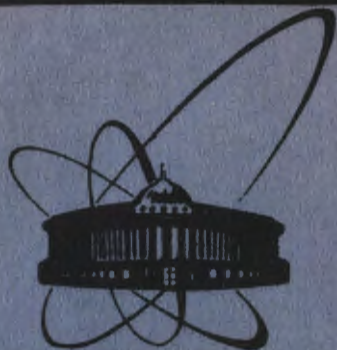


2/IV-84



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

1632/84

P16-83-901

В.И.Цовбун, Ю.Хеннигер, Хо Ги Хон

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ
ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ
ДЕТЕКТОРАМИ $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ И $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$

Направлено в журнал "Radiochemical
and Radioanalytical Letters"

1983

В цели работы входило получение термолюминесцентных детекторов с повышенной чувствительностью к мягкому гамма-излучению и изучение энергетической зависимости этой чувствительности. Потребность в таких детекторах высказывалась^{/1/} в связи с поисками набора термолюминесцентных детекторов с поглотителями и без них с такими функциями чувствительности, которые бы позволили использовать их для восстановления энергетических распределений гамма- и тормозного излучения. Повышенной чувствительностью к фотонам с энергиями от десятков до сотен кэВ обладают термолюминофоры с большим средним атомным номером. В^{/1/} в качестве перспективных детекторов названы $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ и недавно синтезированный $\text{BaSO}_4(\text{Eu})$ ^{/2/} :

Нами был синтезирован термолуинофор $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$. Технология изготовления его не отличалась от технологии приготовления термолуинофора $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$, описанной в^{/3/}.

Из порошкообразного термолуинофора $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$ были изготовлены детекторы путем склеивания его термостойким силиконовым лаком марки NH2007 производства VEB Chemiewerk Nünchritz /ГДР/. Порошок, смешанный с лаком, помещался в чашечки из 100-микронной алюминиевой фольги, высушивался в термостате при 100°C в течение 4 ч и затем при 250° в течение 2 ч. Детекторы имели форму диска диаметром 5 мм и толщиной около 1 мм /0,16±0,01 г/см²/.

Кроме изготовленного детектора $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$, мы также исследовали свойства подобного детектора $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ ^{/4/}.

На рис.1 приведены основные термопики кривых термического высвечивания детекторов $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$, $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ и ^7LiF /TLD-700 "HARSHAW"/, снятые на приборе 2000 А+В фирмы "HARSHAW" после облучения детекторов в поле гамма-излучения ^{60}Co дозой 300; 50 и 450 мР соответственно. Максимум основного термопика детектора $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$ находится в районе 145°C.

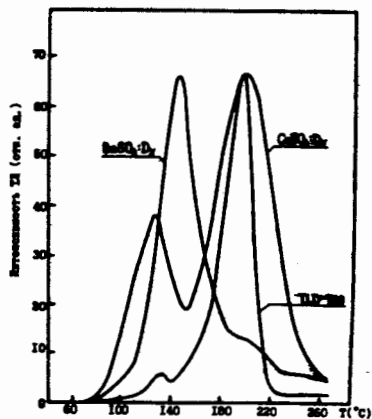


Рис.1. Кривые термовысвечивания термолюминесцентных детекторов ^7LiF TLD-700, $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$, $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$.

ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П. П. СМЫКОВА

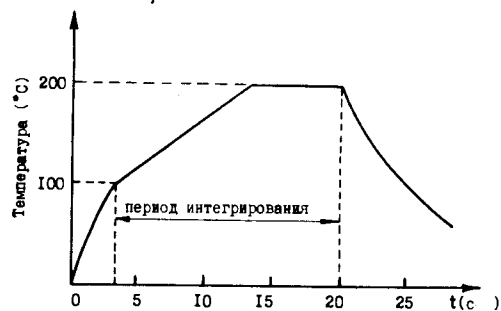


Рис.2. График зависимости температуры планшета прибора от времени при измерении термолюминесценции детектора $BaSO_4(Dy)$.

С целью определения энергетической зависимости чувствительности детекторов $BaSO_4(Dy)$ и $CaSO_4(Dy)$ они были облучены в поле гамма-излучения изотопных источников ^{109}Cd , ^{241}Am , ^{203}Hg , ^{137}Cs и ^{60}Co .

Детекторы находились в тефлоновой кассете толщиной 2,5 мм, когда облучались гамма-квантами ^{137}Cs и ^{60}Co ; при облучении на других источниках - в открытой геометрии и открытой кассете.

Функции чувствительности детекторов от энергии также были рассчитаны для дозы и потока гамма-излучения соответственно:

$$d(E) = \frac{k_1 \int_0^T E \cdot \mu_a(E) \cdot e^{-\mu_a(E) \cdot x} dx}{E \cdot \mu_{ав}(E)}, \quad /1/$$

$$f(E) = k_2 \int_0^T E \cdot \mu_a(E) \cdot e^{-\mu_a(E) \cdot x} dx, \quad /2/$$

где $\mu_a(E)$ и $\mu_{ав}(E)$ - коэффициенты поглощения энергии гамма-квантов для вещества детектора и воздуха, соответственно ^{1/5}; T - толщина термолюминофора в детекторе; k_1, k_2 - коэффициенты нормировки и пропорциональности.

