

Интегральные потоки быстрых нейтронов в экспериментальных каналах реактора СМ-2 [нейтр/см²·сек]

Номер или название экспериментального канала	$\int_{0,85 \text{ Мэв}}^{\infty} \varphi(E) dE$	Номер или название экспериментального канала	$\int_{0,85 \text{ Мэв}}^{\infty} \varphi(E) dE$
Канал 1, центральная ячейка	$(3,65 \pm 0,99) \cdot 10^{14}$	Канал 9	$(4,49 \pm 0,97) \cdot 10^{12}$
Канал 1, периферийная ячейка	$(3,99 \pm 1,08) \cdot 10^{14}$	Канал 10	$(4,49 \pm 0,97) \cdot 10^{12}$
Активная зона	$(1,46 \pm 0,39) \cdot 10^{15}$	Канал 11	$(3,71 \pm 1,36) \cdot 10^{12}$
Канал 2	$(3,03 \pm 0,63) \cdot 10^{14}$	Канал 12	$(1,24 \pm 0,26) \cdot 10^{13}$
Канал 3	$(2,25 \pm 0,47) \cdot 10^{14}$	Канал 13	$(1,06 \pm 0,22) \cdot 10^{14}$
Канал 4	$(3,64 \pm 0,75) \cdot 10^{14}$	Канал 14	$(3,58 \pm 0,77) \cdot 10^{12}$
Канал 5	$(3,64 \pm 0,75) \cdot 10^{14}$	Канал 15	$(8,24 \pm 1,75) \cdot 10^{13}$
Канал 6	$(3,58 \pm 0,77) \cdot 10^{12}$	Канал 16	$(5,19 \pm 1,91) \cdot 10^{12}$
Канал 7	$(6,36 \pm 1,37) \cdot 10^{12}$	Канал БКС	$(2,34 \pm 0,50) \cdot 10^{13}$
Канал 8	$(4,49 \pm 0,97) \cdot 10^{12}$	Канал ДЭК	$(1,77 \pm 0,37) \cdot 10^{14}$

при пересчете значений интегральных потоков на номинальную мощность, ошибки метода эффективных пороговых сечений, ошибки в значении эффективного сечения реакции $\text{In}^{115}(n, n')\text{In}^{115m}$ и погрешностей определения эффективности регистрации γ -квантов. Погрешности определения весов индикаторов, значения выхода γ -квантов на распад и константы распада из-за их малости не учитывались.

Поступило в Редакцию 15/IV 1969 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Цыканов и др. Kernenergie, 9, 310 (1966).
2. Н. В. Звонков и др. «Атомная энергия», 12, 416 (1962).
3. Ю. П. Кормушкин и др. Бюллетень информационного центра по ядерным данным. Вып. IV. М., Атомиздат, 1968, стр. 286.
4. Н. А. Вартанов, П. С. Самойлов. Практические методы сцинтилляционной гамма-спектрометрии. М., Атомиздат, 1964.
5. Н. Г. Гусев и др. Радиоактивные изотопы как гамма-излучатели. М., Атомиздат, 1964.

Особенности зональной характеристики детектора γ -излучения, предназначенного для активационных измерений параметров реакторов

А. В. БУШУЕВ, Л. Н. ЮРОВА

УДК 539.1.174.8

При оценке некоторых параметров реакторов используются данные о сечениях ядерных реакций, усредненных по спектру нейтронов в некоторой области системы (в ячейке, сечении твэла и т. д.). Например, для определения вероятности избежать резонансное поглощение используются данные о полном и надтепловом захвате нейтронов в U^{238} , усредненные по сечению твэла. Необходимую информацию о средних величинах можно получить в эксперименте, в котором исследуемая область перекрывается индикатором-фольгой, имеющей идентичную форму и размеры.

Поток и спектр нейтронов в пределах рассматриваемой области, как правило, не остаются постоянными, поэтому изменяются и скорости различных реакций. Вследствие этого радиоактивные продукты реакций распределяются в облученной фольге неравномерно. На рис. 1 приведены распределения реакций $\text{Cu}^{63}(n, \gamma)$, $\text{U}^{238}(n, \gamma)$, $\text{Rh}^{103}(n, n')$ по диаметру твэла. Данные получены при измерениях с фольгами из меди, родия и урана (обедненного в 300 раз по U^{235}). Излучение продуктов реакций — Cu^{64} (энергия 511 кэВ), Nr^{239} (энергия 105 кэВ) и Rh^{103m} (20 кэВ) — регистрировалось сцинтилляционным детектором. Активности

различных участков поверхности фольги исследовались с помощью набора кольцевых коллиматоров. Для того чтобы по измеренному распределению активности определить истинный ход реакции в фольге, необходимо провести коррекцию с учетом неодинаковой зональной характеристики поверхности детектора. Величины поправок были получены при измерениях с фольгой, облученной в изотропном потоке нейтронов (продукты реакций распределены в фольге равномерно).

