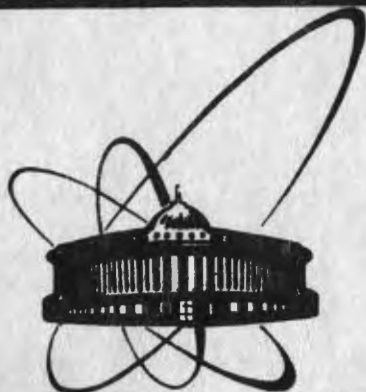


85-204



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

16-85-207

Г.Я.Касканов, Ю.Хеннигер

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ
ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ
ИЗ LiF , CaSO_4 И CaF_2 В ТЕФЛОНЕ

1985

Настоящая работа выполнена с целью экспериментального изучения дозиметрических характеристик термолюминесцентных детекторов на основе люминофоров LiF: Mg, Ti ; CaSO_4 ; Dy и CaF_2 ; Mn в тефлоне ^{/1,2,3/}.

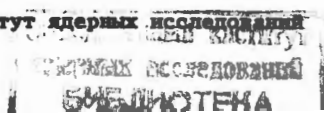
В работе представлены результаты измерения фоновых свечений свежеотожженных детекторов, чувствительности к гамма-излучению кобальта-60, фединга облученных детекторов от времени хранения их в лабораторных условиях и линейности показаний в зависимости от поглощенной дозы в интервале $/1.10^{-4} \div 1.10^1/$ Гр. При этом в качестве образцовых использовались TLD-100 и TLD-700 фирмы Harshaw ^{/4/}.

Исследуемые термолюминесцентные детекторы /ТЛД/ представляют собой таблетки в форме диска массой около 30 мг /диаметр 6 мм, толщина 1 мм/, при этом массовое соотношение люминофора и тефлона 1:1 /50% : 50%/ за исключением детекторов с фтористым литием, где это соотношение равно 1:2,5/30% : 70%/ ^{/3/}.

Перед облучением в поле ионизирующего излучения все ТЛД проходили термическую обработку. Режим термической обработки детекторов подбирался экспериментально и диктуется как свойствами самих люминофоров, так и тефлона. Все ТЛД отжигали в течение одного часа в кассете из титана при температуре $T_1 = /300 \pm 3/^\circ\text{C}$. После этого кассету с детекторами извлекали из термостата, помещали в радиатор и охлаждали до комнатной температуры. ТЛД из люминофора LiF в тефлоне дополнительно отжигали в течение 2 часов при температуре $T_2 = /100 \pm 2/^\circ\text{C}$ с последующим охлаждением до комнатной температуры. После такой термической обработки в тот же день проводили облучение детекторов в поле гамма-излучения кобальта-60 на стандартной поверочной установке. При этом детекторы находились в кассете из органического стекла с толщиной стенок 3 мм.

Измерения облученных детекторов проводили на следующие сутки на приборе фирмы Harshaw моделей 2000 /А + В/. В процессе измерения измерительная камера блока модели 2000А продувалась техническим азотом со скоростью истечения $/3 \div 4/$ л/мин. Облученные детекторы LiF + тефлон перед измерением подвергали стабилизирующему прогреву в алюминиевой кассете при температуре $T = /100 \pm 2/^\circ\text{C}$ в течение 20 мин.

По записанным кривым термического высвечивания /к.т.в./ /рис.1/ выбраны режим нагрева планшета прибора и период интегрирования ТЛ-сигнала детекторов. В дальнейшем все детекторы измеряли в одном и том же режиме, а именно для ТЛД CaSO_4 ; Dy (50%) + PTFE:



- а/ температура предварительного быстрого нагрева $T_{пред} = 100^{\circ}\text{C}$;
 б/ начальная температура интегрирования ТЛ-сигнала $T_1 = 170^{\circ}\text{C}$;
 в/ максимальная температура нагрева $T_{макс} = 250^{\circ}\text{C}$;
 г/ скорость линейного нагрева от $T_{пред}$ до $T_{макс}$ $g = 10^{\circ}\text{C}/\text{с}$;
 д/ продолжительность измерения $t_{изм} = 30$ с.

