расчет анизотропного распределения быстрых частиц в токамаке Глобус-м2 с помощью кода NUBEAM

1Киселев Е.О., 1Бахарев Н.Н., 1Курскиев Г.С., 1Гусев В.К., 1Тельнова А.Ю., 1Тюхменева Е.А., 1Хромов Н.А., 1Мирошников И.В., 1Патров М.И., 1Петров Ю.В., 1Сахаров Н.В., 1Минаев В.Б., 1Щеголев П.Б., 1Токарев В.А., 1Толстяков С.Ю., 1Мельник А.Д., 2Гончаров П.Р.

1Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,  
 [nightkeo@gmail.com](mailto:nightkeo@gmail.com), [kiselev.eo@mail.ioffe.ru](mailto:kiselev.eo@mail.ioffe.ru)  
2Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого,  
 г. Санкт-Петербург, Россия

Моделирование поведения быстрых частиц, возникающих в результат инжекции атомов высокой энергии, необходимо для расчета характеристик различных плазменных процессов и для проектирования реакторов будущего. Распределение таких частиц, в отличие от распределения тепловых частиц основной плазмы, является анизотропным, что необходимо учитывать в моделировании. Многие коды, традиционно применяемые на классических токамаках, не могут быть использованы на СТ, поскольку не учитывают их особенности, влияющие на траектории частиц – низкое значение магнитного поля и его высокий градиент. В докладе представлены результаты численного моделирования анизотропного распределения быстрых частиц в токамаке Глобус-М2 и анализ его влияния на удержание быстрых частиц.

В классических токамаках поведение быстрых частиц достаточно хорошо изучено. Исследования показали, что в большинстве случаев моделирование удовлетворительно воспроизводит взаимодействие быстрых частиц с плазмой токамака, и рассчитанная функция распределения быстрых ионов совпадает с измеренной в эксперименте. Большинство текущих исследований поведения быстрых частиц в классических токамаках направлено на поддержку проекта ITER, а также будущих термоядерных токамаков-реакторов, но при этом гораздо меньше данных о поведении высокоэнергетичных частиц получено для сферических токамаков. Это объясняется тем, что из всех существующих в мире сферических установок инжектором атомов – основным источником быстрых частиц – были оснащены только токамаки Глобус-М(М2) (Россия), NSTX (США), MAST (Великобритания) и START (Великобритания). При этом поведение быстрых частиц в сферических токамаках обладает рядом особенностей из-за малых размеров установки и относительно низкого значения магнитного поля при его большом градиенте.

В токамаке Глобус-М2 тороидальное магнитное поле и ток плазмы в сравнении   
с Глобус-М увеличены до 1 Т и 500 кА, что приводит к значительному улучшению удержания быстрых частиц. Моделирование предсказывает уменьшение прямых потерь более чем в 10 раз по сравнению с токамаком Глобус-М.

Для моделирования используется Монте-Карло код NUBEAM [1] позволяет рассчитать анизотропную функцию распределения быстрых частиц и их потери. Сделан анализ влияния данной функции распределения на удержание быстрых частиц и на основную плазму токамака.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ  [18-32-20031](https://kias.rfbr.ru/index.php) [мол\_а\_вед](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/contest/n_812/o_2056879).

Литература

1. A. Pankin et al., “The tokamak Monte Carlo fast ion module NUBEAM in the National Transport Code Collaboration library”, Comp. Phys. Comm. 159 (2004) 157.