Экспериментальная верификация расчета ослабления потока быстрых нейтронов конструкционными материалами ИТЭР [[1]](#footnote-1)\*)

Фридрихсен Д.С., Кормилицын Т.М., Обудовский С.Ю., Ковалев А.О., Кащук Ю.А.

Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР», Москва, Россия, e-mail: D.Fridrikhsen@iterrf.ru

Значительная мощность источника нейтронного излучения токамака-реактора ИТЭР приводит к высоким требованиям к защитным конструкционным материалам, как с точки зрения ослабления прямого нейтронного потока, так и с точки зрения долгосрочной активации материалов. Использование новейшего и дорогостоящего оборудования (например – диагностического) приводит к необходимости его обслуживания, а значит, задача минимизации долгосрочной активации является крайне актуальной для такой крупной установки, как ИТЭР.

Работа по верификации ослабления нейтронного потока проводилась с целью подтверждения свойств конструкционных материалов строящегося термоядерного реактора ИТЭР – нержавеющей стали 316L(N)-IG и бронзы марки БрХЦр.

Взаимодействие нейтронного излучения с конструкцией, характеристики радиационных полей, скорости ядерных реакций в объеме токамака-реактора на данный момент рассчитываются с помощью ПО MCNP [1]. Необходимость получения максимально точных результатов при определении нейтронного потока с помощью расчёта делает бенчмарк-эксперимент с использованием реалистичных источников и материалов критически важным референсным измерением.

Серия физических экспериментов по ослаблению нейтронного потока проведена на стенде нейтронной диагностики . Ионизирующее излучение создавалось нейтронными генераторами ИНГ-07Д (En ~ 2.5МэВ) и ИНГ-07Т (En ~ 14МэВ). В качестве барьерного материала, ослабляющего нейтронное излучение, использовались следующие образцы конструкционных материалов ИТЭР: полиэтилен, нержавеющая сталь SS316L-IG и бронза марки БрХЦр. Толщина барьера варьировалась от 4см до 24см. В качестве монитора потока прямых нейтронов, измеряющего распределение нейтронов по энергиям, использовался сцинтилляционный детектор на основе кристалла паратерфенила. Анализ проведенных экспериментов позволили подтвердить корректность ядерных констант для используемых материалов.

С помощью расчетных моделей MCNP были получены спектры быстрых нейтронов (2.5МэВ и 14.7МэВ) при прохождении барьеров различной толщины, проведено сравнение экспериментально полученных откликов детектора с модельными.

На основе проведенных экспериментов и построенных моделей были сделаны выводы о соответствии свойств материалов заявленным. Отработана методика проведения бенчмарк-эксперимента по ослаблению нейтронного потока, позволяющая оперативно провести аналогичные эксперименты для верификации свойств и для других материалов.

Литература

1. J.T. Goorley *et al.*, “Initial MCNP6 Release Overview - MCNP6 version 1.0,” Los Alamos, NM (United States), Jun. 2013. doi: 10.2172/1086758
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/IL-Fridrihsen_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)