

УДК 539.1.074

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ АКТИВИРОВАННОГО ПАРАТЕРФЕНИЛА НА ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

© 2012 г. Л. А. Андрищенко, Л. И. Волошина, И. Д. Власова, Л. С. Гордиенко, Б. В. Гринев, С. С. Гридин, В. А. Тарасов, В. В. Шляхтуров

*Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины*

*Украина, 61001, Харьков, просп. Ленина, 60*

*E-mail: andryushenko@isma.kharkov.ua*

Поступила в редакцию 17.01.2011 г.

После доработки 02.08.2011 г.

Приведены результаты исследований сцинтилляционных характеристик детекторов на основе сцинтилляторов, полученных горячим прессованием в вакууме сырья в форме пластинок активированного паратерфенила, выращенных кристаллизацией из раствора. Показана возможность улучшения сцинтилляционных характеристик детекторов за счет вакуумного прессования исходного сырья и совершенствования оптической системы поликристаллических сцинтилляторов.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Органические молекулярные кристаллы являются наиболее эффективными сцинтилляторами для регистрации  $\beta$ -излучения [1]. Однако они имеют высокую стоимость, а получение образцов диаметром более 80 мм является трудной задачей. У органических поликристаллических сцинтилляторов (о.п.с.) отсутствуют указанные недостатки. Вместе с тем, свойства кристаллических систем изменяются при переходе от органических монокристаллических сцинтилляторов (о.м.с.) к о.п.с. У о.п.с. увеличивается число межблочных границ и усиливается разориентация блоков мозаики в сравнении с о.м.с. Это приводит к снижению прозрачности и тушению радиолюминесценции о.п.с., так как границы блоков являются глубокими ловушками для зарядовых состояний и молекулярных экситонов [2].

Улучшение характеристик о.п.с. было достигнуто путем их изготовления методом горячего прессования исходного сырья в форме пластинок, выращенных кристаллизацией из раствора [3]. Сравнительный анализ структурных, оптических и сцинтилляционных характеристик о.п.с., полученных различными способами, приведен в [4]. Из этой работы следует, что использование исходного сырья для прессования в форме пластинок, выращенных кристаллизацией из раствора, позволяет улучшить пространственную ориентацию зерен получаемых поликристаллических элементов, что обеспечивает повышение плотности и прозрачности.

Кроме того, способ получения исходного сырья активированного паратерфенила методом кри-

сталлизации из раствора позволяет улучшить структурное совершенство о.п.с. за счет увеличения концентрации активатора, что связано с особенностями получения кристаллического сырья из раствора. При этом увеличение концентрации активатора 1,4-дифенилбутадиена-1,3 (ДРВ) приводит к упорядочению структуры поликристалла. Однако несмотря на то, что указанный метод получения о.п.с. улучшает их оптические и сцинтилляционные характеристики, тем не менее, они остаются достаточно мутными в сравнении с о.м.с.

Целью данной работы является продолжение исследований, направленных на улучшение характеристик о.п.с., изготовленных методом горячего прессования сырья в форме пластинок, выращенных кристаллизацией из раствора, и создание на их основе эффективных детектирующих систем для регистрации короткопробежных частиц ( $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения).

В данной работе изучены технологические аспекты получения тонких о.п.с. с использованием вакуумного прессования. Интерес к тонким органическим кристаллическим сцинтилляторам связан с возможностью изготовления на их основе эффективных детекторов для ядерно-физических исследований с высокими избирательностью и чувствительностью [1].

Поскольку спектрометрические характеристики сцинтиллятора определяются как его сцинтилляционной эффективностью, так и эффективностью светособирания, определенное внимание в работе уделено вопросам создания различных типов отражающей поверхности о.п.с. и выбору материалов внешних отражающих элементов, ко-

торые используются в качестве входного окна детектора.

Вопросы влияния отражающей поверхности различных сцинтилляторов на особенности светосбора в сцинтилляторах, их размеров и геометрии, обзор расчетов, выполненных методом Монте-Карло, закономерности светосбора и формирования спектрометрических характеристик рассмотрены в монографии [5]. Вместе с тем одной из актуальных проблем при создании различных типов отражающей поверхности сцинтилляторов является выбор оптимального метода их получения, так как именно он определяет выход годных детекторов, отвечающих заданным требованиям.

Изготовление детекторов на основе о.п.с. активированного паратерфенила толщиной <1 мм ограничено резко выраженной анизотропией свойств, в частности они обладают хрупкостью, малой теплопроводностью, низкой механической прочностью. Горячее прессование исходного сырья активированного паратерфенила обеспечивает некоторое повышение механической прочности о.п.с. Однако наличие пор в о.п.с., имеющих толщину <1 мм, в некоторых случаях приводит к нарушению их целостности при извлечении из пресс-формы.

