

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ЭЦРН ДЛЯ УСТАНОВКИ ГДМЛ^{*)}

^{1,2}Соломахин А.Л., ²Господчиков Е.Д., ²Хусаинов Т.А., ²Чувакин П.А.,
²Шалашов А.Г.

¹ИЯФ СО РАН, Новосибирск, РФ, A.L.Solomakhin@inp.nsk.su

²ИПФ РАН, Нижний Новгород, РФ, egos@appl.sci-nnov.ru

В ИЯФ СО РАН разрабатывается проект открытой ловушки нового поколения – газодинамическая многопробочная ловушка (ГДМЛ). Проект имеет цель обосновать применение открытой ловушки в качестве источника термоядерных нейтронов для различных прикладных задач, а также как термоядерного реактора. Проект предусматривает развитие технологии длительного удержания горячей плазмы в открытой ловушке, а также улучшение методов диагностики и нагрева плазмы в такой конфигурации [1].

Ионная компонента плазмы в ГДМЛ состоит из двух частей: популяции анизотропных ионов большой энергии и столкновительной, относительно холодной плазмы. Первая компонента получается в результате захвата второй компонентой мощных нейтральных пучков, инжектируемых под углом к оси ГДМЛ. Термоядерные нейтроны получаются в результате взаимодействия между ионами горячей компоненты. Поток нейтронов и, соответственно, термоядерная мощность пропорциональна времени торможения этих ионов на электронах. В свою очередь время торможения пропорционально температуре электронов в степени $3/2$. Поэтому для увеличения термоядерного выхода и, соответственно, продвижения к цели проекта ГДМЛ необходимо увеличивать температуру электронов. Основным методом нагрева электронов в ГДМЛ будет торможение на них горячих ионов, но это охлаждает горячие ионы и уменьшает термоядерный выход. Для решения этой проблемы в ГДМЛ предлагается использовать нагрев электронов мощным СВЧ излучением на электронной циклотронной частоте (ЭЦРН). Работоспособность этого метода в открытой ловушке и достижение электронной температуры ~ 1 кэВ было продемонстрировано на ГДЛ - открытой ловушке предыдущего поколения [2].

В проекте ГДМЛ для размещения системы ЭЦРН предусмотрено два места вблизи пробок с относительно однородным магнитным полем 3 Т, предполагающие поперечную инжекцию излучения. В отличие от ГДЛ здесь предлагается использование поглощения излучения на второй гармонике необыкновенной волны (Х2) или первой гармоники обыкновенной волны (О1). В качестве источника излучения мы рассчитываем использовать несколько гиротронов, подобных изготавливаемым для ИТЕР, суммарной мощностью 2-6 МВт с частотой 170 ГГц для Х2 или частотой 85 ГГц для О1 и длительностью импульса до 2 с. В данной работе проведено сравнение результатов численного моделирования распространения и поглощения СВЧ излучения в плазме ГДМЛ различными методами: геометрикооптическим, квазиоптическим и полноволновым. Параметры плазмы, которые будут получены в ГДМЛ, ещё обсуждаются, поэтому моделирование проводилось в широком диапазоне параметров плазмы и для разных магнитных конфигураций. На основе этих данных была выбрана оптимальная схема инжекции излучения в плазму и разработана система транспортировки и ввода излучения в ГДМЛ.

Литература

- [1]. Сковородин Д.И. и др. // Физика плазмы, 2023, Т.49, № 9, С. 831-884.
[2]. Bagryansky P.A. et al // Phys. Rev. Lett. 2015, V. 114, P. 205001.

^{*)} DOI – тезисы на английском