

Рис. 2. Зависимость эффективности регистрации нейтронов, отнесенной к общему излучению источника, от величины собственного фона прибора.

рение потоков нейтронов при значении эффективности до 10%.

2. При измерении небольших потоков нейтронов, сравнимых с уровнем фона, погрешность за счет γ -излучения может быть более заметной. Проведенная оценка изменения фона блока детектирования от γ -излучения изотопа Co^{60} показала, что при мощности дозы, равной 26 мкр/сек ,

существенно меняется фон, достигающий скорости счета более 2 имп/мин . Поэтому источники нейтронов с малым потоком должны измеряться на уровнях дискриминации, при которых собственный фон установки не превышает 2 имп/мин .

Положение детектора в объеме замедлителя нейтронов и размеры источника также влияют на эффективность регистрации. Так, при изменении диаметра источника от 0 до 30 мм эффективность остается практически постоянной, при дальнейшем увеличении уменьшается примерно пропорционально диаметру.

Поступило в Редакцию 5/IX 1967 г.
В окончательной редакции 16/III 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Д. Аллен. Регистрация нейтронов. М., Госатомиздат, 1962, стр. 153.
2. J. Marion et al. Nucl. Instr. and Methods, 8, 297 (1960).
3. З. Я. Соколова, В. Б. Черняев. Доклад на VII Всесоюзной конференции по ядерной радиоэлектронике. (Москва, 1967).

Применение полупроводниковых счетчиков для детектирования нейтронов, сопровождающихся γ -излучением

П. С. КИРЕЕВ, Л. И. КАЛУГИНА, А. И. СТЕПАНЯН, В. Т. САМОСАДНЫЙ, В. И. МИТИН, В. М. ВИНОГРАДОВ

УДК 539.1.074.55

В работах [1, 2] исследована возможность регистрации нейтронов полупроводниковыми счетчиками с использованием в качестве радиаторов Li^6 , B^{10} , U^{235} и других элементов.

В настоящей работе изложены некоторые результаты экспериментов по исследованию влияния величины γ -фона на счетные свойства нейтронных детекторов с радиаторами на основе Li^6 и U^{235} . Использование однотипных полупроводниковых приборов, изготовленных по одной и той же технологии, исключает влияние их свойств и позволяет получить более однозначные выводы.

Для исследования были использованы поверхностно-барьерные счетчики, изготовленные по обычной технологии из электронного кремния с удельным электрическим сопротивлением $\rho = 200 \text{ ом}\cdot\text{см}$. Разрешение по энергии, измеренное по α -частицам Pu^{239} , составляло 0,9–1,2% при рабочей поверхности 16 мм^2 .

Для получения радиатора из Li^6 на поверхность счетчика наносился слой углекислого лития, обогащенного легким изотопом до 95%, толщиной $\sim 2 \text{ мг/см}^2$. Радиатор на основе U^{235} получили путем осаждения слоя урана толщиной до 100 мкг/см^2 из раствора уранилнитрата на алюминиевую фольгу, которая была приклеена к входному окну счетчика. Испытания проводили на $\text{Po} - \text{Be}$ -источнике при плотности потока тепловых нейтронов $10^6 \text{ нейтр/см}^2\cdot\text{сек}$ и в вертикальном экспериментальном канале реактора ИРТ-М, в котором нейтронный поток сопровождается интенсивным γ -излучением.

На рис. 1 представлен амплитудный спектр импульсов реакции $\text{Li}^6(n, \alpha)\text{H}^3$ на $\text{Po} - \text{Be}$ -источнике нейтронов: пик, соответствующий ядрам трития (${}^3\text{H}$) хорошо разрешен, а пик, соот-

ветствующий α -частицам (${}^4\text{He}$), намного шире в области малых энергий. Это объясняется тем, что α -частицы имеют меньшую энергию, чем ${}^3\text{H}$ (2,05 и 2,73 Мэв соответственно), и значительно большие потери как в самом радиаторе, так и в нечувствительном слое полупроводника. Уменьшая толщину радиатора, можно в случае необходимости уменьшить ширину пика от α -частиц.

Картина амплитудного спектра существенно меняется, если поток нейтронов сопровождается γ -излучением. На рис. 2 приведен спектр для детектора с литиевым радиатором, находящегося в вертикальном канале реактора при плотности потока нейтронов $10^5 \text{ нейтр/см}^2\cdot\text{сек}$ и мощности дозы γ -излучения 0,01–0,02 р/сек . Поток γ -излучения полностью меняет сигналы детектора (кривая 1), и регистрация нейтронов в этих условиях практически не имеет смысла (кривая 2 — спектр α -частиц с $E_\alpha = 5,15 \text{ Мэв}$, снятый для калибровки каналов анализатора). На

