Моделирование вклада нагревного пучка в энергетический спектр нейтронов токамака-реактора ИТЭР

1Кормилицын Т.М., 2Кащук Ю.А., 2Портнов Д.В.

1Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Московская область,  
 Россия  
2Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом"  
 «Проектный центр ИТЭР», г. Москва, Россия

Исследование поведения быстрых ионов плазмы на современных термоядерных установках с магнитным удержанием представляет в настоящее время большой интерес. В данной работе показан метод расчёта вклада надтепловой популяции ионов и расчётные спектры наблюдаемых быстрых частиц. Метод основывается на прямом расчёте скорости реакции и моделировании кинематики реакций слияния. Использовано представление функции распределения быстрых ионов, полученное путем численного решения уравнения Фоккера-Планка в программном обеспечении ASTRA [1].

Расчет произведен для модельного перераспределения ионов, характеризующегося падением плотности ионов *f*fast(*r*,*v*,μ) = *f*fast(½ *r*max,*v*,μ), в центральной зоне r ∈ [0; ½ rmax]. SDTth – энергетический спектр нейтронов, рожденных во взаимодействии тепловых дейтерия и трития, Stot полные коллимированные энергетические спектры нейтронов до и после перераспределения, SDbTth– энергетические спектры beam-thermal нейтронов. Для диапазона энергий E > 16 МэВ показана возможность спектрометра детектировать перераспределение быстрых ионов, вызванное нестабильностями плазмы.

Важно отметить, что SDbTth ~ PNBITe3/2nT/ne не зависит от плотности плазмы напрямую, в отличие от максвелловской части, SDTth ~ n2. Следовательно, для фазы, характеризующейся низкой плотностью точность оценки центральной ионной температуры может значительно снизиться (TiTNS – центральная ионная температура, оцененная по энергетическому диапазону спектра нейтронов [14.5; 15] МэВ, отмеченному зеленым на рисунке 2).

Работа выполнена в рамках государственного контракта от 19 апреля 2018 г. Н.4а.241.19.18.1027 «Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2018 году»

|  |  |
| --- | --- |
| Рис 1. Сравнение энергетических спектров коллимированных нейтронов до и после срыва (pre-ST, after ST). | T1TNS = 24.7 кэВ  T2TNS = 30 кэВ  Рис 2. Влияние SDbTth – «теплового» спектра на оценку центральной температуры ионов, TiTNS = (dlnF/dE)–1. |

Литература

1. Polevoi A., Shirai H., Takizuka T. Benchmarking of the NBI block in ASTRA code versus the FMC calculations. - JAERI Data/Code 97-014, 1997.