

A-458



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

128 / 2-80

14/1-80

P16 - 12819

В.Е.Алейников, Л.Г.Бескровная, М.М.Комочков,
Ю.В.Мокров, С.П.Прусаченков, В.И.Салацкий

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ДОЗИМЕТРА ДН-А-1
И СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ДЕТЕКТОРА ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$
В ШАРОВЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЯХ
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ НЕЙТРОНОВ 30 КЭВ

P16 - 12819

В.Е.Алейников, Л.Г.Бескровная, М.М.Комочков,
Ю.В.Мокров, С.П.Прусаченков, В.И.Салацкий

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ДОЗИМЕТРА ДН-А-1
И СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ДЕТЕКТОРА ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$
В ШАРОВЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЯХ
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ НЕЙТРОНОВ 30 КЭВ

Объединенный институт
ядерной физики
СПОДИНТЕНА

Алейников В.Е. и др.

P16 - 12819

Экспериментальное определение чувствительности дозиметра ДН-А-1 и сцинтилляционного детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ в шаровых полиэтиленовых замедлителях в области энергии нейтронов 30 кэВ

Выполнена калибровка дозиметра ДН-А-1 и детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ в шаровых полиэтиленовых замедлителях разного диаметра при энергии нейтронов около 30 кэВ. Полученные данные о значениях чувствительности детекторов позволяют более определенно судить о ходе зависимости чувствительности этих детекторов от энергии нейтронов в области от нескольких кэВ до десятков кэВ. Для дозиметра ДН-А-1 значения дозовой чувствительности при энергии нейтронов около 30 кэВ и для нейтронов плутоний-бериллиевого источника совпадают в пределах ошибок измерений /различие составляет около 20%/. .

Работа выполнена в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Alejnikov V.E. et al.

P16 - 12819

Experimental Determination of Sensitivity of DN-A-1 Dosimeter and Scintillation Detector ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ in Sphere Polyethylene Moderators in the 30 keV Neutron Energy Range

DN-A-1 dosimeter and ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ detector, located in the center of polyethylene spheres with various diameters, were calibrated by means of neutrons with the energy of about 30 keV. The data on the detectors responses enable one to determine the shape of responses as a function of neutron energy more definitely at the energy range from some keV to some tens of keV. For DN-A-1 dosimeter response at neutrons and at neutrons in the energy range of about 30 keV the agreement is better than the uncertainties of measurements (about 20%).

The investigation has been performed at the Department of Radiation Safety and Radiation Researches, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Настоящая работа является продолжением исследований энергетической зависимости чувствительности детекторов, применяемых в дозиметрии и спектрометрии нейтронов^{1/}. Актуальность этих исследований обусловлена отсутствием экспериментальных данных о чувствительности промышленного прибора ДН-А-1^{2/} в области промежуточных нейтронов и противоречивостью аналогичной информации для детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ в замедлителях^{3-5/}.

Источником нейтронов служила мишень из Li_2CO_3 на медной подложке. Нейтроны образовывались в реакции ${}^7\text{Li}(p, n){}^6\text{He}$ при энергии протонов, ускоренных в электростатическом генераторе 1891 кэВ /10 кэВ над порогом реакции/. Спектр образующихся нейтронов имеет вид треугольника с максимумом при энергии 30 кэВ и простирается от 8 до 70 кэВ /ширина распределения на половине высоты составляет примерно 20 кэВ/. Измеренный угол расходимости пучка нейтронов составил 60° , что совпадает в пределах экспериментальных ошибок с рассчитанным в работе^{7/}.

Геометрия эксперимента представлена на рисунке. Значения чувствительности определялись для дозиметра ДН-А-1 и для детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ диаметром 5 мм, высотой 4 мм в шарах диаметром 5,1; 7,6; 8,9; 12,7; 17,8; 20,3; 30,5 см.

Мониторами нейтронов служили счетчики медленных нейтронов: СММ-18 с чехлом из карбида бора толщиной 1 см и СММ0-5 с парафиновым замедлителем. Монитором протонов, падающих на литиевую мишень, служил интегратор их тока.