Доведение кристаллических сцинтилляторов активированного паратерфенила до требуемой толщины проводят методом глубокой шлифовки-полировки после соединения их поверхности водорастворимой композицией с плоскостью подложек. Отделение заготовок о.п.с. от подложек проводят растворением клеевой композиции в воде, химически инертной к паратерфенилу. Это исключает возможность повреждения отполированной поверхности заготовок [6]. Однако механический способ обработки поверхности органических кристаллов с последовательным уменьшением зерна абразива не обеспечивает высокой чистоты обработанной поверхности и высоких сцинтилляционных характеристик. Механическая обработка кристаллов паратерфенила приводит к созданию в приповерхностном слое упругих напряжений. Релаксация напряжений (вследствие малой энергии кристаллической решетки) сопровождается генерацией вторичных дефектов – дислокаций, микротрещин – уже при комнатной температуре. Выход дефектов на поверхность сопровождается образованием на ней многочисленных каверн и, как следствие, ее помутнением [7].

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ

В качестве объектов исследований были выбраны сцинтилляторы размерами  $\varnothing 15 \times (0.5-2.0)$  мм, полученные горячим прессованием в вакууме ис-

ходного сырья в форме пластинок, выращенных кристаллизацией из насыщенного раствора люминофора паратерфенила (pTP), содержащего 0.3 и 0.75 мас. % DPB в толуоле. Пластины с линейными размерами 5–10 мм имели толщину 0.05–0.5 мм. Выбор повышенной концентрации активатора обусловлен тем, что введение его на стадии выращивания исходного сырья приводит к упорядочению структуры о.п.с. [4].

Для получения о.п.с. использовали пресс ДВ2428 и жесткие металлические пресс-формы. Прессование сырья осуществляли в вакууме и без вакуума при различных режимах прессования.

Для оптического сочленения о.п.с. с выходными окнами корпуса детектора использовался кремнийорганический гель СУРЭЛ СЛ-1.

При выборе способов создания различных типов отражающей поверхности о.п.с. учитывались особенности физико-химических и механических свойств кристаллов паратерфенила: низкая механическая прочность, хрупкость, рост разориентации их мозаичной структуры [8].

Для уменьшения дефектного поверхностного слоя кристаллов активированного паратерфенила после механического полирования (м.п.) дополнительно проводили химико-механическое полирование (х.м.п.). Вначале поверхности кристаллических образцов шлифовались на стеклянном шлифовальнике с использованием суспензии на основе водно-мыльных растворов и порошка электрокорунда с последовательным уменьшением зерна абразива от 14 до 10 мкм. Затем на нем же, но обтянутом искусственной замшей, проводили м.п. с использованием суспензии на основе водно-мыльных растворов и порошка электрокорунда с последующим уменьшением зерна абразива от 5 до 3 мкм. Х.м.п. проводили нанодисперсным оксидом алюминия сферической формы с размерами частиц 80–90 нм. В качестве полировальной жидкости использовали смесь этилового спирта и толуола при их соотношении 10:1.

Для изготовления о.п.с. толщиной 0.35 мм полученные поликристаллические заготовки соединялись со стеклянными подложками водорастворимой композицией на основе сополимера акриловой кислоты (ТУ 6-02-221-92). После доведения заготовок до заданной толщины их отделяли от подложек путем растворения клеевой композиции в воде.

Измерения оптического пропускания образцов кристаллов паратерфенила проводили на спектрофотометре UV VIS SPECORD 40 (фирмы Analytik Jena AG) непосредственно после прессования.

Диффузно-отражающую поверхность о.п.с. получали как с использованием шлифовальной шкурки М10, так и пленочных материалов на основе полиуретанового эластомера и порошков алмаза с размерами частиц основной фракции 10 мкм.

**Таблица 1.** Влияние технологических параметров получения о.п.с. размерами  $\varnothing 15 \times 2.0$  мм на их сцинтилляционные характеристики при возбуждении источником конверсионных электронов с энергией 624 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ )

№ образца	$C_{\text{ДРВ}}$ , мас. %	Режимы прессования			Сцинтилляционные характеристики	
		Предварительное время выдержки сырья под вакуумом, ч	$P$ , МПа	$T$ , °С	Номер канала	$R$ , %
1	0.75	—	150	120	705	24.1
2	0.75	2.0	150	120	842	18.5
3	0.75	3.0	150	120	941	17.6
4	0.75	—	200	120	828	23.7
5	0.75	2.0	200	120	916	18.8
6	0.75	3.0	200	120	970	17.3
7	0.3	—	200	150	840	16.7
8	0.3	2.5	200	150	935	15.3
9	0.75	—	200	170	950	15.19
10	0.75	3.0	200	170	1062	13.90
11	0.3	—	200	170	1045	13.74
12	0.3	3.0	200	170	1169	12.05

Примечание.  $C_{\text{ДРВ}}$  – концентрация активатора,  $P$  – давление,  $T$  – температура,  $R$  – амплитудное разрешение; погрешность измерений не превышает методической погрешности измеряемых величин (~10%).