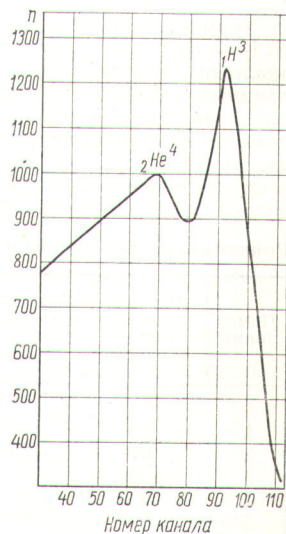
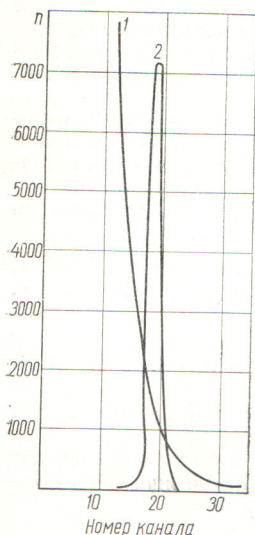
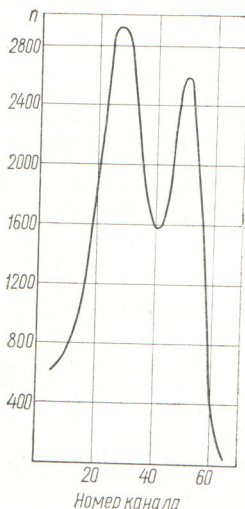


Рис. 1. Амплитудный спектр импульсов реакции $\text{Li}^6(n, \alpha)\text{H}^3$ на $\text{Po} - \text{Be}$ -источнике нейтронов:

$E_\alpha = 2,05 \text{ Мэв}$; $E_T = 2,73 \text{ Мэв}$; n — число импульсов.



Р и с. 2. Спектр, полученный на детекторе с мишенью из Li^6 при детектировании нейтронов, сопровождающихся γ -фоном с мощностью дозы $0,01 - 0,02$ $p/сек$ (1); спектр α -частиц с $E_\alpha = 5,15$ $Мэв$, снятый для калибровки каналов анализатора (2).



Р и с. 3. Аппаратурный спектр осколков деления U^{235} на тепловых нейтронах реактора ИРТ-М при мощности дозы γ -излучения $0,01 - 10$ $p/сек$.

Сигнал детектора имеет характерную для реакции деления форму. Пик, соответствующий меньшей энергии осколков деления, имеющих большее массовое число и заряд, более широкий.

Исследования показали, что характер спектра, показанного на рис. 3, полностью сохраняется при увеличении мощности дозы γ -излучения до 10 $p/сек$.

Из полученных результатов следует, что однотипные полупроводниковые детекторы нейтронов (в данном случае — поверхностно-барьерные) в зависимости от типа радиатора обладают различными свойствами. Детектирование нейтронов с использованием радиаторов, дающих легкие заряженные частицы с малой энергией, практически невозможно в условиях даже небольшого фона γ -излучения. Однако величина этого фона может быть значительной и при этом не сказываться на работе детектора, если использовать в качестве радиатора вещества, в которых нейтроны вызывают реакцию деления.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность А. П. Ландману за интерес к работе и обсуждение результатов, Ю. К. Федорчуку — за помощь в измерениях.

Поступило в Редакцию 3/VI 1967 г.
В окончательной редакции 22/II 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Дирнли, Д. Нортроп. В сб. «Полупроводниковые счетчики ядерных излучений». М., «Мир», 1966, стр. 258.
2. T. L o v e, R. M u r r a y, Trans. IRE, NS—8, No. 1 (1961).

рис. 3 представлен амплитудный спектр сигналов детектора нейтронов с радиатором из U^{235} . Спектр снят в тех же условиях, что и в предыдущем случае.

Рентгеноструктурное изучение системы $UO_2 - UCl_4 - KCl$

Н. С. МАРТЫНОВА, С. С. ТОЛКАЧЕВ

УДК 543.422.8

Термографическое исследование системы $UO_2 - UCl_4 - KCl$ [1] дополнено рентгеноструктурным анализом твердых фаз. Смеси заданного состава в запаянных ампулах выдерживались в течение 2 ч в расплавленном состоянии и 30—35 ч при температуре, которая несколько ниже температуры фазового перехода. В условиях сухой атмосферы сплавы измельчались в ступке и помещались в кюветы, защищающие их от воздействия воздуха [2]. Съемка производилась на диф-

Рентгенограмма тройного соединения $KCl \cdot UO_2 \cdot UCl_4$

Номер линии	Относительная интенсивность	Межплоскостное расстояние, Å	Номер линии	Относительная интенсивность	Межплоскостное расстояние, Å
1	60	4,41	6	80	2,65
2	80	3,39	7	20	2,58
3	100	3,15	8	60	2,50
4	30	3,03	9	20	2,42
5	40	2,87	10	10	2,40

рактометре УРС-50-И на медном излучении с никелевым фильтром.

В точке, соответствующей составу $KCl \cdot UO_2 \cdot UCl_4$, рентгенограмма представляет собой такой выбор межплоскостных расстояний, который исключает не только смесь данных веществ, но и фазы $UOCl_2$. Таким образом, этому продукту соответствует характерная структура и его можно считать индивидуальным соединением. Рентгенограмма тройного соединения $KCl \cdot UO_2 \cdot UCl_4$ приведена в таблице.

Термический анализ системы $UO_2 - UCl_4 - KCl$ [1] позволяет считать, что тройное соединение $KCl \cdot UO_2 \cdot UCl_4$ образуется из компонентов системы в твердой фазе при температуре $360 - 370^\circ C$.

Поступило в Редакцию 6/X 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. С. Мартынова, И. В. Василькова, М. П. Сусарев. «Атомная энергия», 18, 616 (1965).
2. Н. С. Мартынова. Кандидатская диссертация, Л., 1968 г.