

В.Л. АВРАМЕНКО, канд. техн. наук, **П.В. ЛЄБЄДЄВ**, НТУ “ХПІ”
В.Д. ТИЦЬКА, канд. хім. наук, ІСМА НАН України, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛІСТИРОЛЬНИХ СЦИНТИЛЯТОРІВ ВІД ВМІСТУ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ДОДАНОК

У роботі досліджені зміни основних сцинтиляційних характеристик полістирольних сцинтиляторів, отриманих фотохімічною полімеризацією, - сцинтиляційної ефективності й світлового виходу - залежно від змісту в композиції первинних і вторинної люмінесцентних добавок й обраний оптимальний зміст цих добавок.

The changes of basic scintillate features – scintillative efficiency and light output – of polystyrene scintillators, produced by photochemical polymerization, depending on maintenance in composition of primary and secondary luminescent additions are explored, and optimum maintenance of these additions is chosen.

Розробка полімерних сцинтиляційних матеріалів і детекторів на їх основі зараз є найбільш перспективним напрямком розвитку в області реєстрації іонізуючого випромінювання і заряджених часток. Ці детектори мають ряд значних переваг – найвищу радіаційну стійкість серед усіх видів сцинтиляційних матеріалів (половинне зниження оптичної прозорості при поглинанні дози 5 – 10 МРад), найвищу швидкість висвічування (порядка одиниць наносекунд і менш), високі фізико-механічні показники, можливість виготовлення детекторів дуже великих розмірів та ін [1].

Найважливішими характеристиками усіх сцинтиляційних матеріалів взагалі і полімерних сцинтиляційних матеріалів зокрема є сцинтиляційна ефективність та світловий вихід. Ці характеристики вказують яка частка енергії випромінювання, що було поглинене детектором, трансформувалася у світлову та вийшла зі сцинтилятора у вигляді сцинтиляційного спалаху. Оцінюють ці показники відносно еталонного матеріалу – монокристала антрацену.

Сцинтиляційна ефективність характеризує готовий сцинтиляційний детектор і враховує прозорість сцинтилятора у світлі власної люмінесценції, втрати світла на межі розділу детектор-фотоелектронний помножувач та на внутрішнє відбиття і залежить від якості обробки поверхні детектору. Світло-

вий вихід характеризує лише власне сцинтиляційний матеріал [2].

Максимум власної люмінесценції полістиролу складає 305 нм, тому для реєстрації сцинтиляційних спалахів на більших довжинах хвиль у матеріал вводять люмінесцентні доданки. Первинна доданка має смугу поглинання в області люмінесценції полістиролу. Вторинна (зсувач спектру) – в області люмінесценції первинної. Використання системи з двох доданок дозволяє зсунути максимум люмінесценції сцинтиляційної композиції на ділянку 410 – 420 нм.

Люмінесцентні доданки (переважно оксазольні сполуки) не вступають в реакцію з мономером при полімеризації. Через це вплив цих доданок на процес полімеризації дуже незначний, вони впливають лише на оптичні та сцинтиляційні властивості полімерної композиції.

В даній роботі нами були досліджені композиції з вмістом первинної доданки – 2,5-дифенілоксазолу-1,3 (РРО) – 0,5 ÷ 4 мас. % і вторинної люмінесцентної доданки – 1,4-біс[2-(5-фенілоксазоліл)]-бензолу (РОРОР) – 0,01 ÷ 0,05 мас. %. Склади композицій наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вміст люмінесцентних доданок

Номер композиції	1	2	3	4	5	6	7	8
Вміст РРО, мас. %	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	0,5	1,0	2,0
Вміст РОРОР, мас. %	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Номер композиції	9	10	11	12	13	14	15	-
Вміст РРО, мас. %	3,0	4,0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	-
Вміст РОРОР, мас. %	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-

Для цих композицій був виміряний світловий вихід, а також сцинтиляційна ефективність детекторів, виготовлених із відповідних композицій. Ці показники вимірювалися за наступною методикою: були виготовлені зразки сцинтиляторів у вигляді циліндрів з вистою 10 мм і діаметром 10 мм, зразки поміщалися на фотоелектронний помножувач і піддавалися впливу джерела гамма-випромінювання (як джерело використовувався стандартизований іт-рій-стронцієвий елемент).

Сцинтиляційні характеристики наведені в табл. 2.

