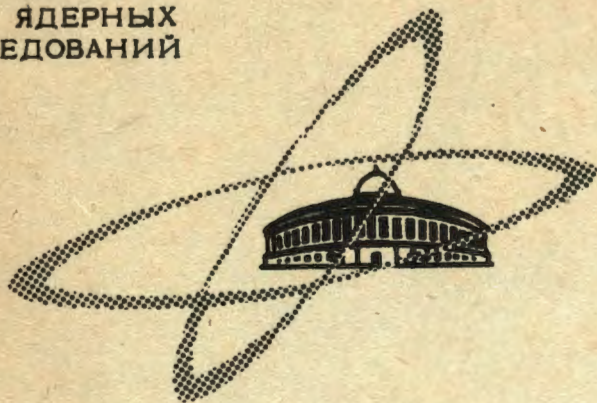


ДС-726

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 4037



Л.Я.Жильцова, Е.Н.Матвеева, М.Н.Медведев,
О.Г.Рубина, И.М.Столетова

К ВОПРОСУ О СТАРЕНИИ
ПЛАСТМАССОВЫХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ
НА ПОЛИСТИРОЛОВОЙ ОСНОВЕ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

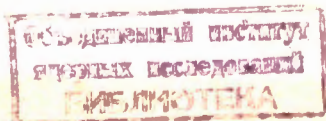
1968

13 - 4037

Л.Я.Жильцова, Е.Н.Матвеева, М.Н.Медведев,
О.Г.Рубина, И.М.Столетова

К ВОПРОСУ О СТАРЕНИИ
ПЛАСТМАССОВЫХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ
НА ПОЛИСТИРОЛОВОЙ ОСНОВЕ

Направлено в ПТЭ



ж
с/к
57

Пластмассовые сцинтилляторы (ПС) являются неотъемлемой частью сцинтилляционных счетчиков. Для практического использования ПС представляет большой интерес вопрос об изменении их сцинтилляционных характеристик со временем. Целью данной работы являлось установление причин, вызывающих такие изменения.

Исследовались световой выход и время высвечивания ПС на полистироловой основе с различными добавками в зависимости от длительности их хранения. Образцы ПС, представляющие собой полированные цилиндры ϕ 30 мм и $h = 10$ мм, были изготовлены в 1955-57 гг. Они хранились в светонепроницаемом деревянном ящике при комнатной температуре и извлекались только для периодических измерений. При визуальном осмотре сцинтилляторов не было обнаружено каких-либо оптических дефектов.

В качестве наполнителей использовались сцинтиллирующие вещества класса полифенилов, оксазолов, оксидиазолов и их двойные системы. Интенсивность измерялась на установке, в которой применялся ФЭУ-29^{1/1}. В качестве радиоактивного источника использовались γ -лучи ^{60}Co . Амплитуды импульсов от ПС приведены к амплитуде импульса от монокристалла стибьбена. Длительность световых вспышек в сцинтилляторах определялась по величине амплитуд импульсов на выходе ФЭУ в зависимости от длины формирующей линии. При этом предполагалось, что

Таблица I

№ пп	Состав спин- тилятора (% от веса стирола)	Амплитуда импуль- сов по отношению к стирбену			Уменьше- ние све- тового выхода за период хранения (%)	Время высве- чивания (сек)		Молекулярный вес полистиро- ла в ПС	
		1955	1964	1968		1964	1968	свеже- приго- товлен- ные	10 лет- ней давнос- ти
1.	0,5% α -терфе- нила в поли- стироле	27	25	22	18	3,4	3,4		
2.	2% α -терфе- нила в поли- стироле	45	38	25	44	3,0	3,1	350000	280000
3.	0,5% кватерфе- нила + 0,1% пе- рекиси бензоила (п.б.) в поли- стироле	61	54	50	18	3,7	3,6	230000	85000
4.	0,7% кватер- фенила + 0,1% п.б. в поли- стироле	63	60	40	36	3,8	3,8		
5.	0,5% α НРО в полистироле	57	56	54	5	3,3	3,4		
6.	1% α НРО в полистироле	63	58	54	14	3,4	3,3		
7.	2% α НРО в полистироле	63	60	44	30	3,2	3,2	345000	174000
8.	0,5% РРО в полистироле	36	36	32	11	2,7	2,6	308000	155000
9.	3% РРО в полистироле	40	32	28	30	2,7	2,7		
10.	0,1% ROROP в полистироле	47	46	42	10	3,4	3,4	200000	95000
11.	1% ROROP в полистироле	62	58	45	27	3,4	3,2		
12.	Полистирол							317000	280000