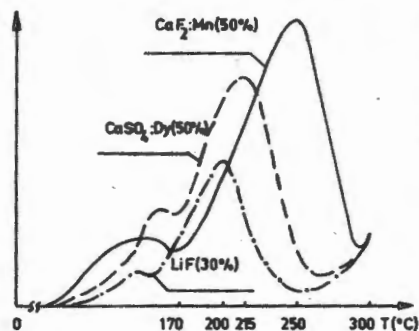


Рис. 1. Кривые термического высвечивания детекторов $\text{LiF}(30\%) + \text{PTFE}$, $\text{CaSO}_4:\text{Dy}(50\%) + \text{PTFE}$ и $\text{CaF}_2:\text{Mn}(50\%) + \text{PTFE}$ /облучение в поле гамма-излучения кобальта-60/.

Для ТЛД $\text{CaF}_2:\text{Mn}(50\%) + \text{PTFE}$ применялся тот же режим, за исключением позиции в/, максимальная температура нагрева $T_{макс} = 300^{\circ}\text{C}$.

При измерении ТЛД $\text{LiF}/30\% + \text{PTFE}$ применялся следующий режим:

- а/ температура предварительного быстрого нагрева $T_{пред} = 100^{\circ}\text{C}$;
 б/ начальная температура интегрирования $T_1 = 100^{\circ}\text{C}$;
 в/ максимальная температура нагрева $T_{макс} = 230^{\circ}\text{C}$;
 г/ скорость линейного нагрева от $T_{пред}$ до $T_{макс}$ $g = 10^{\circ}\text{C}/\text{с}$;
 д/ продолжительность измерения $t_{изм} = 30$ с.

За время экспериментальных исследований было проведено около 50 циклов измерений с целью определения чувствительности к гамма-излучению кобальта-60, линейности показаний детекторов в зависимости от дозы, минимально измеряемых доз, фединга и стабильности свойств. При этом через каждые 10 циклов проводились измерения фоновых показаний ТЛД сразу после термической обработки при вышеописанных режимах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

В табл. 1 приведены средние величины фонового свечения и средняя чувствительность детекторов к гамма-излучению кобальта-60. Здесь же приведены минимальная величина измерений дозы от гамма-излучения кобальта-60. В таблице указаны границы случайной погрешности результатов измерений при доверительной вероятности $p = 0,95$.

Таблица 1

Детекторы	Средняя величина фонового свечения, нКл	Средняя чувствительность к гамма-излучению кобальта-60, нКл/Гр	Минимальная величина измеренной дозы, Гр
TLD-100	$0,003 \pm 0,001$	$89,5 \pm 4,1$	$(1,0 \pm 0,2) 10^{-4}$
$\text{LiF}(30\%) + \text{PTFE}$	$0,101 \pm 0,017$	$30,1 \pm 1,3$	$(1,0 \pm 0,3) 10^{-3}$
$\text{CaSO}_4:\text{Dy}(50\%) + \text{PTFE}$	$0,010 \pm 0,001$	837 ± 37	$(2 \pm 1) 10^{-5}$
$\text{CaF}_2(50\%) + \text{PTFE}$	$0,108 \pm 0,040$	1450 ± 40	$(1,0 \pm 0,63) 10^{-4}$
TLD-700	$0,003 \pm 0,001$	$90,5 \pm 4,2$	$(1,0 \pm 0,2) 10^{-4}$

В таблице 2 приведены средние величины показаний ТЛД в зависимости от дозы гамма-излучения /в нКл/. На рис. 2 приведены зависимости показаний облученных ТЛД от времени хранения их в лабораторных условиях. На рис. 1 показаны кривые термического высвечивания исследуемых детекторов при облучении их в поле гамма-излучения кобальта-60.

Таблица 2

Детекторы	Поглощен. доза, Гр											
	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^0$	$5 \cdot 10^0$	$1 \cdot 10^1$	
$\text{LiF}(30\%) + \text{PTFE}$	-	-	0,041	0,158	0,301	1,497	2,976	15,0	30,1	153	310	
TLD-100	0,012	0,049	0,097	0,469	0,905	4,45	9,0	44,8	89,5	463	945	
$\text{CaSO}_4:\text{Dy}(50\%) + \text{PTFE}$	0,092	0,397	0,784	3,985	7,934	37,3	80,6	380	837	3925	8100	
$\text{CaF}_2:\text{Mn}(50\%) + \text{PTFE}$	0,183	0,743	1,391	6,931	14,48	70,1	145	720	1460	7100	14800	
TLD-700	0,011	0,050	0,096	0,466	0,915	4,52	9,1	45,9	90,5	462	950	

Облучение в диапазоне доз $1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^1$ /Гр проводили на стандартной проверочной установке в поле гамма-излучения кобальта-60.

