Эксперименты по удержанию плазмы винтовой пробкой в линейной магнитной ловушке

1,2Судников А.В., 1Бурдаков А.В., 1,2Беклемишев А.Д., 1,2Иванов И.А., 2Инжеваткина А.А., 1,2Поступаев В.В.

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск, Россия,
 A.V.Sudnikov@inp.nsk.su
2Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Для улучшения энергетического времени жизни плазмы и повышения термоядерной эффективности открытых ловушек следующего поколения была предложена концепция подавления продольных потерь из открытой ловушки газодинамического типа за счёт динамического многопробочного удержания винтовыми пробками с управляемым вращением плазмы [1]. Теоретически предсказана экспоненциальная зависимость эффективности подавления потерь от длины участка с винтовым полем, приводящая к существенному повышению эффективного пробочного отношения в открытой ловушке [2].

Для проверки данной концепции в ИЯФ СО РАН была создана установка СМОЛА [3]. Основной частью установки является уединённая винтовая пробка длиной 216 см, содержащая 12 периодов винтового поля. Соотношение винтовой и продольной компонент магнитного поля в винтовой секции может быть произвольно изменено. Вращение плазмы задаётся за счёт создания контролируемого профиля радиального электрического поля. Система создания радиального электрического поля схожа с системой вихревого удержания плазмы в ГДЛ и может быть также использована для стабилизации плазменного шнура. Плазма запирается между указанной «уединённой пробкой» и источником плазмы, расположенном в локальном максимуме поля. Эффективность предложенной концепции может быть определена по изменению параметров плазмы вдоль винтовой секции в различных режимах магнитного и электрического поля. В проект заложены следующие параметры плазмы: плотность ni ~ 1019 м–3, ведущее магнитное поле в винтовой секции
Bmax = 0,1 – 0,3 Т, радиальное электрическое поле до Er ~ 100 В/см, радиус плазмы r ~ 5 см, период винтового поля 18 см, средняя по сечению глубина перепада магнитного поля вдоль силовой линии Rmean = 1,5 – 2, длительность удержания τ = 0,1 с [4].

Ранее была показана принципиальная возможность подавления потока плазмы винтовой магнитной пробкой [5]. В докладе представлены результаты исследования эффективности удержания при управляемом радиальном профиле скорости вращения, создаваемом электродами плазменной пушки, радиально сегментированным плазмоприёмником и системой лимитеров. Рассматриваются различные конфигурации, включая дифференциальное вращение с повышающейся к краю угловой скоростью.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект 14-72-10080).

Литература

1. A.D. Beklemishev. Helicoidal System for Axial Plasma Pumping in Linear Traps // Fusion Science and Technology, V.63, N.1T, May 2013. P.355
2. A.D. Beklemishev. Radial and axial transport in trap sections with helical corrugation // AIP Conf. Proc. 1771 (2016) 040006, doi: 10.1063/1.4964191.
3. A.V. Sudnikov et al. SMOLA device for helical mirror concept exploration // Fusion Engineering and Design 122C (2017) pp. 86-93, doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.09.005.
4. A.V. Sudnikov et al. Helical Mirrors for Active Plasma Flow Suppression in Linear Magnetic Traps // Proceedings of the 42nd EPS Conference on Plasma Physics. P1.178
5. A.V. Sudnikov et al. First Experimental Campaign on SMOLA Helical mirror // Plasma and Fusion Research. In press.