В качестве материала входного окна детекторов использовали отражатели Al-mylar, Tetratex и VM-2000.

Исследование сцинтилляционных характеристик о.п.с. проводили в импульсном режиме. В качестве фотоприемника применялся фотоэлектронный умножитель R-1307 фирмы Hamamatsu. В качестве эталона использовался о.п.с. на основе паратерфенила с концентрацией активатора ДРВ 0.1 мас. %.

Источником  $\alpha$ -частиц с энергией 5.5 МэВ служил радионуклид  $^{241}\text{Am}$ . Время сбора сигналов составляло 1 мкс. В качестве источника конверсионных электронов с энергией 624 кэВ использовался радионуклид  $^{137}\text{Cs}$ .

### 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования влияния режимов прессования на сцинтилляционные характеристики о.п.с. при возбуждении конверсионными электронами представлены в табл. 1 и на рис. 1 и 2. Рис. 1 иллюстрирует изменение светового выхода о.п.с., полученных вакуумным прессованием, в зависимости от давления, а рис. 2 – от температуры.

Анализ приведенных данных показывает, что вакуумное прессование позволяет улучшить сцинтилляционные характеристики о.п.с.

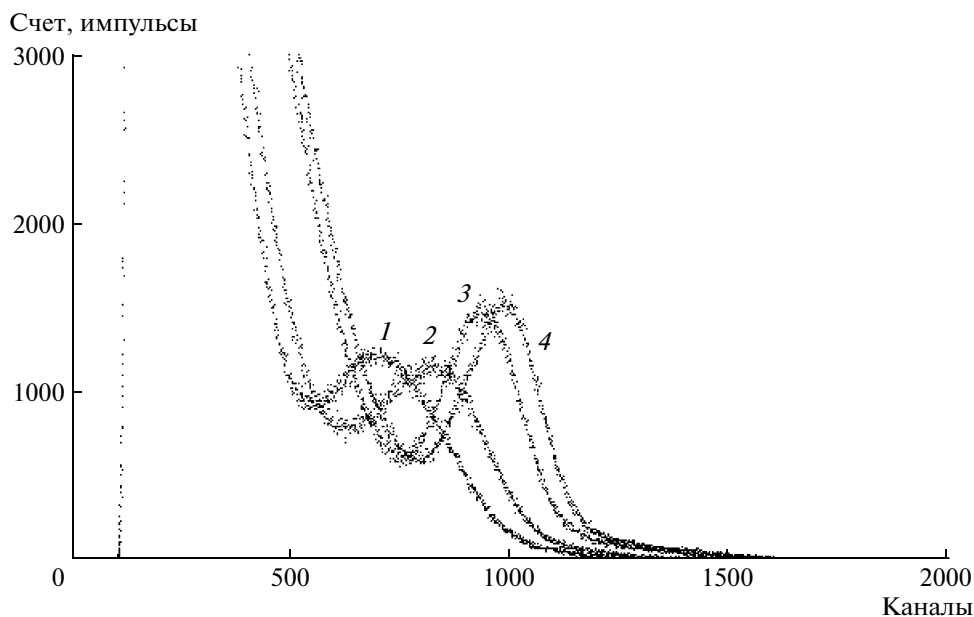
При этом эффект вакуумного прессования ярче выражен при более низких значениях давления и температуры прессования. В частности, вакуумное прессование сырья активированного пара-

терфенила при температуре 120°С под давлением 150 МПа (табл. 1, образец № 3) позволяет улучшить световой выход о.п.с. по сравнению с о.п.с., полученным без вакуума (образец № 1), на 25%, а амплитудное разрешение – на 25.7%. В то же время вакуумное прессование при температуре 150–170°С под давлением 200 МПа обеспечивает улучшение светового выхода о.п.с. (образцы № 8 и 10) по сравнению с о.п.с., полученными без применения вакуума (образцы № 7 и 9), на 10%, а амплитудное разрешение – на 8%.