Вклад рассеянных в помещении нейтронов определялся для шаров диаметром 5,1 и 7,6 см с помощью экранирующего конуса длиной 25 см, изготовленного из парафина с добавкой карбида бора /5% по весу/, и не превышал 18% для шара диаметром 5,1 см, 10% - для шара диаметром 7,6 см на расстоянии 200 см от мишени, и уменьшался с уменьшением расстояния. Для шаров большего диаметра он будет меньше, так как с увеличением диаметра шара чувствительность детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ к рассеянным нейтронам уменьшается по отношению к чувствительности при энергии нейтронов ≈ 30 кэВ^{1,3-5/}. Поэтому для ша-

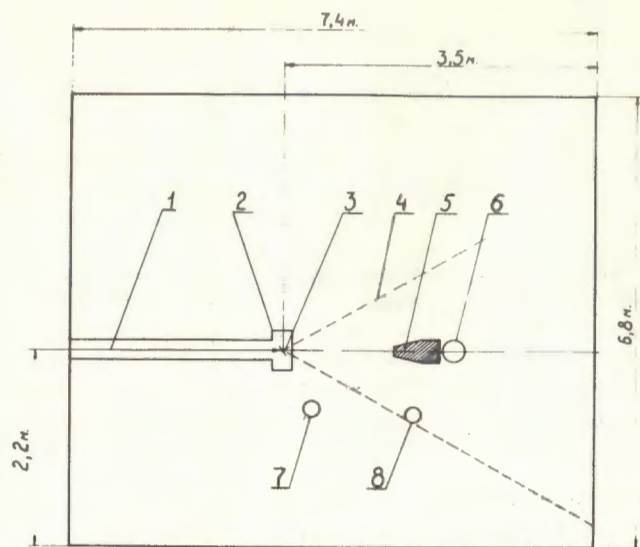


Схема расположения мишени и детекторов в вертикальной плоскости: 1 - протонный пучок, 2 - камера мишени, 3 - литиевая мишень, 4 - конус вылета нейтронов, 5 - экранирующий конус, 6 - детектор, 7 - монитор /счетчик СНМО-5/ с теневой защитой, 8 - монитор /счетчик СНМ-18/.

ров с диаметром больше 7,6 см и для прибора ДН-А-1 вклад рассеянного излучения при обработке результатов не учитывался.

Были получены относительные значения чувствительности /отношения счетов всех детекторов к счету детектора с шаром диаметром 12,7 см/, которые нормировались к величине чувствительности для шара диаметром 12,7 см, принятой, по данным ⁴, $0,211 \pm 0,016$ имп.нейтр.⁻¹ см² /для энергий 20 и 40 кэВ/.

Кроме того, определены значения чувствительности в абсолютных единицах - с помощью расчета полного выхода нейтронов из литиевой мишени по активности образующегося в ней бериллия-7. Основные составляющие ошибок при этом следующие:

- ошибка определения полного выхода нейтронов из мишени $\approx 10\%$;
- ошибка в нахождении распределения потока нейтронов во времени в течение эксперимента - $\pm 7\%$;

- среднее квадратическое отклонение результатов определения чувствительности по измерениям на различных расстояниях не превышало $\pm 12\%$.

Находилось среднее значение чувствительности для каждого детектора, определенное по результатам измерений на разных расстояниях от мишени. Результирующие ошибки определялись как средние квадратические из составляющих их величин.

Полученные результаты приведены в таблице. Для сравнения здесь же помещены результаты работы ⁴ для энергий нейтронов 20 и 40 кэВ и работы ⁸ - для энергии 24 кэВ /Sb-Be источник нейтронов/, в которой в качестве детектора использовался $ZnS(Ag) + {}^{10}B$.

Для дозиметра ДН-А-1 определялась также величина дозовой чувствительности с использованием коэффициента перехода от плотности потока моноэнергетических нейтронов к максимальной дозе, рассчитанного на основе рекомендаций ⁹ и аппроксимационной формулы работы ¹⁰. Для коэффициента перехода, при энергии 30 кэВ равного $8,5 \cdot 10^{-3}$ мбэр.час⁻¹нейтр.⁻¹ см²с, величина дозовой чувствительности имеет значение $3,1 \pm 0,5$ имп.с⁻¹.мбэр⁻¹.час. При градуировке дозиметра нейтронами плутоний-бериллиевого источника эта величина равна $2,5 \pm 0,1$ имп.с⁻¹.мбэр⁻¹.час.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Получены данные о значениях чувствительности сцинтиляционного детектора ⁶LiJ(Eu) с шаровыми полиэтиленовыми замедлителями для спектра нейтронов с энергией ≈ 30 кэВ. Они хорошо согласуются с данными работы ⁴ для энергии 20 и 40 кэВ и работы ⁸ - для энергии 24 кэВ, что позволяет более определенно судить о ходе зависимости чувствительности в области энергий от нескольких кэВ до десятков кэВ.