Виходячи з отриманих експериментальних даних можна побудувати залежності сцинтиляційних характеристик від вмісту кожної люмінесцентної

доданки. Через те, що метою даної роботи було дослідження властивостей сцинтиляційної композиції, а не готових детекторів, розглянемо значення світлового виходу. Графіки залежностей світлового виходу сцинтиляційної композиції від вмісту PPO та POPOP наведені на рис. 1 та 2.

Таблиця 2

Характеристики отриманих сцинтиляторів

Номер композиції	1	2	3	4	5	6	7	8
Світловий вихід, %	30	35	38	37	36	25	33	37
Сцинтиляційна ефективність, %	28	33	33	34	32	24	30	34
Номер композиції	9	10	11	12	13	14	15	-
Світловий вихід, %	32	31	29	36	38	37	35	-
Сцинтиляційна ефективність, %	30	28	25	32	35	34	33	-

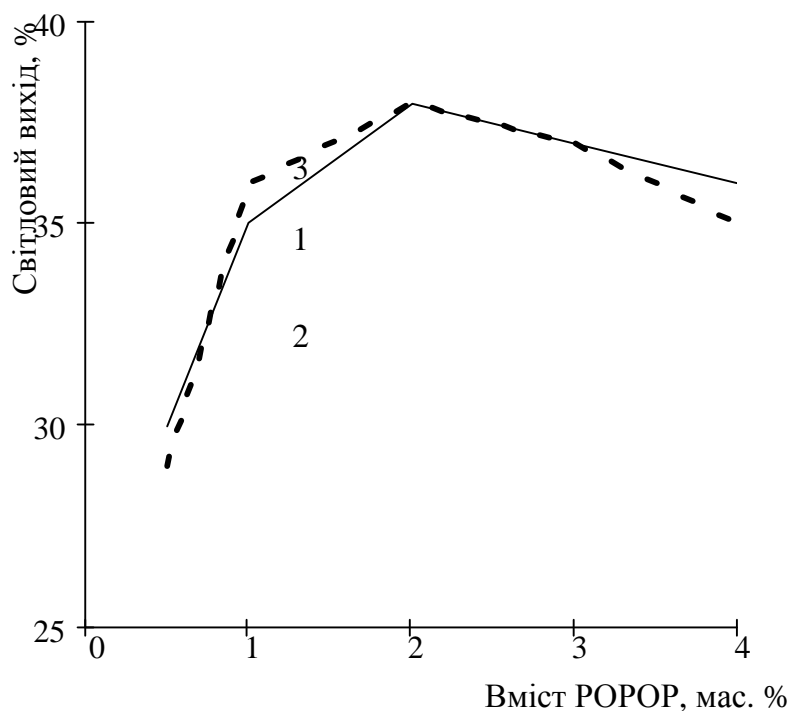


Рис. 1. Залежність світлового виходу від вмісту PPO:

1 – 0,01 мас. % POPOP, 2 – 0,02 мас. % POPOP, 3 – 0,05 мас. % POPOP.

На основі цих даних була побудована залежність світлового виходу композиції від вмісту обох доданок (рис. 3).

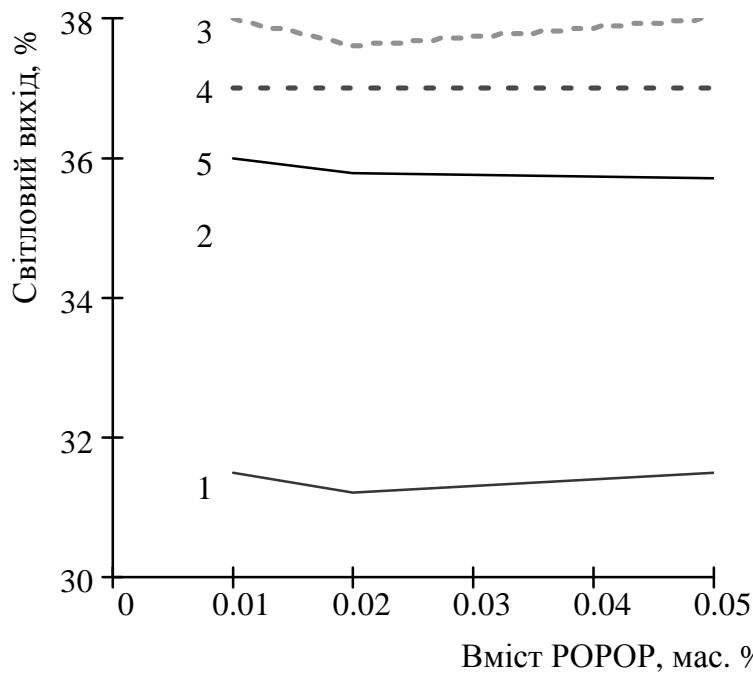


Рис. 2. Залежність світлового виходу від вмісту РОРОР:
 1 – 0,5 мас. % PPO, 2 – 1,0 мас. % PPO, 3 – 2,0 мас. % PPO,
 4 – 3,0 мас. % PPO, 5 – 4 мас. % PPO.