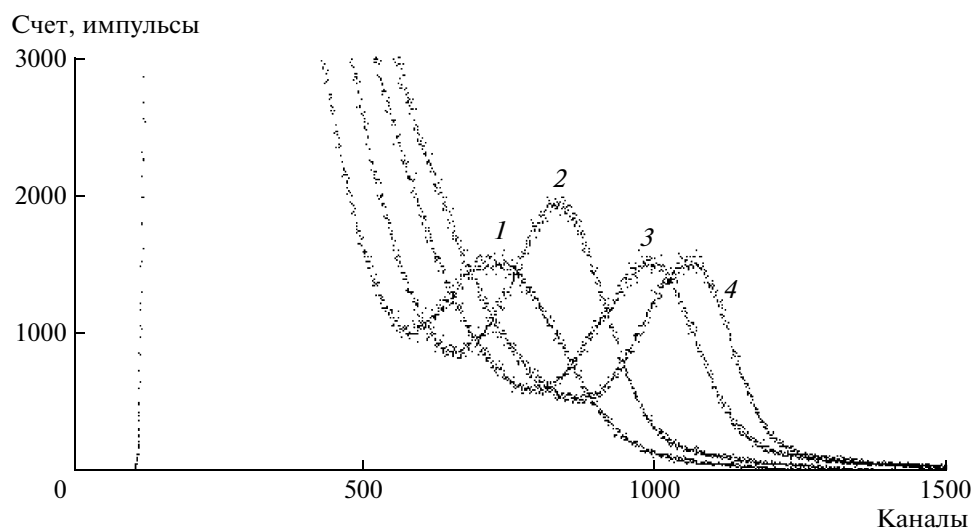
Увеличение времени выдержки под вакуумом с 2.0 ч (образец № 2) до 3.0 час (образец № 3) приводит к улучшению светового выхода на 10.5%, а амплитудного разрешения – на 5%.

Наиболее высокие значения сцинтилляционных характеристик о.п.с. достигнуты в случае вакуумного прессования пластинок паратерфенила, выращенных из раствора с концентрацией активатора 0.3 мас. %, при температуре 170°С под давлением 200 МПа (образец № 12). Амплитудное разрешение образца № 12 более чем на 12% лучше по сравнению с образцом № 11. Причиной снижения сцинтилляционных характеристик о.п.с. (образец № 10), полученного вакуумным прессованием пластинок паратерфенила, выращенных из раствора с концентрацией активатора 0.75 мас. %, является концентрационное тушение люминесценции.

Важным преимуществом вакуумного прессования является то, что оно обеспечивает удаление газов из пор, в результате чего поры становятся способными к беспрепятственному их зараста-



**Рис. 1.** Амплитудные спектры о.п.с. активированного паратерфенила для разных условий прессования при возбуждении источником конверсионных электронов с энергией 624 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ): 1 – без вакуума, давление 150 МПа; 2 – без вакуума, давление 200 МПа; 3 – в вакууме, давление 150 МПа; 4 – в вакууме, давление 200 МПа.



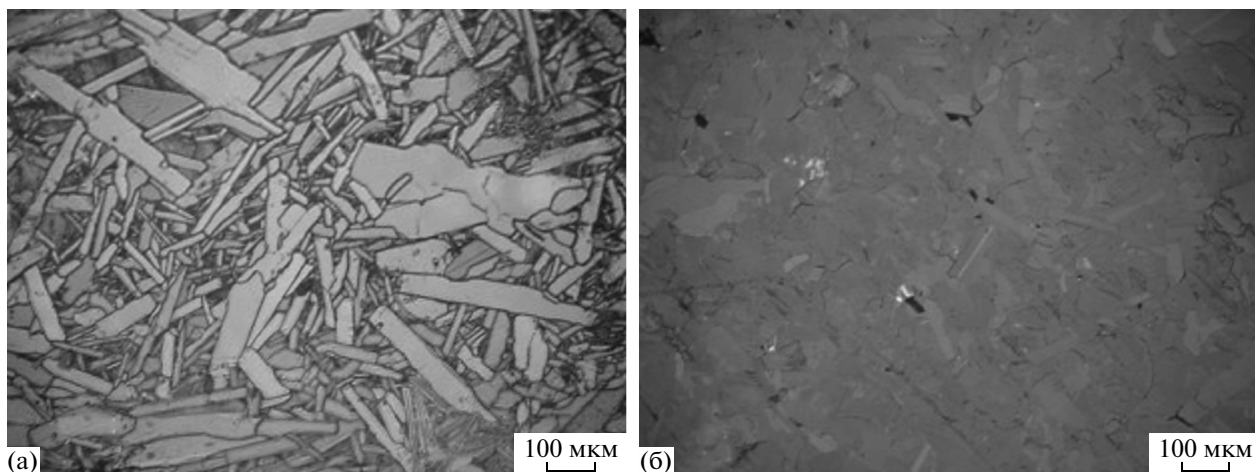
**Рис. 2.** Влияние температуры прессования о.п.с. активированного паратерфенила на изменение амплитудных спектров о.п.с. при возбуждении источником конверсионных электронов с энергией 624 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ): 1 – при температуре 70°C, 2 – 105°C, 3 – 120°C, 4 – 170°C.

