

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АКТИВНЫХ КОРПУСКУЛЯРНЫХ ДИАГНОСТИК ПЛАЗМЫ С УЧЁТОМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАРЯДА ПУЧКА ИОНОВ *)

^{1,2}Шелегеда И.А., ^{1,3}Аммосов Я.М., ^{1,3}Вадимов Н.А., ^{1,4}Виницкий Е.А.,
¹Драбинский М.А., ¹Елисеев Л.Г., ^{1,3}Крохалев О.Д., ^{1,3,4}Мельников А.В.,
^{1,3}Саранча Г.А., ^{1,5}Харчев Н.К.

¹НИЦ «Курчатовский институт», nrcki@nrcki.ru

²Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (НИУ),
bauman@bmstu.ru

³Московский физико-технический институт (НИУ), info@mipt.ru

⁴Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», info@mephi.ru

⁵Институт общей физики РАН им. А. М. Прохорова, office@gpi.ru

Интенсивные ионные пучки используются в диагностике зондирования пучком тяжёлых ионов (ЗПТИ, англ. Heavy Ion Beam Probe – HIBP) [1] и пучково-эмиссионной спектроскопии (ПЭС, англ. Beam Emission Spectroscopy – BES) [2]. На токамаке Т-15МД проектируется диагностика ЗПТИ на основе твердотельных термоионных источников.

Абсолютное значение тока ионного пучка определяет уровень получаемого сигнала, а поперечный размер – пространственное разрешение. Из-за наличия пространственного заряда, увеличение интенсивности ведёт к усилению дефокусировки пучка и ухудшению локальности измерений. Управление параметрами пучка (ионный ток, энергия, диаметр и угловой расходимости) осуществляется с помощью ионно-оптической системы (ИОС). Предварительное моделирование в инженерно-расчётных системах является необходимой стадией проектирования ИОС, поскольку позволяет подобрать оптимальные параметры её геометрии: размеры, форму электродов и расстояния между ними.

При моделировании ИОС необходимо учитывать распределение пространственного заряда вдоль траектории пучка и создаваемое им расталкивание. Существующее программное обеспечение не обладает достаточным функционалом для решения задачи трассировки ионного пучка в ИОС ЗПТИ и ПЭС. Проблемы связаны с трудностью интеграции результатов расчётов в существующие диагностические коды, низкой степенью автоматизации, высокими требованиями к вычислительным мощностям ЭВМ, невозможностью моделировать частичную нейтрализацию пучка *in situ* и др.

В докладе приведён способ моделирования ионно-оптической системы корпускулярных диагностик, основанный на расчёте стационарной огибающей ионного пучка, и совместимый с существующей программой для ЭВМ HIBP-SOLVER [3]. В нём возможен расчёт в условиях частичной нейтрализации пучка. Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Литература

- [1]. L.I. Krupnik et al., "High-Intensity Thermionic Alkali Ion Sources for Plasma Diagnostics," in IEEE Transactions on Plasma Science, vol. 36, no. 4, pp. 1536-1544, Aug. 2008, doi: 10.1109/TPS.2008.927381.
- [2]. G. Anda et al. Development of a high current 60 keV neutral lithium beam injector for beam emission spectroscopy measurements on fusion experiments. Rev. Sci. Instrum. 1 January 2018; 89 (1): 013503
- [3]. Хабанов Ф.О. и др., Программа расчета траекторий зондирующих ионов диагностики HIBP для токамака Т-15МД. RU 2020613011

*) [DOI – тезисы на английском](#)