

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ПЛАСТМАССОВЫХ СПИНТИЛЛЯТОРОВ

А. В. Кильшино, А. А. Малютин, П. П. Пашинин, В. К. Чевокин,
М. Я. Шелев

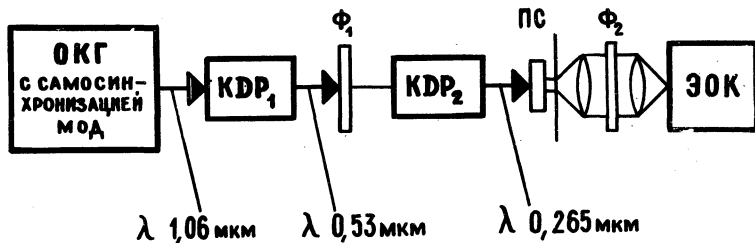
УДК 535.37.3

С помощью электронно-оптической камеры проведены измерения времени флуоресценции пластмассовых спинтилляторов.

Пластмассовые спинтилляторы (ПС) широко используются в спинтилляционных детекторах для регистрации ионизирующего излучения. Однако, все такие детекторы обладают временным разрешением, недостаточным для изучения кинетики процессов в наносекундном и субнаносекундном временном диапазоне т.е. таких, например, как горячая лазерная плазма, плазменный фокус и другие /1,2/. Даже использование в спинтилляционных детекторах электронно-оптических преобразователей вместо традиционных фотоумножителей /3/ не дает существенного выигрыша, поскольку времена флуоресценции ПС, даже для самых "быстрых" спинтилляторов на основе PPOP, составляет $\tau \approx 2$ нс. В свою очередь разработка "быстрых" ПС затруднена тем, что имеющиеся методы измерения τ не дают точности лучше 0,5 нс /4/.

В настоящей работе сообщается об измерении с помощью электронно-оптической камеры (ЭОК) времен флуоресценции новых "быстрых" ПС, возбуждаемых четвертой гармоникой излучения неодимового лазера с самосинхронизацией мод. "Быстрые" ПС были разработаны путем применения добавок, содержащих в молекуле тушащие группы. В качестве таких внутренних "тушителей" применены атомы галогенов, которые вводились в состав молекул целенаправленным синтезом. Во всех спинтилляторах в качестве основы использовался полистирол. Спектр флуоресценции разработанных ПС имеет максимум при $\lambda \sim 3800 \text{ \AA}$ с шириной на полувысоте $\Delta\lambda \sim 500 \text{ \AA}$.

Ранее /5,6/ сообщалось о создании субнаносекундных ПС и измерения их времен флуоресценции τ . Однако измерения выполненные в работе /6/ при возбуждении ПС третьей гармоникой неодимового лазера ($\lambda = 3530 \text{ \AA}$), не являются корректными, так как при этом возбуждалась не основа, а люминесцирующие добавки. Это, как



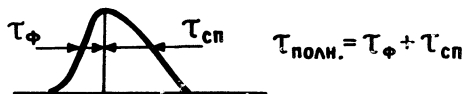
Р и с. 1. Схема эксперимента

признает и сами авторы /6/, приводило к заниженным величинам τ . В то же время хорошо известно, что возбуждающее ионизирующее излучение поглощается главным образом в основной компоненте ПС, так как концентрация добавок не превышает нескольких процентов. В настоящей работе ПС облучались импульсами излучения с $\lambda = 2650 \text{ \AA}$, что, согласно /9/, является оправданным, так как при этом возбуждается основная компонента. Схема эксперимента приведена на рис. 1.