нию. Снижение количества пор закономерно ведет к повышению плотности, светопропускания, механической прочности и изменению микроstructures о.п.с. При этом сама микроstructure о.п.с. также влияет на их светопропускание.

Микроstructure поверхности о.п.с. размерами  $\varnothing 15 \times 0.5$  мм, полученных прессованием пластинок при температуре 170°C и под давлением 200 МПа без вакуума и в вакууме, иллюстрирует

рис. 3, а рис. 4 – кривую оптического пропускания о.п.с., полученного вакуумным прессованием.

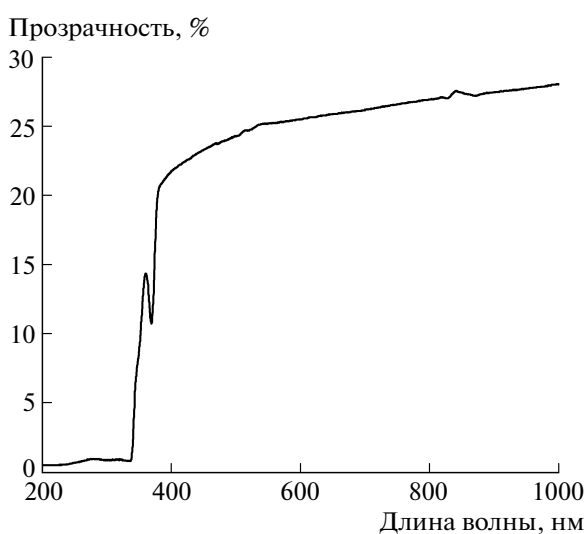
Видно, что вакуумное прессование пластинок обеспечивает улучшение микроstructure о.п.с. (рис. 3б) по сравнению с прессованием без вакуумирования (рис. 3а). Положительный эффект вакуумирования выражается в том, что границы зерен становятся менее заметными. Это обеспечивает повышение однородности микроstructure и прозрачности о.п.с.



**Рис. 3.** Микрофотография поверхности о.п.с. активированного паратерфенила: **а** – полученного методом горячего прессования без вакуума (на воздухе), **б** – в вакууме.

Результаты исследований влияния технологических параметров изготовления о.п.с. на их оптические и сцинтилляционные характеристики при возбуждении  $\alpha$ -частицами представлены в табл. 2 и 3.

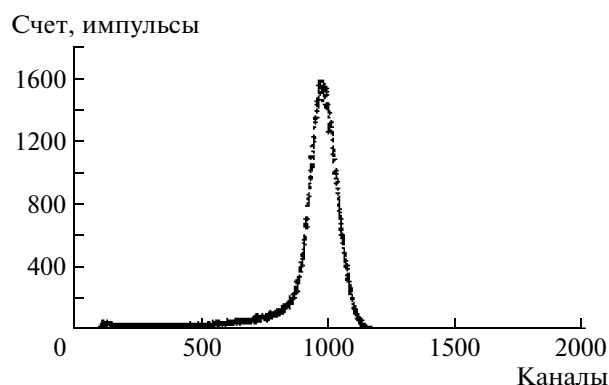
Приведенные в табл. 2 значения амплитудного разрешения о.п.с. коррелируют с их оптическими характеристиками. Лучшее значение амплитудного разрешения (11.5%) имеет образец о.п.с. активированного паратерфенила размерами  $\varnothing 15 \times \times 0.5$  мм, изготовленный вакуумным прессованием при температуре  $170^\circ\text{C}$  и под давлением 200 МПа. Амплитудный спектр импульсов этого о.п.с. при возбуждении  $\alpha$ -частицами иллюстрирует рис. 5.



**Рис. 4.** Оптическое пропускание о.п.с. активированного паратерфенила размерами  $\varnothing 15 \times 0.5$  мм, полученного вакуумным прессованием.

Из анализа данных табл. 3 видно, что способ х.м.п. о.п.с. с использованием нанодисперсного порошка оксида алюминия после м.п. повышает оптическую чистоту полированных поверхностей о.п.с., что отражается и на их сцинтилляционных характеристиках. Световой выход и амплитудное разрешение о.п.с. после х.м.п. улучшились более чем на 10%.

В то же время вакуумный способ прессования при оптимальных режимах о.п.с. активированного паратерфенила стабильно обеспечивает получение цельных о.п.с. без трещин, в том числе и толщиной 0.5 мм. В случае прессования без вакуума у двух образцов о.п.с. (№ 10 и № 12) из пяти наблюдалось образование трещин. Повышение механической прочности о.п.с. за счет вакуумного прессования обеспечивает возможность уменьшения их толщины до 0.35 мм.