Таблица II

№№ п/п	Состав скин- тилятора (% от веса стирола)	Амплитуда импуль- сов по отношению к стирбену			Уменьше- ние све- тового выхода за период хранения (%)	Время высве- чивания (нсек)		Молекулярный вес полисти- рола в ПС	
		1955	1964	1968		1964	1968	свеже- приго- товлен- ные	10 лет. ней давнос- ти
1.	2% α -терфени- ла + 0,2% ква- терфенила + 0,1% перекиси бензой- ла в полистироле	66	62	54	18	4,5	4,3	320000	200000
2.	2% α -терфени- ла + 0,02% PPO в полистиро- ле	72	70	60	17	3,5	3,3	365000	140000
3.	2% α -терфени- ла + 0,1% α NPO в полистироле	70	64	60	14	3,2	3,2	217000	12000
4.	1,3% PPO + 0,1% α NPO в поли- стироле	70	65	60	14	3,2	3,0	280000	113000
5.	1,3% PPO + 0,1% PPOP в поли- стироле	70	65	59	14	3,2	3,3	270000	120000

высвечивание возбужденных электронных состояний происходит по экспоненциальному закону ^{/2/}. В этих измерениях использовался ФЭУ-36. Результаты измерений для однокомпонентных систем представлены в таблице I, для двухкомпонентных - в таблице II. Ошибка измерений +5%.

Из таблиц I и II видно, что как в однокомпонентных, так и в двухкомпонентных ПС величина амплитуды импульсов падает с течением времени. Степень падения амплитуд импульсов зависит от концентрации наполнителя. Длительность световых вспышек ПС за 4 года хранения образцов осталась практически без изменения.

Для установления причин уменьшения светового выхода ПС со временем были проведены измерения молекулярного веса полистирола в ПС, которые сравнивались с данными, полученными для чистого полистирола. Молекулярный вес определялся вискозиметрическим методом в толуоле при 20⁰С и рассчитывался по формуле: °

$$M^{\alpha} = \frac{[\eta]}{K},$$

где $K = 1,6 \cdot 10^{-4}$, $\alpha = 0,69$ ^{/3/}, $[\eta]$ - характеристическая вязкость, определяемая графически.

Результаты изменений молекулярного веса полистирола в ПС за 12 лет хранения приведены в последних графах таблиц I и II. Из этих данных видно, что молекулярный вес полистироловой основы в старых образцах ПС примерно в 2-3 раза меньше молекулярного веса основы в свежеприготовленных образцах, причем это изменение не зависит от класса добавок. Молекулярный вес чистого полистирола изменяется незначительно.

Таким образом, сцинтиллирующие вещества, вводимые в стирол при полимеризации, ускоряют процесс старения полистирола с течением времени. При этом на изменение молекулярного веса ПС влияет только факт наличия или отсутствия сцинтилляционной добавки, но не ее класс.

В то же время световой выход ПС и его уменьшение с течением времени зависят именно от класса добавки и от ее растворимости в стироле и полистироле. Так, сцинтиллирующие вещества класса полифенилов растворимы в стироле только при сильном нагревании и практически нерастворимы в полистироле. Уменьшение амплитуды импульсов у ПС с этими наполнителями при увеличении времени хранения связано с выпадением сцинтиллирующего вещества в виде мелких кристалликов /4,5/, ибо прогрев ПС при 180–200° приводит к восстановлению светового выхода. ПС, приготовленные с перекисью бензоила, меньше подвержены процессу старения, т.е. их сцинтилляционные характеристики медленнее меняются со временем.

Сцинтиллирующие вещества класса оксазолов и оксдиазолов хорошо растворимы как в стироле, так и в полистироле. Выпадения этих веществ в виде мелких кристалликов не наблюдалось, и прогрев образцов не приводил к восстановлению светового выхода. Однако изменение светового выхода ПС с этими наполнителями с течением времени существует. Это связано, по-видимому, с разрушением молекул сцинтиллирующих веществ. Это предположение подтверждается опытными данными работы /6/, в которой исследовалась устойчивость ПС под действием ультрафиолета. Оксазольные группы наиболее подвержены такому разрушению. Итак, принадлежность сцинтиллирующей добавки к тому или иному классу влияет на характер изменения ее состояния в ПС с течением времени, что сказывается на уменьшении светового выхода.

Деструкция же полимерной основы, ускоряющаяся при введении сцинтиллирующих веществ и приводящая к изменению молекулярного веса, в конечном итоге существенно не влияет на изменение сцинтилляционных характеристик образца. Таким образом, образцы следует хранить в темном ящике, избегая прямого попадания солнечных лучей. И хотя ПС с оптимальной концентрацией добавок в некоторых случаях мож-

но хранить в 15 лет (световой выход меняется на 20%), работоспособность ПС определяется периодом 8-10 лет.

Л и т е р а т у р а

1. М.Н.Медведев, Е.Н.Матвеева, Л.Я.Жильцова. ПТЭ, №1,55 (1957).
2. Л.Я.Жильцова, Е.Н.Матвеева, М.Н.Медведев. ПТЭ, №1,79 (1967).
3. Е.Е.Барони, В.М.Шония. Сцинтилляторы и сцинтилляционные материалы М., 1960, стр.212.
4. И.Э.Пани, Е.Е.Барони, В.М.Шония. ЖФХ (1957) т. XXXI вып.3,732.
5. Е.Н.Матвеева, М.Н.Медведев, О.Г.Рубина, М.Д.Шафранов, ПТЭ 4, 227 (1965).
6. В.Г.Скирко. Дипломная работа, Дубна (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел
13 августа 1968 года.