пушки. Скорость измерена с помощью магнитной времяпролетной диагностики, плотность измерена с помощью интерферометрии, ток измерен с помощью пояса Роговского. Измерения показали, что при стандартной схеме пушки Маршала основная часть разряда идет не в ускоряющем промежутке, а по поверхности керамического изолятора, разделяющего ускоряющие электроды. В ходе оптимизации источник плазмы был изменен так, чтобы вероятность пробоя по поверхности изолятора была минимальной. Построенная численная модель [4] пушки показала, что удлинение ускоряющего промежутка сильно увеличит эффективность ускорения плазмы. Это было также учтено в ходе оптимизации источника.

Литература

1. I.A. Kotelnikov, I.S. Chernoshtanov, V.V. Prikhodko, Electrostatic instabilities in a mirror trap revisited. Physics of Plasmas v. 24, p. 122512 (2017). DOI: 10.1063/1.5013059.
2. A.D. Beklemishev, P.A. Bagryansky, M.S. Chaschin, E.I. Soldatkina, (2010) Vortex Confinement of Plasmas in Symmetric Mirror Traps, Fusion Science and Technology, 57:4, 351-360, DOI: 10.13182/FST10-A9497.
3. Abramova K.B., Voronin A.V., Gusev V.K. et al., (2005) Injection of high-density plasma into the Globus-M spherical tokamak. Plasma Phys Reports 31 721–729.

T. Asai et al., 2017 Nucl. Fusion 57 076018.

1. P.M. Kolesnikov (1971) Electromagnetic plasma acceleration. ATOMIZDAT.