**Рис. 5.** Амплитудный спектр о.п.с. активированного паратерфенила размерами  $\varnothing 15 \times 0.5$  мм, полученного при температуре прессования  $170^\circ\text{C}$ , давлении 200 МПа, времени вакуумирования исходного сырья 3.0 ч, при возбуждении источником  $\alpha$ -частиц с энергией 5.5 МэВ ( $^{241}\text{Am}$ ).

**Таблица 2.** Влияние технологических параметров изготовления о.п.с. на их оптические и сцинтилляционные характеристики при возбуждении источником  $\alpha$ -частиц с энергией 5.5 МэВ ( $^{241}\text{Am}$ )

№ образца	Сцинтиллятор	$C_{\text{ДРВ}}$ , мас. %	Режимы прессования			$h$ , мм	$T$ , %	$K$ , $\text{см}^{-1}$	$R$ , %
			$T$ , °C	$P$ , МПа	Вакуумирование				
1	о.м.с.	0.1	—	—	—	2.0	33.7	7.0	12.0
2	о.м.с.	0.1	—	—	—	1.5	64.5	2.9	10.5
3	о.п.с.	0.3	170	100	+	1.4	0.8	34.5	15.1
4	о.п.с.	0.3	170	200	+	0.5	22.0	4.9	11.5
5	о.п.с.	0.3	170	200	—	0.5	5.0	59.1	12.9
6	о.п.с.	0.3	170	100	—	0.75	1.0	62.8	16.9
7	о.п.с.	0.3	170	100	+	0.8	1.6	7.56	12.5

Примечание.  $T$  – пропускание при длине волны  $\lambda = 420$  нм;  $h$  – толщина сцинтиллятора;  $K$  – коэффициент поглощения.

**Таблица 3.** Влияние конструкторско-технологических параметров изготовления о.п.с. на их характеристики при возбуждении источником  $\alpha$ -частиц с энергией 5.5 МэВ ( $^{241}\text{Am}$ )

№ образца	$C_{\text{ДРВ}}$ , мас. %	Вакуумирование	$h$ , мм	Внешний вид	Обработка поверхности, входной к падающему излучению	$R$ , %
1	0.75	+	2.0	Без дефектов	После прессования м.п. х.м.п.	14.3 16.2 14.5
2	0.3	+	0.5	То же	После прессования	11.8
3	0.3	+	0.5	»	То же	11.5
4	0.3	+	0.5	»	»	11.9
5	0.3	+	0.5	»	»	11.7
6	0.3	+	0.5	»	»	11.8
7	0.3	—	0.5	»	»	12.9
8	0.3	—	0.5	»	»	12.5
9	0.3	—	0.5	Трещина	»	15.9
10	0.3	—	0.5	Без дефектов	»	12.7
11	0.3	—	0.5	Трещина	»	16.1
12	0.75	+	0.35	Без дефектов	м.п.	13.3
13	0.75	+	0.35	Без дефектов	х.м.п.	11.9

Примечание. Погрешность измерений не превышает методической погрешности измеряемых величин (~10%).

Результаты исследования влияния характеристик оптической системы детекторов (состояние поверхности входного окна сцинтиллятора и внешнего отражателя) на основе о.п.с. паратерфенила с различной концентрацией активатора размерами  $\varnothing 15 \times 2.0$  мм на их сцинтилляционные характеристики представлены в табл. 4 и на рис. 6 и 7.

Рис. 6 иллюстрирует амплитудные спектры о.п.с. паратерфенила с концентрацией активатора 0.75 мас. %, а рис. 7 – с концентрацией 0.3 мас. %.

Анализ приведенных данных показывает, что способ создания диффузно-отражающей поверхности с использованием пленочных полимерных абразивных материалов позволяет улучшить ам-

плитудное разрешение о.п.с. более чем на 13% по сравнению со способом обработки поверхности кристаллов шлифовальной шкуркой М10. Улучшение сцинтилляционных характеристик кристаллов обусловлено улучшением качества шлифованной поверхности за счет того, что пленочная полиуретановая основа не дает абразивным зернам осыпаться или вдавливаясь в поверхность обрабатываемого кристалла, а также меньшим нарушением кристаллической структуры поверхностного слоя.

Замена материала входного окна детектора Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, имеющего коэффициент отражения  $\rho$  от 81 до 91% при нормальном падении света [7, 9], на

