Установка для изучения взаимодействия плазмы с материалами на основе ВЧ-источника геликонного типа: первые результаты [[1]](#footnote-1)\*)

Степанов Н.О., Черкез Д.И., Ананьев С.С., Спицын А.В.

НИЦ «Курчатовский институт», [6121591@gmail.com](mailto:6121591@gmail.com)

Одной из приоритетных задач при проектировании термоядерных реакторов (ТЯР) следующих поколений является изучение взаимодействия плазмы с материалами первой стенки. Необходимость проведения исследований в этом направлении обусловлена условиями эксплуатации обращенных к плазме материалов (ОПМ). Во время работы ТЯР первая стенка будет подвергаться воздействию больших плазменных и нейтронных потоков. При этом одним из компонентов топливной смеси является тритий, радиоактивный изотоп водорода, который может проникать в ОПМ и затем диффундировать через конструкционные материалы реактора в теплоноситель, что в свою очередь накладывает серьезные ограничения с точки зрения радиационной безопасности. Для проведения прикладных исследований по взаимодействию водородной плазмы с поверхностью наиболее интересны высокопоточные плазменные генераторы, имитирующие плазменные потоки существующих и строящихся термоядерных реакторов, которые соответствуют следующим требованиям: высокая плотность и однородность плазмы, отсутствие примесей и возможность работы в стационарном режиме. Источники плазмы на основе безэлектродных ВЧ-генераторов, в частности с индукционным разрядом геликонного типа, отвечают необходимым требованиям и имеют ряд преимуществ: возможность варьирования плотности и потока плазмы в широком диапазоне, отсутствие эродирующих в ходе горения разряда электродов, компактность и возможность получения плотности плазмы ~1017 – 1019 м-3. В то же время, установки такого типа чувствительны к внешним параметрам: давлению газа и величине магнитного поля [1].

В работе представлены результаты экспериментальных серий по определению параметров разряда экспериментального источника геликонной плазмы ГПИ-2 на основе ВЧ-генератора, работающего на частоте 13,56 МГц, и максимальной выходной мощностью 2 кВт [2]. Установка предназначена для изучения взаимодействия водородной плазмы с перспективными материалами ТЯР. В качестве рабочего газа используется тяжелый изотоп водорода, дейтерий, а также возможно добавление примесей – гелия или аргона. Для экспериментального стенда спроектирована и изготовлена зондовая диагностика плазмы, представленная одиночным и двойным зондом Ленгмюра, с помощью которой определены температура (меняется в диапазоне от 3,9 до 5,9 эВ, при варьировании вводимой мощности от 300 до 2000 Вт) и концентрация (меняется в диапазоне от 7\*1015 до 1\*1017 м-3,при варьировании вводимой мощности от 300 до 2000 Вт) электронов при различных режимах работы, а также величина ионного тока в месте установки экспериментальных образцов, рассмотрена модернизация, с добавлением возможности линейного перемещения. Полученные результаты подтверждают возможность работы источника плазмы в ожидаемом диапазоне плотностей ионов 1020 – 1022 ионов/(с·м2).

Работа была частично поддержана Российским научным фондом (№ 18-72-10162).

Литература

1. Геликонный источник плотной плазмы для линейных плазменных установок / Е. И. Кузьмин, И. В. Шиховцев // Физика плазмы. –2021. –№6. –С. 507 – 517.
2. Проект установки для изучения взаимодействия плазмы с материалами на основе ВЧ-источника геликонного типа / Д. И. Черкез, Н. П. Бобырь, А. В. Спицын, С. С. Ананьев // Вопросы атомной науки и техники. –2020. –№3.–С. 101 – 110.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Lt/en/EW-Stepanov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)