Итак, радиоактивные ядра неравномерно распределены в источнике-фольге, и закон, описывающий их распределение, неизвестен. В этом случае результаты измерений могут быть интерпретированы однозначно, если скорость счета импульсов прямо пропорциональна количеству продуктов реакции в фольге. Условие будет выполнено, если детектирующая система с равной эффективностью регистрирует излучение, испускаемое продуктами реакции, образовавшимися в любом элементе объема образца. Известно несколько способов, с помощью которых осуществляется это условие:

1) растворить образец и приготовить гомогенный источник (недостаток такого метода — разрушение об-

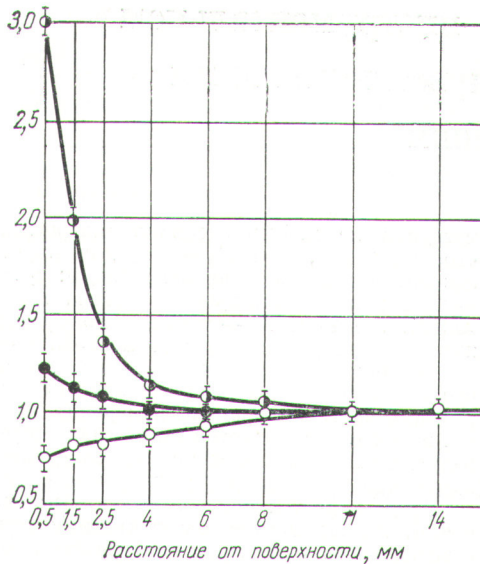


Рис. 1. Распределение различных реакций по диаметру твэла:
 ● — $U^{238}(n, \gamma)$; ● — $Cu^{63}(n, \gamma)$; ○ — $Rh^{103}(n, n')$.

раца в процессе эксперимента); 2) поместить образец при измерениях на таком удалении от детектора, чтобы он стал «точечным» источником; 3) при измерениях расположить образец вплотную к поверхности детектора в зоне постоянной чувствительности, соответствующей размерам образца. При исследовании параметров систем с небольшими потоками нейтронов целесообразно использовать третий способ.

В настоящее время датчик с большой зоной равномерной чувствительности может быть построен на основе сцинтилляционного кристалла и фотоумножителя. Обычно толщина кристалла соответствует энергии исследуемого излучения. Ее выбирают такой, чтобы можно было снизить вероятность регистрации более энергетического фонового излучения, сохранив при этом высокую эффективность счета изучаемых квантов. Улучшить равномерность чувствительности по поверхности детектора (зональную характеристику) можно с помощью светопровода, вводимого между сцинтиллятором и фотокатодом ФЭУ.

На рис. 2 приведена зональная характеристика спектрометра, предназначенного для исследования резонансного поглощения нейтронов в U^{238} . Использовался кристалл $NaI(Tl)$ диаметром 70 мм и толщиной 5 мм и ФЭУ = 56, которые соединились светопроводом из плексигласа высотой 10 мм. Эффективность детектора по отношению к излучению U^{238} с энергией

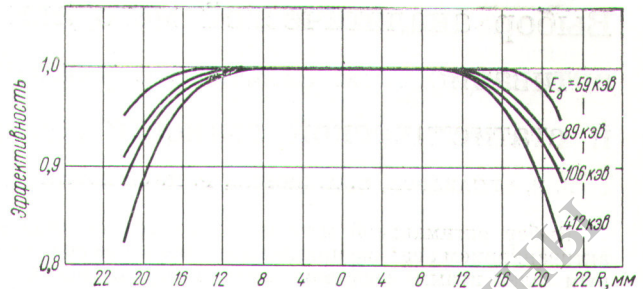


Рис. 2. Зональная характеристика спектрометра.

74 кэВ составляла более 99%, в то время как вероятность регистрации жестких квантов фонового излучения была низкой. Показанные на рис. 2 кривые получены при измерениях с различными точечными источниками, перемещавшимися по поверхности детектора.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Пренебрежение неравномерностью концентрации продуктов ядерных реакций в фольгах может привести к ошибкам при определении относительной скорости различных реакций, измерениях кадмиевых отношений и т. д.

2. В работе [1] предлагается рассчитать распределение продуктов реакции в исследуемой области и, зная зональную характеристику детектора, откорректировать данные измерений. Однако расчет хода различных реакций может быть выполнен лишь с некоторой степенью приближения, поэтому желательно обеспечить такие условия измерений, чтобы полученные результаты не зависели от распределения радиоактивных продуктов в фольге.

3. Изготовление гомогенного источника, как описано в работе [2], приводит к потере основных преимуществ метода γ -спектрометрии (технология и точность).

4. В методе гамма-спектрометрии — использование сцинтилляционного детектора с зоной постоянной чувствительности нужных размеров.

Поступило в Редакцию 20/XI 1969 г
 В окончательной редакции 17/I 1969 г

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Harris, D. Walton. Proceedings of a Symposium. Exp. and crit. experiments. V. I, Amsterdam, 1963, p. 371.
2. B. Arcipiani et al. Nucl. Sci. and Engng, 14, No. 3 (1962).