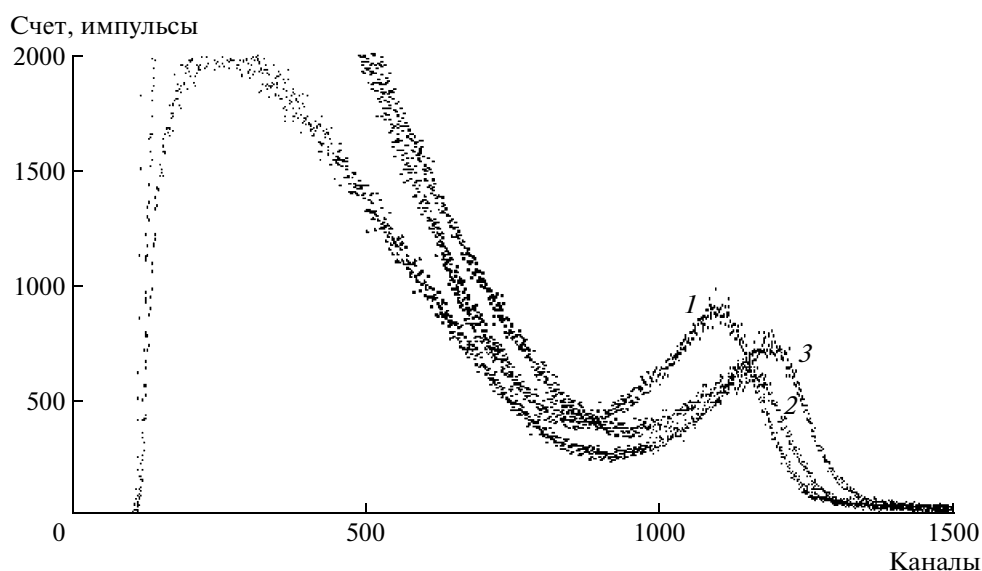
**Таблица 4.** Влияние материалов, используемых для создания входной отражающей поверхности диффузного типа о.п.с. размерами  $\varnothing 15 \times 2.0$  мм, и внешнего отражателя на их сцинтилляционные характеристики при возбуждении источником конверсионных электронов  $^{137}\text{Cs}$

№ образца	Сцинтиллятор	$C_{\text{ДРВ}}$ , мас. %	О.к.	Способ создания отражающей поверхности	Внешний отражатель, $\rho$ (%) при $\lambda = 420$ нм	$R$ , %
1	Эталон о.м.с.	0.1	+	Шлифовальная шкурка М10	Al-mylar, 85 [7, 9]	8.6
2	о.м.с	0.1	+	Абразивная полимерная пленка	VM-2000, 96 [11]	7.2
3	о.п.с	0.75	-	Шлифовальная шкурка М10	Отсутствует	16.5
			-	Абразивная полимерная пленка	Отсутствует	14.3
			-		Al-mylar	13.0
			-		Tetratex, 95 [10]	11.8
			-		VM-2000	11.4
			+		VM-2000	9.4
			-	Шлифовальная шкурка М10	Al-mylar	15.0
			-		Tetratex	13.6
			-		VM-2000	13.2
			+		VM-2000	10.4
			-	Абразивная полимерная пленка	Al-mylar	11.2
			-		Tetratex	10.1
4	о.п.с.	0.3	+		Tetratex	8.5
			-		VM-2000	9.8
			+		VM-2000	8.1
			-			

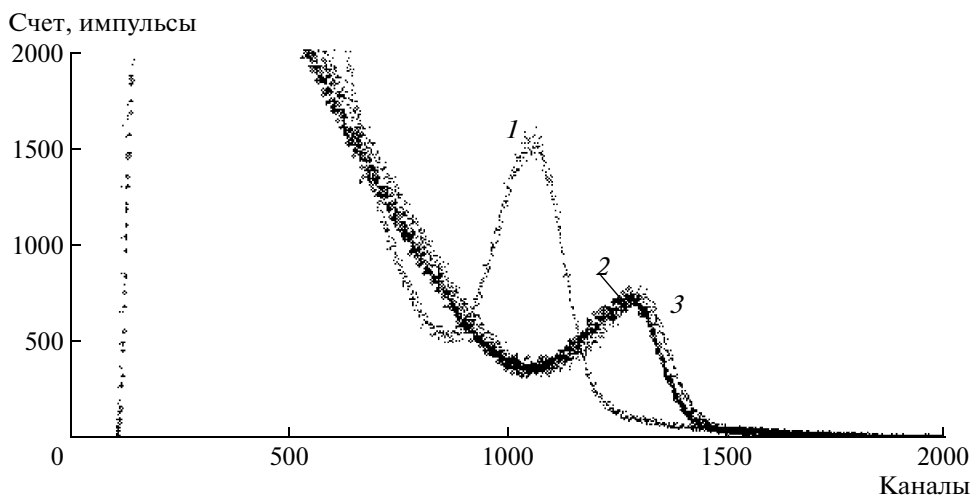
Примечание. О.к. – оптический контакт сцинтилляторов с выходными окнами детекторов. Погрешность измерений не превышает методической погрешности измеряемых величин (~10%).

более эффективные отражатели Tetratex ( $\rho = 95\%$ ) [10] и VM-2000 ( $\rho = 96\%$ ) [11] обеспечивает улучшение амплитудного разрешения на 9.2% и 12.3% соответственно.