Неуказанные границы случайной погрешности результата измерения не превышают $\pm 10\%$ при доверительной вероятности $p = 0,95$ во всем диапазоне измерений.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. ВЫВОДЫ

Данные табл. 1 показывают, что средняя чувствительность ТЛД $\text{LiF} / 30\% / + \text{PTFE}$ к гамма-излучению кобальта-60 в три раза ниже по сравнению с TLD-100.

Из рис. 2 следует, что фединг этих ТЛД не превышает 16-18% за год при хранении облученных детекторов в лабораторных условиях. Разброс чувствительности детекторов в партии из 400 шт. при выбранном режиме термической обработки не превышает $\pm 10\%$. Минимальная измеренная доза - $1,0 \pm 0,3 \cdot 10^{-8}$ Гр от кобальта-60 при доверительной вероятности $p = 0,95$.

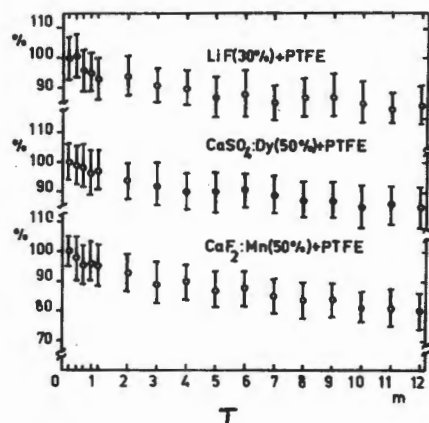


Рис. 2. Зависимость показаний облученных термолюминесцентных детекторов от времени хранения в лабораторных условиях.

Чувствительность ТЛД $\text{CaSO}_4:\text{Dy} / 50\% / + \text{PTFE}$ и $\text{CaF}_2:\text{Mn} / 50\% / + \text{PTFE}$ соответственно в 9 и 16 раз выше по сравнению с чувствительностью TLD-700. Фединг ТЛД из люминофора $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ за 12 месяцев хранения облученных детекторов в лабораторных условиях не превышает 13-15%, а для $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ составляет около 20% за год в этих же условиях хранения.

Для исследуемых детекторов зависимость светосуммы ТЛ от поглощенной дозы линейна во всем интервале $1,10^{-4} \div 1,10^1$ /Гр.

Результаты последования показывают, что ТЛД на основе $\text{CaSO}_4:\text{Dy} / 50\% / + \text{тефлон}$ и $\text{CaF}_2:\text{Mn} / 50\% / + \text{тефлон}$ вполне пригодны для индивидуальной дозиметрии гамма-излучения с энергией более 0,3 МэВ или при более низких энергиях с соответствующим фильтром. Чувствительность этих детекторов достаточна для использования их также в целях радиационного контроля окружающей среды.

ТЛД на основе $\text{LiF} / 30\% / + \text{тефлон}$ вполне отвечают требованиям аварийных дозиметров и могут использоваться также в области индивидуальной дозиметрии $D_{\text{мин}} \leq 1 \cdot 10^{-8}$ Гр; фединг около 8% за 3 месяца/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bjarngard B.E., Jones D., Thermoluminescent Dosimeters of LiF and $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ Incorporated in Teflon. Symp. Solid State and Chem. Radiation Dosimetry. Oct. 3-7, 1966 Vienna; IAEA Preprint No. SM-78/24, Vienna.
2. Robertson M.E.A. Identification and Reduction of Errors in Thermoluminescence Dosimetry Systems, One Thirty Litho Ltd., Teddington, Middlesex November, 1981.
3. Sahre P., Fellingner J., 16th Int.Symp.Rad.Prot.Phys., Dresden, 1984.
4. Касканов Г.Я. и др. ОИЯИ, 16-83-452, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 марта 1985 года.