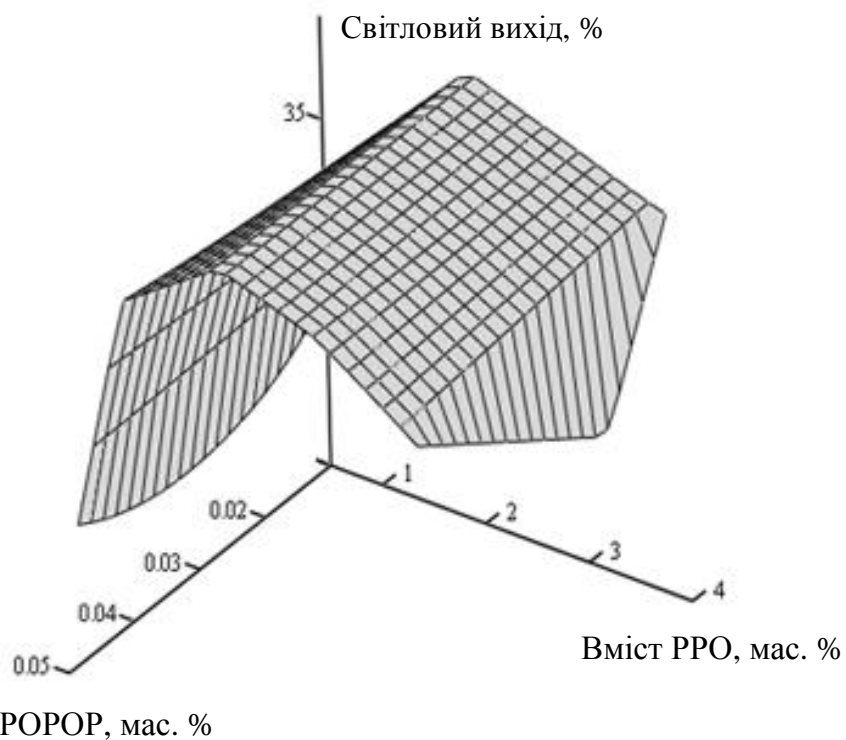


Рис. 3. Залежність світлового виходу від складу композиції

Із наведених графіків видно, що світловий вихід підвищується зі збільшення вмісту первинної люмінесцентної доданки до 2 мас. %. Подальше збі-

льшення вмісту 2,5-дифенілоксазолу-1,3 призводить до зниження сцинтиляційної ефективності і світлового виходу матеріалу. Це можна пояснити явищем внутрішнього концентраційного гасіння люмінесценції, коли при перевищенні певної концентрації люмінесцентної доданки відбувається різке зниження сцинтиляційних характеристик [3]. При цьому збільшення вмісту вторинної доданки не дає істотного впливу на сцинтиляційну ефективність і світловий вихід. Значення цього показника при вмісті 1,4-біс[2-(5-фенілоксазоліл)]-бензолу 0,01 мас. % і 0,05 мас. % практично однакові.

Висновки: Дослідження, проведені в даній роботі, показали, що збільшення концентрації первинної люмінесцентної доданки (РРО) більше 2 мас. % погіршує сцинтиляційні характеристики матеріалу, а підвищення концентрації вторинної (РОРОР) з 0,01 до 0,05 мас. % істотно на них не впливає. Отже, оптимальний вміст люмінесцентних доданок складає – 1,5 ÷ 2,5 мас. % первинної і 0,010 ÷ 0,015 % вторинної.

При цьому складі сцинтиляційної композиції сцинтиляційна ефективність виявляється найвищою і складає 37 – 38 % від еталонного зразка.

Список літератури: 1. Гундер О.А., Корунова А.Ф. // Сцинтилляторы и органические люминофоры. Харьков: ВНИИ монокристаллов, 1974. – Вып. 3. – С. 73 – 82. 2. Гундер О.А. Полимерные системы и их сцинтилляционные свойства. – М.: НИИТЭХИМ, 1975. – 60 с. 3. Гринев Б.В., Сенчишин В.Г. Пластмассовые сцинтилляторы. – Харьков: Акта, 2003. – 324 с.

Поступила в редколлегию 13.04.08 р.