Более эффективным внешним отражающим материалом для о.п.с. активированного паратерфенила является VM-2000. Кроме того, его достоинством является высокая механическая прочность,



**Рис. 6.** Амплитудные спектры о.п.с. активированного паратерфенила с концентрацией активатора 0.75 мас. % размерами  $\varnothing 15 \times 2.0$  мм при возбуждении источником конверсионных электронов с энергией 624 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ): 1 – зеркальный тип отражающей поверхности сцинтиллятора, внешний отражатель Tetratex; 2 – диффузный тип отражающей поверхности сцинтиллятора, внешний отражатель Tetratex; 3 – диффузный тип отражающей поверхности сцинтиллятора, внешний отражатель VM-2000.



**Рис. 7.** Амплитудные спектры о.п.с. активированного паратерфенила с концентрацией активатора 0.3 мас. % размерами  $\varnothing 15 \times 2.0$  мм при разных условиях светособирания при возбуждении источником конверсионных электронов с энергией 624 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ): 1 – диффузный тип отражающей поверхности сцинтиллятора, без внешнего отражателя; 2 – диффузный тип отражающей поверхности сцинтиллятора, внешний отражатель Tetratex; 3 – диффузный тип отражающей поверхности сцинтиллятора, внешний отражатель VM-2000.

что обеспечивает стабильность сцинтилляционных характеристик детекторов при воздействии повышенных механических и климатических нагрузок.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование способа вакуумного прессования исходного сырья в форме пластинок активированного паратерфенила обеспечивает улучшение микроструктуры тонких о.п.с., повышение прозрачности и механической прочности, улучшение амплитудного разрешения о.п.с. при возбуждении  $\alpha$ -частицами и конверсионными электронами на 10% и 8–12% соответственно по сравнению с прессованием без вакуумирования.

Способ химико-механического полирования о.п.с. с использованием нанодисперсных порошков оксида алюминия после механического полирования обеспечивает улучшение светового выхода и амплитудного разрешения о.п.с. при возбуждении  $\alpha$ -частицами более чем на 10%. При этом повышение механической прочности поликристаллов за счет вакуумного прессования обеспечивает возможность изготовления сцинтилляционных элементов толщиной до 0.35 мм.

Способ создания диффузно-отражающей поверхности о.п.с. с использованием пленочных полимерных абразивных материалов позволяет улучшить амплитудное разрешение о.п.с. при возбуждении конверсионными электронами более чем на 13% по сравнению со способом обработки поверхности кристаллов шлифовальной шкуркой M10.

Полученные результаты указывают на то, что выбранные условия изготовления детекторов на основе тонких о.п.с. активированного паратерфе-

нила обеспечивают улучшение их сцинтилляционных характеристик, что отвечает требованиям развития аппаратуры для ядерно-физических исследований с высокими чувствительностью и избирательностью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галунов Н.З., Семиноженко В.П. Теория и применение радиoluminesценции органических конденсированных сред. Киев: Наук. думка, 1997.
2. Будаковский С.В., Галунов Н.З., Гордиенко Л.С., Тарасенко О.А. // Сцинтилляционные материалы. Получение, свойства, применение. Харьков: Ин-т монокристаллов, 2007. С. 144.
3. Андриященко Л.А., Будаковский С.В., Гринев Б.В., Гордиенко Л.С. Пат. 55633 А Украины. С 30 В28/02 // Промислова власність. 2003. № 4. Ч. 1. С. 4.99.
4. Андриященко Л.А., Будаковский С.В., Гордиенко Л.С. и др. // ПТЭ. 2003. № 5. С. 15.
5. Глобус М.Е., Гринев Б.В. Неорганические сцинтилляторы. Новые и традиционные материалы. Харьков: Акта, 2000.
6. Андриященко Л.А., Виноград Э.Л., Гринев Б.В. и др. Пат. 25739 А Украины. G01T 1/203 // Промислова власність. 1998. № 6. Ч. 1. С. 3.1.287.
7. Андриященко Л.А., Будаковский С.В., Галунов Н.З. и др. // ПТЭ. 1999. № 6. С. 30.
8. Budakovskiy S.V., Galynov N.Z., Krainov I.P. // Molecular Crystals and Liquid. 1993. V. 236. P. 127.
9. Агафонова Н.Ю., Бояркин В.В., Мальгин А.С. // ПТЭ. 2010. № 1. С. 52.
10. Vuzukaev A., Cherepanov C., Danilyuk A. et al. // Nucl. Instrum. and Methods in Phys. Res. 1996. V. A379. P. 453.
11. Rothfuss H., Casey M., Conti M. et al. // IEEE Trans. Nucl. Sci. 2004. V. 51. № 3. P. 770.