Формирование коротких импульсов возбуждающего излучения с длительностью менее 10 пс и энергией отдельного пикса в несколько микроджоулей осуществлялось при двукратном последовательном умножении частоты излучения неодимового лазера с самосинхронизацией мод в кристаллах KDP /7/. Выделение излучения второй и четвертой гармоник и излучения ПС осуществлялось фильтрами. ПС устанавливались непосредственно на цель ЭОК. Временная калибровка и калибровка по интенсивности (фотографирование марок почернения) осуществлялись с помощью регистрации третьей гармоники излучения неодимового лазера с соответствующей заменой фильтров и кристалла KDP. При работе в режиме целевой развертки временное разрешение ЭОК составляло 50 пс. Результаты измерений приведены в таблице

Таблица I

Сцинтиллятор	$\tau_{\text{полн}}^*$ нс	τ_{Φ}^* нс	$\tau_{\text{сп}}^*$ нс	I,	$\tau_{\text{полн}}^*/I$
I009	0,26	0,08	0,18	0,024	10,8
II93	0,58	0,18	0,40	0,078	7,45
I207'	0,50	0,20	0,30	0,063	7,95
I210''	0,51	0,19	0,32	0,066	8,1
I092	0,70	0,20	0,50	0,073	9,6
I095	0,45	0,15	0,30	0,085	5,3
II71	0,35	0,13	0,22	0,044	7,95
I209	0,55	0,20	0,35	0,072	7,65
I210'	0,58	0,18	0,40	0,066	8,8
II75	0,50	0,16	0,34	0,060	8,35
II93''	0,40	0,12	0,28	0,078	5,13
I209'''	0,60	0,20	0,40	0,072	8,33
II70	0,66	0,23	0,43	0,086	7,67
POPOP	2,6	0,7	1,9	0,32	8,1
II69'	0,45	0,15	0,30	0,026	17,3



I *) Здесь же приведены измеренные по стандартной методике /8/ величины квантовой эффективности I исследованных ПС. Известно, что в ПС длительность сцинтилляционного импульса определяется в основном длительностью жизни возбужденного состояния люминесцирующих добавок. Улучшение временных параметров ПС с сохранением

*) Сцинтилляторы в таблице приведены под условными номерами.

разумной квантовой эффективности встречает принципиальные затруднения, так как естественная длительность жизни возбужденного состояния органических молекул, применяемых в качестве добавок, по-видимому, близка к своему теоретическому пределу. При введении в ИС различных "тушителей" следует поэтому ожидать и пропорционального сокращения квантового выхода люминесцирующих добавок, и, соответственно, уменьшения светового выхода ИС. Законность такого утверждения демонстрирует последняя колонка в таблице, в которой приведено отношение полной величины τ измеренных ИС к их квантовой эффективности. Видно, что это отношение за редким исключением с хорошей степенью точности постоянно. Это верно как для самого "быстрого" ИС с временем флуоресценции $\tau \approx 0,26$ нс, так и для самого медленного измеренного ИС на основе POFOP с $\tau \approx 2,6$ нс.

В заключение авторы выражают самую глубокую благодарность М. А. Мазинг за обработку результатов.

Поступила в редакцию
25 апреля 1977 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. А. Бойко, О. Н. Крохин, Г. В. Склизков, Лазеры и их применение. Труды ФИАН, 76, 186 (1974).
2. В. А. Грибков, О. Н. Крохин, Г. В. Склизков, Н. В. Филиппов, Т. И. Филиппова. Мощные лазеры и лазерная плазма. Труды ФИАН, 85, 193 (1976).
3. Г. И. Брихневич, Ю. С. Касьянов, В. К. Чевочкин, М. Я. Шелев, ПТЭ, № 6, 228 (1975).
4. Дж. Биркс, И. Монро, УФН, 105, вып. 2, 251 (1971).
5. P. V. Lyons, C. R. Hurlbut, L. P. Hocker, Nucl. Instr. and Methods, 133, 175 (1976).
6. A. J. Campillo, R. G. Huez, S. L. Shapiro, Nucl. Instr. and Methods, 120, 533 (1970).
7. С. А. Ахманов, Р. Ю. Орлов, И. Б. Скидан, Л. С. Телегин, Письма в ЖЭТФ, 16, вып. 8, 471 (1972).
8. ГОСТ 17038-71.
9. И. М. Розман, С. Ф. Келли, УФН, 69, вып. 3, 459 (1959).