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

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

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, [Cherkez\_DI@nrcki.ru](mailto:Cherkez_DI@nrcki.ru)

Источники низкотемпературной плазмы в настоящее время широко применяются в самых разнообразных областях науки и техники и промышленности: бытовое применение в качестве источников света; производство микроэлектроники; плазменная обработка материалов; научные исследования, посвященные различным аспектам взаимодействия плазмы с материалами, в т.ч. перспективными для применения в термоядерном реакторе. Плазменные источники основывается на различных методах ионизации газа: ионизация молекул в тлеющем газовом разряде, ионизация газа электронным ударом, возбуждение высокочастотными (ВЧ) и сверхвысокочастотными (СВЧ) источниками тока и т.д. Для проведения прикладных исследований в области взаимодействия плазмы с поверхностью применительно к задачам термоядерных установок наиболее интересны высокопоточные плазменные генераторы, имитирующие плазменные потоки существующих и строящихся термоядерных реакторов.

К перспективному типу компактных плазменных источников для исследования взаимодействия плазмы с материалами можно отнести ВЧ-источники плазмы, в частности с индукционным разрядом геликонного типа [1-2]. Достоинством подобных плазменных источников является возможность варьировать плотность плазмы (и, соответственно, потоки плазмы) в широких пределах, а также отсутствие эродирующих в ходе горения разряда электродов, что существенно влияет на чистоту плазмы. В тоже время, установки такого типа, позволяют достигать плотности плазмы порядка 1017–1019 м-3 и отличаются компактностью [3].

В работе представлены результаты проектирования лабораторной экспериментальной установки ГПИ-2 на основе 13,56 МГц геликонного источника плазмы мощностью 2 кВт, а также рассмотрены перспективы дальнейшей модернизации. В частности, рассмотрена возможность применения нескольких магнитных катушек (до 0,3 Тл) для создания магнитной фокусировки и поджатия потока плазмы. В качестве рабочего газа будут использоваться изотопы водорода (протий, дейтерий) с возможностью добавления гелия, неона или аргона. Установка предназначена для изучения взаимодействия плазмы с перспективными материалами термоядерных реакторов. Использованные при проектировании технические решения позволят получить плотность потока ионов дейтерия в камере взаимодействия в диапазоне 1020 – 1022 ионов/(с·м2)(до 100 А/м2).

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

Литература

1. A.A. Ivanov, V.I. Davydenko, I.A. Kotelnikov, A.Kreter, V.V. Mishagin, I.A. Prokhorov, I.V. Shikhovtsev, B. Unterberg, «High Efficiency Helicon Plasma Source for PMI Studies» // Fusion Science and Technology / Volume 63 / Number 1T / May 2013 / Pages 217-220
2. Кралькина Е.А. Индуктивный высокочастотный разряд низкого давления и возможности оптимизации источников плазмы на его основе — УФН, 2008, том 178, номер 5, 519–540, DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.0178.200805f.0519>
3. Shinohara S. Helicon high-density plasma sources: physics and applications — Advances in Physics, X, 3:1, 1420424, DOI: 10.1080/23746149.2017.1420424

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/HQ-Cherkez_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)