

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ОТКЛИКА ОРГАНИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НЕЙТРОННОЙ ДИАГНОСТИКИ НА ТОКАМАКАХ EAST И ITER ^{*)}

Семенов Т.И., Кормилицын Т.М., Панкратенко А.В., Афанасенко Е.С., Кашук Ю.А.

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

T.Semenov@iterfr.ru

Детекторы на основе органических сцинтилляторов успешно используются для регистрации потока быстрых нейтронов благодаря своей высокой чувствительности (порядка см²) к нейтронам с высокими энергиями в диапазоне [1, 20] МэВ. В работе представлены результаты измерений для детекторов, установленных в Радиальной Нейтронной Камере (РНК) токамака EAST. РНК включает 6 линий наблюдения с различными углами наблюдения в плоскости полоидального сечения плазменного шнура. В конце каждой линии наблюдения находится детектор BC501A [1] на основе ксилола.

Сопроводительное моделирование отклика детекторов выполнено с помощью пакета Монте-Карло моделирования GEANT4 [2]. Групповой спектр нейтронного потока для каждой линии наблюдения использовался в качестве входных данных расчета, а результаты моделирования сравнивались с данными, полученными детекторами РНК в ходе нескольких разрядов токамака EAST. Результаты моделирования находятся в хорошем согласии с результатами измерений в ходе разряда, что подтверждает корректность разработанной модели отклика органического сцинтиллятора, а также позволяет использовать её в модельных задачах для нейтронных диагностик на токамаке ИТЭР.

Проведен анализ работы аналогичных нейтронных спектрометров из состава диагностического комплекса – Анализатор атомов перезарядки [3] ИТЭР. Данная диагностика включает в себя детектор на основе органического кристалла стильбена. Для различных групповых спектров нейтронов, соответствующих нескольким ключевым сценариям разрядов токамака ИТЭР, было произведено моделирование отклика детектора. Результаты моделирования позволили оптимизировать размер кристалла с учётом возможности работы такого детектора как в дейтериевых, так и в некоторых дейтерий-тритиевых сценариях с пониженным выходом нейтронов. Для полученного отклика детектора на нейтроны оценивалась погрешность при определении плотности прямого нейтронного потока, а также температуры ионов в центре плазменного шнура для некоторых сценариев с тритием. Результаты расчетов нейтронного транспорта учитывают наиболее актуальную модель диагностического комплекса в экваториальном порту №11, претерпевшую значительные изменения в ходе подготовки к защите финального проекта диагностики.

Работа выполнена в рамках государственного контракта между Частным учреждением «ИТЭР-Центр» и Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» № Н.4а.241.19.24.1024 от 20 марта 2024 «Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2024 году».

Литература

- [1]. Qin J. et al. Characterizations of BC501A and BC537 liquid scintillator detectors //Applied Radiation and Isotopes. – 2015. – Т. 104. – С. 15-24.
- [2]. Huang, Liangsheng, et al. "Application of local Monte Carlo method in neutronics calculation of EAST radial neutron camera." Plasma Science and Technology 24.2 (2022): 025601.
- [3]. Allison J. et al. Recent developments in Geant4 //Nuclear instruments and methods in physics research section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2016. – Т. 835. – С. 186-225.
- [4]. Afanasyev V.I. et al. Development of the NPA based diagnostic complex in ITER //Journal of Instrumentation. – 2022. – Т. 17. – №. 07. – С. C07001.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)