Следует заметить, что ослабление интенсивности гамма-излучения детектором, учитываемое в /1/ и /2/, имеет значение лишь для энергии менее 200 кэВ. Причем формулы /1/ и /2/ не учитывают деформации спектра гамма-квантов малой энергии при прохождении их в теле детектора, а также возможного нарушения условий электронного равновесия для гамма-квантов больших энергий. В области энергий, где преобладает комптоновское рассеяние, нарушение электронного равновесия, на наш взгляд, невелико, поскольку средняя плотность электронов, на которых рассеиваются кванты, на границе раздела тефлон - детектор различается на 5%.

Отжиг детектора $BaSO_4(Dy)$ производился в течение 20 мин при температуре 300°C. Режим нагрева планшета прибора при снятии показаний с детектора: быстрый предварительный нагрев до 100°C и далее равномерный нагрев со скоростью 10°C/с до 200°C, время нагрева - 20 с /рис.2/. Сигнал интегрировался начиная с температуры 100°C до окончания цикла через 20 с после включения нагрева. Спад запасенной информации в детекторе $BaSO_4(Dy)$ составил около 10% за неделю при температуре около 25°C.

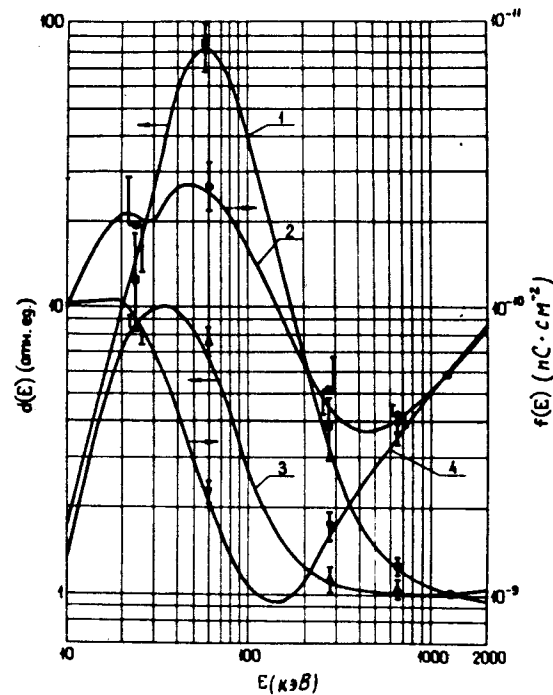


Рис.3. Энергетические зависимости чувствительности детекторов: 1,2, ●, ■ - $BaSO_4(Dy)$; 3,4 ▲, ▼ - $CaSO_4(Dy)$.

На рис.3 представлены данные измерений и расчетные функции чувствительности относительно единичной дозы излучения в воздухе и единичного потока гамма-квантов. Кривые и экспериментально полученные значения чувствительностей нормированы на 1 Р излучения ^{60}Co /средняя энергия 1,25 МэВ/, при этом считающий прибор давал единичное показание (1пс). Хорошее согласие измерений и расчетов для энергий гамма-квантов изотопных источников поз-

воляет использовать формулы /1/ и /2/ как рабочие в широком диапазоне энергий.

Форма кривых чувствительности детекторов $CaSO_4(Dy)$ и особенно $BaSO_4(Dy)$ существенно отличается в области энергий менее нескольких сот кэВ от семейства функций чувствительности для детектора из фтористого лития с различными поглотителями из ^{1/1} тем, что она повышена в области мягких энергий в десятки раз. Это указывает на перспективность использования исследованных детекторов для восстановления энергетических распределений гамма- и тормозного излучения.

В заключение авторы выражают благодарность Г.Я.Касканову за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комочков М.М., Цовбун В.И. ОИЯИ, Р16-81-330, Дубна, 1981.
2. Бочвар И.А., Томбак М.И. ПТЭ, 1980, №6, с. 37-41.
3. Yamachita T. et al. Health Phys., 1971, 21, p. 295.
4. Касканов Г.Я. и др. ОИЯИ, 16-83-212, Дубна, 1983.
5. Стром Э., Исраэль Х. Сечения взаимодействия гамма-излучения. Пер. с англ., Атомиздат, М., 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1983 года

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Цовбун В.И., Хеннигер Ю., Хо Ги Хон P16-83-901
Энергетические зависимости эффективности регистрации гамма-излучения термолуминесцентными детекторами $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ и $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$

Изготовлен термолуминесцентный детектор с повышенной чувствительностью к гамма-квантам малой энергии. Синтезирован термолуминофор $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$, из которого сделаны детекторы. Функции чувствительности детекторов $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$ и $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ измерены для энергий ряда изотопных источников. Данные измерений сравнены с результатами расчетов по предложенным рабочим формулам. Измеренная энергетическая зависимость чувствительности детекторов хорошо согласуется с рассчитанной. Отмечена перспективность использования детекторов для восстановления энергетических распределений гамма- и тормозного излучения.

Работа выполнена в Отделе радиационной безопасности и радиационных исследований ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Tsovbun V.I., Henniger Z., Ho Gi Hon P16-83-901
Response Functions of $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ and $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$ Thermoluminescent Detectors to Gamma Radiation

The aim of the work was to make thermoluminescent detector with abnormally sensibility to low energy gamma-rays. $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$ phosphorus, from which the detectors were made, was synthesized. Response functions of $\text{BaSO}_4(\text{Dy})$ and $\text{CaSO}_4(\text{Dy})$ detectors were measured for energy of some isotope sources. Measurement data are compared with calculation results of suggested routine formula. Measured and calculated response functions shows a good agreement. Perspective for using investigated detectors for unfolding gamma and bremsstrahlung energy distributions is mentioned.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой