

Исследование чувствительности индивидуального нейтронного дозиметра PDM-303 к высокоэнергетическому нейтронному излучению

А.Г. Алексеев, Н.Н. Бараненков, Ю.В. Быстров
ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

В последнее время возрос интерес к прямопоказывающим индивидуальным нейтронным дозиметрам. Это обусловлено, с одной стороны, появившимися многочисленными разработками таких дозиметров и большим прогрессом в их реализации (достаточно малые размеры и вес), с другой стороны, до сих пор параметры используемых индивидуальных нейтронных дозиметров (в том числе и в радиационном контроле на ускорителях) не соответствуют предъявляемым к ним современным требованиям. Особенно этот вопрос становится актуальным в связи с переходом на новые нормативы в области радиационной безопасности (НРБ-96).

В работе выполнено экспериментальное исследование чувствительности индивидуального нейтронного дозиметра PDM-303 (производства АЛОКА Япония) к высокоэнергетическому излучению за биологической защитой протонного ускорителя У-70 и нейтронных опорных полей ИФВЭ. Прямопоказывающий индивидуальный нейтронный дозиметр PDM-303 имеет компактные размеры, небольшой вес, минимальную чувствительность 0.01 мЗв. В качестве детектора используется ППД с двумя типами радиаторов: протонов отдачи и α -частиц из реакции $Li^6(n, \alpha)$ [1].

Измерения были выполнены в опорном поле излучения ускорителя; на верхней бетонной защите У-70 (рис.1), в пяти точках на разных расстояниях от оси пучка протонов У-70. Над осью пучка средняя энергия спектра нейтронов составляла около 70 МэВ, и вклад в эквивалентную дозу нейтронов с энергий выше 20 МэВ был около 50%, крайняя 5-я точка измерения находилась на расстоянии 7 м от оси пучка, на боковой защите; средняя энергия нейтронов в этой точке составляла около 10 МэВ, а вклад нейтронов с энергий выше 20 МэВ — не более 2% в эквивалентную дозу нейтронов. В процессе исследований измерялись угловое распределение нейтронов и воспроизводимость компонентного состава излучения от режима работы ускорителя.

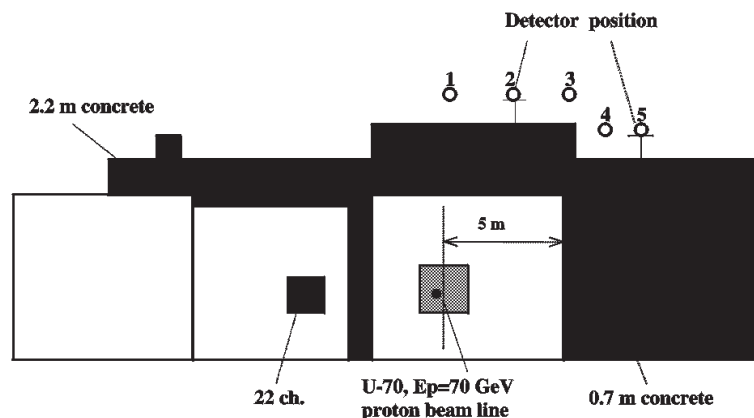


Рис. 1: Геометрия облучения дозиметра на ускорителе.

Кроме того, были выполнены измерения в опорных полях нейтронов на основе радионуклидных источников нейтронов Pu-Be, ^{252}Cf и ^{252}Cf , помещенных в шар из стали и полиэтилена. В обоих случаях дозиметр PDM-303 располагался на сферическом полиэтиленовом фантоме (рис.2), при расположении дозиметра учитывалось угловое распределение нейтронов. Таким образом, диапазон средней энергии нейтронов спектров, в которых были выполнены исследования, распространялся от 0.65 до 70 МэВ.

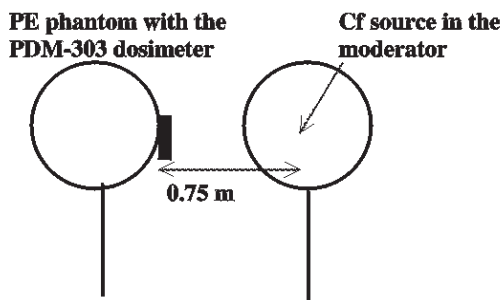


Рис. 2: Геометрия облучения дозиметра.

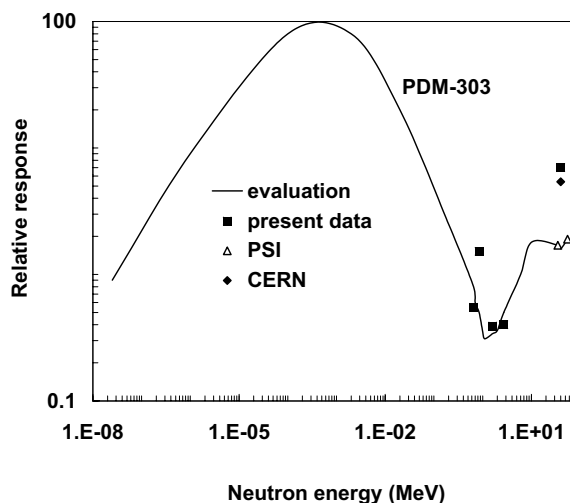


Рис. 3: Функция чувствительности PDM-303 от энергии нейтронов по данным РТВ (evaluation), PSI, CERN и настоящей работы.

Результаты исследований приведены в табл. 1. Исследования показали, что в случае, когда высокоэнергетический нейтронный компонент отсутствует, погрешность измерения эквивалентной дозы нейтронов не превышает 40%. В то же время дозиметр обладает повышенной чувствительностью к высокоэнергетическому нейтронному излучению. Так, для излучения за верхней бетонной защитой превышение достигло 700%.

На рис.3 представлено сравнение полученных результатов с результатами исследований, выполненных в CERN, PSI и РТВ [2]. Полученные данные не противоречат данным РТВ и CERN, в то же время данные PSI, полученные на моноэнергетических пучках нейтронов, в 2-3 раза ниже наших данных и данных CERN.

Таблица 1: Результаты исследования чувствительности дозиметра PDM-303 в опорных полях ИФВЭ.

Опорное поле на основе источников	Средняя энергия нейтронов в спектре (МэВ)	Отношение показаний PDM-303 к данным по эталону
Be-Fe	2.70	0.40
Cf	1.67	0.39
Cf в ПЭ-шаре	0.85	1.52
Cf в Fe-шаре	0.65	0.55
Опорное поле ускорителя точка измерения	Вклад нейтронов с энергией выше 20 МэВ в эквивалентную дозу	Отношение показаний PDM-303 к данным по эталону
1	0.57	6.9
2	0.70	7.5
3	0.86	6.0
4	0.72	7.0
5	0.98	6.9

Полученные данные показали, что дозиметр PDM-303 обладает повышенной чувствительностью к высокоэнергетическим нейтронам, что требует введения корректирующих калибровочных коэффициентов в случае применения дозиметра в условиях излучения ускорителя.

Список литературы

- [1] Electronic Pocket Dosimeter (EPD-th), MYDOSE mini-th, model PDM-303, Instruction Manual, Aloka Co. Ltd., Mitaka-Shi, Tokyo.
- [2] Arona A., Hofert M. NIM A372 (1996) 318-321.