

## ИЗМЕРЕНИЯ ИОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗРЯДОВ ИТЭР ПРИ ПОМОЩИ КОЛЛИМИРОВАННОГО НЕЙТРОННОГО СПЕКТРОМЕТРА <sup>\*)</sup>

Панкратенко А.В., Кормилицын Т.М., Ревякин П.А., Семенов Т.И., Кашук Ю.А.

ЦУ «ИТЭР-Центр», Россия, 123060, г. Москва, УЛ РАСПЛЕТИНА, Д. 11, К. 2.

[a.pankratenko@iterrf.ru](mailto:a.pankratenko@iterrf.ru)

В данной работе представлены результаты моделирования отклика нейтронного спектрометра в составе диагностики «Анализатора атомов перезарядки ИТЭР». Рассмотрены несколько сценариев разрядов в D- и DT-плазме, а также проведена валидация алгоритма вычисления ионной температуры на основе нейтронного спектрометра отклика.

В состав комплекса ААП входит нейтронная ловушка; на ее фронтальной части размещен узел перемещения нейтронного спектрометра НС [1]. В состав НС входят два детектора: на основе органического сцинтиллятора – стильбена и искусственного монокристалла алмаза, выращенного CVD-методом. Регистрация нейтронов в первом детекторе происходит при помощи упругого рассеяния на ядрах Н. Спектрометр отличается большей чувствительностью и планируется к использованию в разрядах с D-плазмой. Регистрация нейтронов в алмазном детекторе происходит при помощи пороговой реакции  $^{12}\text{C}(n,\alpha)^9\text{Be}$ ; данный детектор планируется использовать в сценариях с большим нейтронным выходом. Более детальное описание работы детекторов приведено в [2] и [3].

Моделирование нейтронного транспорта проводилось при помощи различных расчетных кодов. Нейтронный поток в точке размещения спектрометра рассчитывался методами Монте-Карло в рамках нейтронного анализа экваториального порта №11 [4], а отклик детекторов - при помощи кода GEANT4 [5]. По характеристикам модельных спектров проводилась оценка ионной температуры плазмы.

В ходе работы проверен алгоритм восстановления ионной температуры из данных детекторов. Результаты анализа показывают, что для D-сценариев нейтронный поток в месте расположения НС недостаточен для точной работы алмазного детектора, но достаточен для D-сценариев. Детектор на основе стильбена из-за высокой чувствительности может быть перегружен в DT-сценариях. Кроме того, для корректного восстановления ионной температуры необходимо учитывать вклад нейтронов, образованных фракцией надтепловых ионов. Полученные результаты согласуются с результатами других исследований [1].

Работа выполнена в рамках исполнения государственного контракта НИОКР «Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2023 году» по Государственному контракту № Н.4а.241.19.23.1014 от «18» января 2023 г.

### Литература

- [1]. Afanasyev V.I. et al., (2022). Development of the NPA based diagnostic complex in ITER. *Journal of Instrumentation*, 17(7). <https://doi.org/10.1088/1748-0221/17/07/C07001>
- [2]. Kaschuck Y.A. et al. (2002). Fast neutron spectrometry with organic scintillators applied to magnetic fusion experiments. In *NIM: A* (Vol. 476).
- [3]. A.V. Krasilnikov et al. (2002). Study of D-T neutron energy spectra at JET using natural diamond detectors, *Nucl. Instrum. Meth. A* 476, 500
- [4]. 55.QB - Neutron shielding, nuclear loads and radiation damage calculations and analyses (ITER\_D\_YTXP4Q v1.3)
- [5]. Agostinelli S. et al. (2003). GEANT4 - A simulation toolkit. *NIM: A*, 506(3), 250–303. [https://doi.org/10.1016/S0168-9002\(03\)01368-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(03)01368-8)

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)