Чувствительность ИКД ДМНП к спектру нейтронов ИТЭР при различной изотопной чистоте урана-238 [[1]](#footnote-1)\*)

А.О. Ковалев, Р.Н. Родионов, Д.А. Кумпилов, С.Ю. Обудовский, Д.В. Портнов, Ю.А. Кащук

Частное учреждение «ИТЭР-Центр», г. Москва, Россия, [A.Kovalev@iterrf.ru](mailto:A.Kovalev@iterrf.ru)

Диагностика «Диверторный монитор нейтронного потока» (ДМНП) предназначена для определения выхода нейтронов и термоядерной мощности плазмы ИТЭР [1] в широком динамическом диапазоне измерений. Временное разрешение диагностики составляет 1 мс. Требуемая относительная погрешность измерений для ДТ плазмы – 10%, а для ДД плазмы – 20%. В качестве детекторов ионизирующего излучения будут применены ионизационные камеры деления (ИКД) с различным изотопным составом и массой делящегося вещества (235U и 238U). ИКД с 238U особенно чувствительны к нейтронам высоких энергий (> 1 МэВ). Для минимизации влияния на измерения тепловых нейтронов в данных детекторах планируется использование 238U с изотопной чистотой 99,9999%. В течении эксплуатации ИТЭР в данных ИКД нарабатывается 239-й изотоп плутония, что ведёт к изменению чувствительности детекторов до 8% [2]. Изменение чувствительности ИКД будет вносить дополнительную погрешность в измерения. Так же, столь высокая степень содержания 238U ведёт к увеличению стоимости изготовления детекторов ДМНП.

В работе исследовано изменение чувствительности ИКД ДМНП с 238U за весь период работы установки ИТЭР. Рассмотрены четыре варианта чистоты урана, отличающиеся массовой долей 238U: особо чистый (99,9999%), промежуточной чистоты (99,9%), отвальный (99,8%) и природный (99,26%).

На основании анализа результатов проведённых расчётов можно заключить, что уменьшение изотопной чистоты 238U в ИКД приводит к уменьшению зависимости чувствительности измерений к наработке 239Pu, т.к. уменьшение массовой доли 238U увеличивает вклад рассеянных нейтронов в скорость реакции деления урана за счёт соответственного увеличения массовой доли 235U. В рассмотренных вариантах количество наработанного 239Pu практически не зависит от содержания 238U.

Применение отвального урана или урана промежуточной чистоты не требует существенной переработки конструкции ИКД ДМНП, т.к. чувствительность меняется не более чем на 17% относительно особо чистого урана (при этом погрешность нанесения урана на обкладки ИКД ~20%). Применение отвального урана существенно удешевит стоимость изготовления ИКД.

Использование природного урана так же возможно. Следует отметить, что чувствительность ИКД с природным ураном существенно выше, чем для ИКД с особо чистым ураном. Величина чувствительности ИКД влияет на величину возможного динамического диапазона измерений. Для сохранения величины динамического диапазона измерений системы ДМНП потребуется уменьшить массы ИКД с природным ураном в ~1,5 раза относительно масс ИКД с высокочистым ураном.

Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом от 21.04.2020 № Н.4а.241.19.20.1042.

Литература

1. Yu.A. Kaschuck, et al., “Divertor Neutron Flux Monitor: Conceptual Design and Calibration”, AIP Conf. Proc. 988, 303 (2008).
2. Д.В. Портнов и др., «Радиационно-транспортный анализ характеристик детекторов нейтронной диагностики ИТЭР «ДМНП», XLVII Международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и УТС, 16 – 20 марта 2020 г.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/HE-Kovalev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)