

Мощный Sm^{244} + Ве-источник нейтронов

Н. Д. ТЮФЯКОВ, А. С. ШТАНЬ, Л. А. ТРЫКОВ, Ю. В. ФАДЕЕВ, Ю. В. ЧУШКИН,
Г. Н. СТРЕЛЬНИКОВ, Ю. Н. ЛУЗИН, В. И. ЗИНКОВСКИЙ

УДК 539.12.03

Одним из перспективных изотопов трансурановых элементов, на основе которых представляется возможным создавать мощные изотопные источники нейтронов ($\sim 10^9$ нейтр/сек и более) с достаточно стабильным во времени выходом, является Sm^{244} [1, 2].

Основные характеристики Sm^{244}

Период полураспада (α -распад) [3] . . . 18,1 года
Количество α -распадов $3 \cdot 10^{12}$ расп/г.сек

Энергия α -частиц и их выход [3] 5806 кэв (76,5%)
5764 кэв (23,5%)
Энергия и выход γ -излучения, сопровождающего α -распад [3] . . . 42,8 кэв (0,021%)
100 кэв ($1,4 \cdot 10^{-3}\%$)
150 кэв ($1,4 \cdot 10^{-3}\%$)
590 кэв ($2,4 \cdot 10^{-4}\%$)
825 кэв ($6,5 \cdot 10^{-4}\%$)



Энергетический спектр нейтронов Sm^{244} + Ве-источника с выходом $(1,8 \pm 0,1) \times 10^9$ нейтр/сек.

Период полураспада относительно спонтанного деления [3]	$1,346 \cdot 10^7$ лет
Количество спонтанных делений	$3,9 \cdot 10^6$ деление/г·сек
Выход нейтронов спонтанного деления	$1,09 \cdot 10^7$ нейтр/г·сек
Количество мгновенного γ -излучения	$\sim 2,7 \cdot 10^7$ квант/г·сек
Тепловыделение	$\sim 2,8$ вт/г

Для решения вопросов, возникающих при создании и практическом применении мощных изотопных источников нейтронов, изготовлен экспериментальный $\text{Cm}^{244} + \text{Be}$ -источник, выход нейтронов которого в угол 4π составляет $(1,8 \pm 0,1) \cdot 10^9$ нейтр/сек. Активная часть источника получена в виде смеси окислов Cm^{244} с порошкообразным металлическим бериллием. Эта смесь герметизирована в двойную ампулу из нержавеющей стали. Диаметр внешней ампулы 35 мм, высота 60 мм, диаметр и высота активной части 25 мм. При герметизации источника учитывалась возможность повышения давления во внутренней ампуле в результате выделения газов (в основном гелия) при α -распаде и спонтанном делении ядер Cm^{244} .

Энергетический спектр нейтронов описанного источника приведен на рисунке. Его измерение проводилось однокристалльным сцинтилляционным спектрометром быстрых нейтронов с дискриминацией γ -фона по форме импульса. В спектрометре использовался кристалл этильбена, диаметр и высота которого были 10 мм.

Регистрация амплитудных распределений осуществлялась 512-канальным анализатором типа LP-4050.

Средняя энергия нейтронов, рассчитанная по измененному спектру, равна 3,6 Мэв. Сравнение данных рисунка с соответствующими спектрами (α, n)-источников на основе Po^{210} , Pu^{238} , Pu^{239} , Am^{241} и др. показывает, что для рассматриваемого $\text{Cm}^{244} + \text{Be}$ -источника спектр нейтронов значительно «мягче», чем для указанных источников и для $\text{Cm}^{244} + \text{Be}$ -источника с выходом $6,5 \cdot 10^6$ нейтр/сек [1, 4]. Основными факторами, оказывающими влияние на снижение средней энергии нейтронов и увеличение их доли в низкоэнергетической части спектра, являются размеры источника и более высокая энергия α -частиц Cm^{244} по сравнению с другими изотопами, обычно применяемыми для изготовления (α, n)-источников.

Поступило в Редакцию 17/VIII 1971 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Д. Тюфяков и др. В сб. «Радиационная техника». Вып. 5, М., Атомиздат, 1970, стр. 90.
2. D. Stewart et al. Nucl. Appl. Techn., 9, 875 (1970).
3. В. М. Горбачев и др. Основные характеристики изотопов тяжелых элементов. М., Атомиздат, 1970.
4. Н. Д. Тюфяков и др. В сб. «Прикладная ядерная спектроскопия». Вып. 1, М., Атомиздат, 1970, стр. 16.

Сцинтилляционные счетчики с кристаллами удлинненной формы

Г. Ф. НОВИКОВ, А. Я. СИНИЦЫН, Ю. О. КОЗЫНДА, В. В. ВЫШЕНКОВ

УДК 539.1.074.3

При поисках, разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых широко применяются сцинтилляционные счетчики с кристаллами NaI(Tl) и CsI(Tl) . Существующая тенденция уменьшения диаметра скважин и шпуров требует снижения диаметра скважинных приборов гамма-спектральной каротажной аппаратуры [1], в том числе и уменьшения диаметра сцинтилляторов. Для сохранения необходимой точности γ -спектрального определения радиоактивных элементов снижение диаметра кристаллов может быть компенсировано увеличением их длины.

В настоящей работе приводятся аппаратурные спектры γ -излучения больших масс урана и тория для сцинтилляторов различной длины и расчетные значения статистических погрешностей определения урана и тория в породах и рудах на месте залегания, доказывающие преимущество удлиненных кристаллов по сравнению со стандартными кристаллами NaI(Tl) и CsI(Tl) , имеющими максимальное отношение длины l к диаметру d , равное 1, 6 [2]. Для экспериментов выбраны сцинтилляторы NaI(Tl) диаметром 30 мм и длиной 20—70 мм с амплитудным разрешением 10,2% и кристаллы CsI(Tl) диаметром 30 мм и длиной 20, 40, 70 и 140 мм с разрешением соответственно 11,8; 11,6; 12,0 и 13,5% по Cs^{137} . Для всех кристаллов с помощью анализатора импульсов АИ-100-1 при ширине окна

30 кэв изучены аппаратурные спектры γ -излучения урановой и ториевой руд в условиях 4π -геометрии и насыщения. Полученные результаты для сцинтилляторов NaI(Tl) показаны на рис. 1. Скорости счета N нормированы на 0,01% урана и тория и 1 см³ сцинтилляторов. В области комптоновского распределения [3] кривые $N(E)$ для разных кристаллов практически совпадают. В области четко выраженных крайних фотофиков ($E = 2,62$ Мэв для тория и 2,19 Мэв для урана) удельные скорости счета n_0 для удлиненных сцинтилляторов возрастают. Так, при сопоставлении кристаллов длиной 70 и 20 мм отношение величин n_0 составляет 1,6, для кристаллов длиной 70 и 40 — около 1,3. Эти данные хорошо согласуются с расчетами относительной доли поглощенного γ -излучения, падающего под различными углами на боковую поверхность цилиндрического сцинтиллятора.

Для кристаллов CsI(Tl) , имеющих разное амплитудное разрешение, в таблице приведены скорости счета на 1 см³ сцинтиллятора в оптимальных для разделения урана, тория, калия энергетических окнах γ -спектрометра [4].

По этим данным в участках спектра, удаленных от фотофиков (см. таблицу, окно I для урана и тория), удельные скорости счета остаются практически постоянными для всех изученных кристаллов; в области фото-