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](mailto: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).