ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО УДЕРЖАНИЯ ПЛАЗМЫ В ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ЛОВУШКЕ

1,2Солдаткина Е.И., 1,2Багрянский П.А., 1,2Коробейникова О.А., 1,2Максимов В.В., 1,2Мурахтин С.В., 1Пинженин Е.И., 1,2Приходько В.В., 1,2Савкин В.Я., 1,2Соломахин А.Л., 1Яковлев Д.В.

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкеpа, Новосибирск, Россия,
 E.I.Soldatkina@inp.nsk.su
2Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия

Ключевым параметром будущих термоядерных систем является их энергетическая эффективность, которая быстро растёт с увеличением электронной температуры удерживаемой плазмы. Одним из факторов, ограничивающих температуру электронов, может стать высокая теплопроводность плазмы вдоль силовых линий магнитного поля, которая определяется рядом сложных кинетических процессов в расширителях – областях расширяющегося магнитного потока за магнитными пробками. Поэтому необходимо детальное изучение этого канала потерь и определение условий, при которых он может быть подавлен до уровней, приемлемых для термоядерных приложений магнитных ловушек открытого типа. Теоретические исследования по данной проблеме проводились ранее, однако методы анализа физических процессов в расширителях были излишне упрощены. Экспериментальные исследования, направленные на решение проблемы, были выполнены лишь для низких значений электронной температуры масштаба 20 эВ [1]. Благодаря работам последних лет на установке ГДЛ в ИЯФ СО РАН появилась возможность подробного изучения продольного транспорта частиц и энергии плазмы с параметрами, вплотную приближающимися к параметрам проектируемых нейтронных источников на основе магнитных ловушек открытого типа. Продемонстрировано устойчивое удержание плазмы с высоким относительным давлением (beta=0.6); при помощи системы дополнительного ЭЦР-нагрева получена рекордная для квазистационарных открытых магнитных ловушек величина электронной температуры (около 1 кэВ); продемонстрирован связанный с этим рост времени удержания высокоэнергичных ионов и выхода термоядерных нейтронов. Эти достижения мотивируют следующие исследовательские шаги в сторону развития реактора ядерного синтеза, и одним из таких шагов должно стать исследование продольного транспорта частиц и энергии в пробкотроне.

В первой экспериментальной серии были измерены параметры плазмы в расширителе газодинамической ловушки, а именно электрический потенциал в дебаевском слое вблизи поверхности поглотителя плазмы и средняя энергия электронов в зависимости от продольной координаты [2]. Показано наличие популяции холодных электронов, запертых в области расширителя. Определено минимальное значение степени расширения магнитного поля, при котором увеличение продольных потерь еще несущественно.

Для построения полноценной модели продольной теплопроводности в расширителе открытой ловушки необходимо прямое измерение зависимостей плотности продольных потоков частиц и энергии от параметров плазмы в центральной части ГДЛ, а также от степени расширения магнитного потока в области расположения торцевых поглотителей плазмы и от плотности нейтрального газа в расширителе. Результаты этих экспериментов будут представлены в докладе.

Литература.

1. A.V. Anikeev, et al. Plasma Phys. Rep. 25, 10, 775-782, 1999;
2. E. Soldatkina, et al. Physics of Plasmas 24, 022505 (2017).