2. Получено значение дозовой чувствительности промышленного дозиметра ДН-А-1 для той же энергии; оно в пределах ошибок согласуется со значением чувствительности к нейтронам плутоний-бериллиевого источника.

3. Хорошее согласие результатов настоящей работы с данными работ ^{4,8} позволяет сделать заключение о возможности применения использованной экспериментальной методики для градуировки приборов нейтронной дозиметрии в абсолютных единицах в области энергии нейтронов 30 кэВ.

В заключение авторы выражают благодарность И.В.Сизову за внимание к работе.

Таблица

Чувствительность детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ в шаровых полиэтиленовых замедлителях и дозиметра ДН-А-1

Диаметр замедлителя, см, прибор	Чувствительность, ил. нейтр ⁻¹ .с. ²		к нейтронам с энергией 20 кэВ/4/	к нейтронам с энергией 24 кэВ/8/	к нейтронам с энергией 40 кэВ/4/
	по полю выходов нейтронов	по полю выходов нейтронов			
5,1	0,040±0,003	0,074±0,018 а)	0,040±0,006	0,040±0,004	0,036±0,002
7,6	0,127±0,010	0,196±0,036	0,133±0,017	0,139±0,004	0,114±0,009
8,9	-	0,239±0,049	0,183±0,026	0,174±0,011	-
12,7	0,211±0,016	0,245±0,049	0,231±0,030	0,211	0,211±0,015
17,8	-	0,153±0,030	0,155±0,024	0,130±0,005	-
20,3	0,096±0,003	0,104±0,018	0,104±0,013	0,090±0,003	0,100±0,004
25,4	0,045±0,003	0,053±0,010	0,049±0,007	0,037±0,002	0,047±0,003
30,5	0,020±0,001	0,020±0,004	0,018±0,002	0,015±0,001	0,020±0,001
ДН-А-1	-	-	0,027±0,004 в)	0,029±0,002	-

а/ В работе ${}^6\text{LiJ}$ детектором служил сплав борного ангидрида и сернистого цинка, активированного серебром, который запечатывался в фигурный световод из оргстекла.

б/ Чувствительность детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ с замедлителем диаметром 25,4 см к нейтронам плутоний-бериллиевого источника равна $0,19 \pm 0,01$ имп/нейтр.см⁻².

в/ Соответствует $3,1 \pm 0,5$ имп.с⁻¹.мбэр⁻¹. час

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветцель Л и др. ОИЯИ, 16-4888, Дубна, 1969, с.201.
2. Голованов Н.А. и др. В кн.: Труды СНИИП, 1964, вып.1, с.36-43.
3. Bramblett R.L., Ewing R.I., Bonner T.W. Nucl.Instr. and Meth., 1960, 9, p.1-12.
4. Benezech G., Bricka M., Dolias M. Neutron Dosimetry and Spectrometry by Multisphere Techniques. In: Proc. of the International Summer School on Radiation Protection. Beograd, 1971, p.269.
5. Zaborovski H.L. Project ${}^{252}\text{Cr-D}_2\text{O}$ le systeme multisphere de dosimetrie et spectrometrie neutron (S.M.-D.S.N.). Centre d'etudes nucleaires de Cadarache, 1976.
6. Физика быстрых нейтронов. Под ред. Д.Мариона и Дж.Фаулера. Т.1, Госатомиздат, М., 1963.
7. Кононов В.Н., Полетаев Е.Д., Юрлов Б.Д. АЭ, 1977, т.43, вып.4, с.303.
8. Алейников В.Е., Архипов В.А., Комочков М.М. ОИЯИ, Р16-4480, Дубна, 1969.
9. Радиационная безопасность. Величины, единицы, методы. Под ред. И.Б.Кеирим-Маркуса. Атомиздат, М., 1974.
10. Rindi A. Health Phys., 1974, v.27, No.3, p.322.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 октября 1979 года.