

## ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОНИТОРА НЕЙТРОННОГО ПОТОКА D-D ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ *IN-SITU* КАЛИБРОВКИ НЕЙТРОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ИТЭР<sup>\*)</sup>

Фридрихсен Д.С., Кормилицын Т.М., Панкратенко А.В., Обудовский С.Ю.,  
Кашук Ю.А.

Частное учреждение “ИТЭР-Центр”, г. Москва, Россия, [D.Fridrikhsen@iterrf.ru](mailto:D.Fridrikhsen@iterrf.ru)

Одной из нейтронных диагностик токамака-реактора ИТЭР является Диверторный Монитор Нейтронного Потoka (ДМНП). Диагностика ДМНП служит для измерения локального потока быстрых нейтронов, определения полного нейтронного выхода плазмы и выделяемой термоядерной мощности. ДМНП будет располагаться под дивертором и в непосредственной близости к плазме. Проведение калибровки планируется методом *in situ*, путем размещения в вакуумной камере токамака компактных источников нейтронного излучения: DD- и DT-нейтронных генераторов производства ВНИИА им. Н.Л. Духова. Для контроля полного нейтронного выхода генераторы будут оснащены мониторами нейтронного потока. Большой вклад в точность калибровки детекторных узлов ИТЭР внесет правильный подбор и предварительная калибровка мониторов, которыми будут оснащены генераторы.

В качестве монитора-спектрометра, в дополнение к борному счётчику, для DD-генератора нейтронов рассматривается детектор на основе сцинтилляционного кристалла  $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$ . Предыдущие исследования [1] показали перспективность использования такого кристалла для регистрации DD-нейтронов (~2.5 МэВ). К достоинствам этого сцинтиллятора можно отнести высокий световой выход и классическую форму функции отклика при регистрации нейтронов. Более низкая, в сравнении с органическими сцинтилляторами, чувствительность к быстрым DD-нейтронам позволяет разместить монитор в непосредственной близости к мишени, закрепив детекторный узел на корпусе нейтронного генератора.

В данной работе представлена методика абсолютной калибровки нейтронного спектрометра на основе кристалла  $\text{LaCl}_3$ . Калибровка энергетической шкалы и определение абсолютной эффективности сцинтилляционного детектора  $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$  проводилась на эталонном источнике DD-нейтронов (~2.5 МэВ) в ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. На стенде нейтронной диагностики АО “ГНЦ РФ ТРИНИТИ” отработывалась методика калибровки с использованием нейтронных генераторов с запаянной трубкой и «толстой» мишенью. По результатам измерений была проведена независимая оценка сечения реакции  $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}_{g.s.}$ , используемой для регистрации DD-нейтронов. Проведен анализ полученных результатов и выполнено сравнение данных из базы ENDF [2] и опубликованных в работах [3, 4].

Коллектив авторов выражает благодарность Моисееву Н.Н. за организацию и помощь в работе с эталонным источником DD-нейтронов в ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Работа выполнена в рамках реализации Рабочего соглашения №1 (ITER ref. IO/21/СТ/4300002685) между МО ИТЭР, Частным учреждением «ИТЭР-Центр» и ФГУП «ВНИИА» «Исследование и разработка технического проекта компонентов нейтронных генераторов пригодных для *in-situ* калибровки нейтронных диагностик ИТЭР».

### Литература

- [1]. Kormilitsyn T.M. et al., Novel  $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$ -based spectrometer for deuterium plasma neutron diagnostics. *Review of Scientific Instruments*, 92(4), 2021
- [2]. Brown D.A. et al., “ENDF/B-VIII.0: The 8th Major Release of the Nuclear Reaction Data Library with CIELO-project Cross Sections, New Standards and Thermal Scattering Data”, *Nucl. Data Sheets*, v. 148, p. 1–142, 2018
- [3]. Batchelder J.C. et al., Possible evidence of nonstatistical properties in the  $\text{Cl}^{35}(n,p)\text{S}^{35}$  cross section. *Physical Review C*, 99(4), 2019
- [4]. Kuvín S.A. et al., Nonstatistical fluctuations in the  $\text{Cl}^{35}(n,p)\text{S}^{35}$  reaction cross section at fast-neutron energies from 0.6 to 6 MeV. *Physical Review C*, 102(2), 2020

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