Развитие экспериментов на многопробочных плазменных ловушках для целей УТС

Бурдаков А.В., Поступаев В.В., Судников А.В.

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

Приводится обзор результатов, полученных на многопробочной ловушке ГОЛ-3 и состояние дел на сооружаемых установках ГОЛ-NB и СМОЛА. На установке ГОЛ-3 исследовались нагрев плазмы мощным релятивистским электронным пучком и ее удержание в гофрированном магнитном поле [1, 2]. Показано, что электронная и ионная компонента плазмы нагревались до температуры 2 – 4 кэВ при плотности ~1021 м–3, найдены режимы с улучшенным удержанием при указанных параметрах. Эти результаты, совместно с достижениями установки ГДЛ, послужили основой для проекта линейной ловушки нового поколения ГДМЛ [3] для удержания термоядерной плазмы. Дорожная карта движения к термоядерному реактору на основе открытой ловушки предполагает создание новых установок, позволяющих расширить базу данных и получить ключевые зависимости.

Установка ГОЛ-NB [4] предназначена для изучения удержания плазмы в конфигурации магнитного поля, близкой к ГДМЛ. Она состоит из центральной ловушки с магнитным полем 0,3 – 0,6 Тл, длиной 2,5 м и диаметром 1 м, в которую будет инжектироваться два пучка нейтральных атомов с общей мощностью 1,5 МВт. Поток истекающей плазмы будет запираться многопробочными секциями с максимальным полем до 4,5 Тл. Общая длина ловушки 11 м. Плотность плазмы будет варьироваться от 1019 до 1020 м–3. Параметры плазмы в центральной ловушке зависят от конфигурации магнитного поля в многопробочных секциях. Конструкция установки позволяет проводить ее запуск поэтапно.

В 2015 – 2016 гг. на автономной части соленоида ГОЛ-3 были проведены эксперименты по транспортировке потока низкотемпературной плазмы от дугового источника через 6-метровую камеру, в которой создавалось магнитное поле однородной или многопробочной конфигурации. В экспериментах продемонстрировано заполнение ловушки плазмой во всех режимах при коэффициенте магнитного сжатия до 60 [5]. При этом достигнутая плотность на оси превышала 1 × 1020 м–3, что является приемлемым для начала работ на ГОЛ-NB. В настоящее время ведется монтаж конструкций первой очереди этой установки.

В качестве нового направления развития концепции многопробочной ловушки предложена идея винтового удержания [6], заключающаяся в активном подавлении истекающего потока полем, бегущим в системе отсчёта плазмы против градиента плотности. Ожидается экспоненциальная зависимость эффективности удержания от длины ловушки. Для проверки идеи в ИЯФ СО РАН создаётся установка СМОЛА [7]. В экспериментах будет исследоваться торможение вращающейся плазменной струи при помощи соленоида с геликоидальным полем.

Литература

1. Burdakov A., et al., Fusion Sci. Technol., 2007, **51** (No. 2T), 106.
2. Burdakov A.V., et al., Fusion Sci. Technol., 2011, **59** (No. 1T), 9.
3. Beklemishev A., et al., Fusion Sci. Technol., 2013, **63** (No. 1T), 46.
4. Postupaev V.V., Burdakov A.V., Ivanov A.A., Fusion Sci. Technol., 2015, **68**, 92.
5. Поступаев В.В., и др., Физика плазмы, 2016, **42**, 321.
6. Beklemishev A.D., Fusion Sci. Technol., 2013, **63** (No. 1T), 355.
7. Postupaev V.V., et al., Fusion Eng. Des., 2016, **106**, 29.