Первые результаты экспериментальной проверки концепции винтового удержания

1,2Cудников А.В., 1,2Беклемишев А.Д., 1,2Поступаев В.В., 1,2Иванов И.А., 2Инжеваткина А.А., 1Сидоров Е.Н.

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

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 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].

В настоящий момент в ИЯФ СО РАН вводится в эксплуатацию экспериментальная установка «СМОЛА», предназначенная для проверки концепции винтового удержания [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, расположенным 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, температура Ti = 10 – 100 эВ, 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]. Указанный диапазон экспериментальных параметров достаточен для подтверждения эффективности удержания и позволяет масштабировать винтовые секции для установок большего масштаба [3].

В докладе представлены результаты первых экспериментов, связанных с физическим запуском установки, отработкой режимов работы источника плазмы, магнитной системы и ключевых диагностик и непосредственной проверкой концепции улучшенного удержания. Дальнейшие эксперименты предполагают получение базовых экспериментальных скейлингов, применимых к большим открытым ловушкам.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект 14-50-00080).

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