Прогресс в разработке двойной диагностики плазмы пучком тяжЁлых ионов для токамака Т-15МД [[1]](#footnote-1)\*)

1Хабанов Ф.О., 1Драбинский М.А., 1Елисеев Л.Г., 1,2,3Мельников А.В., 1,4Харчев Н.К., 1Лысенко С.Е., 1,2Саранча Г.А., 1Вадимов Н.А., 1,2Горбун М.С., 1,2Крохалев О.Д., 1Гуцевич Е.И., 1Прокофьева Т.Ю., 1,5Норов С.А., 1,5Аммосов Я.М., 1,6Шелегеда И.А.

1НИЦ "Курчатовский институт", г. Москва, Россия
2НИУ Московский физико-технический институт, г. Москва, Россия
3НИЯУ Московский инженерно-физический институт, г. Москва, Россия
4Институт общей физики им. Прохорова Российской академии наук, г. Москва, Россия
5Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия
6МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Изучение электрических полей, возникающих в плазме в установках с магнитным удержанием, и их влияния на процессы удержания тепла и частиц является актуальной задачей физики УТС. Зондирование плазмы пучком тяжёлых ионов (ЗПТИ, Heavy Ion Beam Probe – HIBP) позволяет измерять электрический потенциал и, как следствие, радиальное электрическое поле, как на периферии, так и в центре плазменного шнура в токамаках и стеллараторах [1, 2]. Кроме того, диагностика HIBP позволяет измерять локальные колебания электрического потенциала и концентрации электронов одновременно и независимо в разных пространственных областях, что открывает возможности для изучения широкополосной турбулентности, зональных течений [3] и альфвеновских мод [4].

На крупнейшем в России токамаке Т-15МД, запущенном в НИЦ «Курчатовский институт» (*R* = 1,48 м, *а* = 0,67 м, *А* = 2,2, *B*tor ≤ 2 Тл, *I*pl ≤ 2 МА) [5], планируется установка двойной диагностики HIBP: две аналогичные системы будут установлены в разных полоидальных сечениях, разнесённых на 90° по обходу тора [6]. Такое расположение позволит изучать как полоидальные, так и тороидальные корреляции электрического потенциала плазмы и концентрации электронов [7]. Разработка и проектирование диагностики HIBP требует предварительных расчетов траекторий зондирующих частиц в магнитном поле токамака. Уравнение движения зондирующих ионов в магнитном поле
Т-15МД решались методом Рунге-Кутты 4-го порядка с помощью кода HIBP SOLVER [8]. По результатам расчётов были построены детекторные сетки – области в плазме, в которых возможно проведение измерений, оценены коэффициенты ослабления зондирующего пучка при прохождении через плазму. Предложена концепция двойного вторичного ионопровода, позволяющая регистрировать вторичные ионы как из периферийных, так и из центральных областей плазменного шнура. Также проведено моделирование формирования диагностического пучка в инжекторе и его фокусировки, определены величины фокусирующих и экстракторных напряжений для получения квазипараллельного пучка. Результаты моделирования будут проверены на экспериментальном стенде, который готовится к запуску [9]. 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. Plasma Phys. Control. Fusion 2018, V. 60, 084008.
3. Melnikov A.V. et al. Nucl. Fusion 2015, V. 55 (6), 063001.
4. Melnikov A.V. Nature Physics 2016, V. 12 (5), P. 386-390.
5. Хвостенко П.П. и др. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез 2019, Т. 42 (1), С. 15-38.
6. Drabinskiy M.A. et al. Journal of Instrumentation 2019, V. 14, C11027.
7. Chmyga O.O. et al. Problems of Atomic Sci. and Technol. 2019, V. 1 (119), P. 248-251.
8. Ilin A.M., Khabanov P.O., Melnikov A.V. J. Phys.: Con. Ser. 2019, V. 1383, P. 012006.
9. Vadimov N.A. et al. Problems of Atomic Sci. and Technol. 2020, V. 130 (6), P. 200-203.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/Mu/en/AM-Khabanov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)