Диагностика пространственного распределния скорости плазмы в винтовой открытой ловушке СМОЛА

1,2Инжеваткина А.А., 1,2Судников А.В., 1,3Бурдаков А.В., 1,2Иванов И.А., 1,2Поступаев В.В.

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

Основная задача линейных открытых систем заключается в подавлении потерь частиц и энергии. Главная цель установки СМОЛА – доказать концепцию винтового удержания [1, 2], которая основана на динамической системе с многопробочным удержанием. Магнитные пробки движутся в системе отсчета плазмы за счет вращения плазмы в скрещенных радиальном электрическом и винтовом магнитном полях.

Определение пространственного распределения скорости плазмы необходимо для построения моделей, описывающих движение плазменного потока в винтовой ловушке. Измерения скорости плазмы путем наблюдения доплеровского сдвига спектральных линий излучения Hα обеспечиваются спектрометром с высоким пространственным разрешением [3]. В спектрометрической системе на основе фокусирующего спектрометра с обратной линейной дисперсией 0,1 нм / мм достигнуто пространственное разрешение 1,2 мм. Скорость вращения плазмы определяется с точностью до Δω ~ 104 с–1.

Был проведен ряд экспериментов с различной конфигурацией, направлением и амплитудой магнитного поля. Спектры излучения плазмы в окрестности линии Hα были получены в 4 режимах работы установки: режим удержания плазмы (прямое и винтовое магнитное поле) и режим ускорения (прямое и винтовое магнитное поле).

Радиальное распределение доплеровского сдвига линии Hα используется для расчета скорости нейтрального водорода, которое дает оценку скорости вращения плазмы ω ≈ 106 с–1, которая соответствует наличию радиального электрического поля до ~70 В / см. Параметры плазмы в представленных экспериментах: плотность плазмы ~ 1019 м–3, температура ~ 5 эВ, радиус плазмы ~ 5 см [4].

Определены зависимости скорости вращения плазмы от времени. Установлено, что скорость вращения падает, а максимальная скорость в каждом из режимов была зарегистрировала через 50 мс после начала инжекции плазмы. Наблюдается дифференциальное вращение: центр плазмы вращается быстрее, чем периферия.

В докладе обсуждается зависимость скорости вращения плазмы от радиального профиля электростатического потенциала, создаваемого электродами плазменной пушки, радиально сегментированным плазмоприёмником и системой лимитеров. Представлены результаты оптической диагностики и диагностики с использованием зонда Маха для определения скорости вращения и продольного направленного движения плазмы в зависимости от распределения радиального электрического поля.

Литература

1. A.D. Beklemishev, Fusion Sci. Technol. No. 63 (1T) (2013) 355 – 357.
2. A.V. Sudnikov et al., Fusion Eng. and Design. No. 122 (2017) 86 – 94.
3. I.A. Ivanov et al., General Experimental Technique. No. 2 (2016) 100 – 105.
4. A.V. Sudnikov First Experimental Campaign on SMOLA Helical Mirror, Plasma and Fusion Research, (2018).