Диагностика плазмы пучком тяжелых ионов для токамаков Т-15МД и Глобус-М2 [[1]](#footnote-1)\*)

1Хабанов Ф.О., 1Мельников А.В., 1Елисеев Л.Г., 1Драбинский М.А., 1,2Харчев Н.К., 3Минаев В.Б.

1НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [nrcki@nrcki.ru](mailto:nrcki@nrcki.ru)  
2Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, [office@gpi.ru](mailto:office@gpi.ru)  
3Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе РАН, г. Москва, Россия,  
 [post@mail.ioffe.ru](mailto:post@mail.ioffe.ru)

Зондирование плазмы пучком тяжелых ионов (Heavy Ion Beam Probe - HIBP) – многоцелевой метод диагностики плазмы в установках с магнитным удержанием, позволяющий измерять электрический потенциал и характеристики турбулентности плазмы [1, 2].

Диагностика HIBP успешно использовалась на токамаках с круглым сечением плазмы и большим аспектным отношением (А=R/a, где R и а – большой и малый радиусы), таких как TM-4, TEXT, JPPTII-U, T-10, а также на стеллараторах LHD, CHS, TJ-II. Ранее был проведен анализ применимости HIBP на токамаках с D-образным сечением плазмы: Compass-D, Глобус [3], TCV [4], MAST [5], который указал на особенности HIBP для токамаков с малым аспектным отношением.

Изучение электрических полей в плазме и их влияния на процессы переноса тепла и частиц поперек удерживающего магнитного поля является актуальной задачей, поэтому на новых токамаках с D-образным сечением плазмы планируется установка диагностики HIBP. Это крупнейший в России токамак Т-15МД, строящийся в НИЦ «Курчатовский институт» (R=1,48 м, а=0,67 м, А=2,2, тороидальное магнитное поле на оси Btor ≤ 2 Тл, ток плазмы Ipl ≤ 2 МА) [6, 7], и сферический токамак Глобус-М2, недавно введенный в эксплуатацию после модернизации магнитной системы в ФТИ им. А.Ф. Иоффе (R=0,36 м, а=0,24 м, А=1,5, Btor ≤ 1 Тл, Ipl ≤ 0,5 МА) [8]. Разработка диагностики HIBP требует предварительных расчетов траекторий зондирующих частиц в сложном трехмерном магнитном поле токамака. В расчетах необходимо учитывать все компоненты магнитного поля: тороидальное поле, поле тока плазмы и поле управляющих витков, используемых для задания формы плазмы.

В работе описаны метод решения уравнений движения зондирующих ионов в магнитном поле токамаков Т-15МД [9] и Глобус-М2, оптимизация схем зондирования, а также расчет расположения областей измерения и детекторных сеток. По результатам расчетов были выбраны оптимальные расположения ионопроводов на установках и определены области в плазме, в которых возможно проведение измерений.

Работа выполнена при поддержке РНФ, проект 19-12-00312.

Литература

1. Dnestrovskij Yu. et al. IEEE Trans. Plasma Sci. 1994, V. 22 (4), P. 310-331.
2. Melnikov A.V. et al. Nucl. Fusion 2017, V. 57 (6), P. 115001.
3. Melnikov A.V. et al. Rev. Sci. Instrum. 1997, V. 68 (1), P. 316-319.
4. Siegrist M. R. et al. Proc. 21st IEEE/NPS Symposium on Fusion Engineering SOFE, 26–29 September 2005, Knoxville, TN, USA.
5. Melnikov A. V., Perfilov S. V. and Sharapov S. E. Proc. 37th EPS Conference on Plasma Physics, 21–25 June 2010, Dublin, Ireland, ECA Vol. 34A, P5.120.
6. Хвостенко П.П. и др. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез 2019, Т. 42 (1), С. 15-38.
7. Melnikov A.V. et al. Fusion Engineering and Design 2015, V. 96–97, P. 306–310.
8. Minaev V.B. et al. Nucl. Fusion 2017, V. 57 (6), P. 066047.
9. Ilin A.M., Khabanov P.O., Melnikov A.V. J. Phys.: Con. Ser. 2019, V. 1383, P. 012006.

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