

ВИКОРИСТАННЯ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІ ІЗ НАДВИСОКОЮ РАДІАЦІЙНОЮ СТІЙКІСТЮ

ст. гр. МНТМН-18-1 Дубіцький А. Є.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Стрількова Т. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. Мікроелектроніки,
електронних приладів та пристроїв, тел. (057) 702 13 62)

e-mail: artur.dubitskyi@nure.ua

The detection of ionizing radiation by the scintillation process remains one of the most useful methods available for the detection of a wide assortment of radiations. Hence, nowadays, scintillation materials with radiation resistance are highly demanded.

Найчастіше сцинтилятори використовуються із подальшим під'єднанням до ФЕП, для перетворення світлового імпульсу у електронний. ФЕП працюють із високими напругами, через що у систему вноситься багато шумів. Матеріали на основі кристалів NaI:Tl, CsI:Tl, CsI:Na, $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, $\text{YAlO}_3\text{:Ce}$ та інші, непридатні для таких досліджень, оскільки за своєю природою мають неприйнятний рівень власної радіоактивності[1].

Саме тому сцинтиляційні кристали, що використовуються у ядерній фізиці та у фізиці високих енергій, повинні мати гарну радіаційну стійкість – здатність сцинтиляційного матеріалу зберігати свої властивості при дії сильного іонізуючого випромінювання, більше 10^4 грей, або 10^6 рад.

Є ряд заходів покращення радіаційної стійкості сцинтиляторів. Кристали можуть бути заздалегідь опромінені короткочасним випромінюванням високої інтенсивності, що створить додаткові центри рекомбінації, для компенсації часу виходу. Деякі кристали самовідновні, проте самовідновлення займає багато часу, тому, для прискорення цього процесу, кристали нагрівають до 200-300 °С. Або опромінюють матеріал ультрафіолетовим світлом, що є більш прийнятним.

Найкращими матеріалами для поставлених вимог є ортосилікати, активовані церієм: ортосилікат гадолінію, ортосилікат лютецію, та ортосилікат ітрію, GSO ($\text{Gd}_2\text{SiO}_5(\text{Ce})$), LSO ($\text{Lu}_2\text{SiO}_5(\text{Ce})$) та YSO ($\text{Y}_2\text{SiO}_5(\text{Ce})$) відповідно. Всі матеріали мають приблизно однакові характеристики, які можна порівняти у наведеній таблиці 1.1. Всі вони є тугоплавкими. Можна відмітити гарну швидкодію даних матеріалів, час затухання дозволяє використовувати їх у високочастотній апаратурі.

Проте вони не ідеальні. За високу щільність, малий час затухання, найкращу радіаційну стійкість, вони платять малим світловим виходом, від 9000 до 12500 фотонів/MeV, тільки ортосилікат лютецію має більш-менш прийнятний світловий вихід – 27000 фотонів/MeV, у той час як найпоширеніший у індустрії йодистий натрій NaI(Tl) має світловий вихід

до 40000 фотонів/МеВ. Він звісно не має такої радіаційної стійкості, але за сукупністю параметрів та дешевизною він у змозі конкурувати навіть із даними сцинтиляторами.

Отже, сучасні монокристалічні сцинтилятори із високою радіаційною стійкістю виконують свою роль, але також ведеться пошук нових, більш досконалих матеріалів, або способи покращення існуючих. В роботах [1,2] описані дослідження із кількістю активатора, задля поліпшення існуючих структур.

Таблиця 1.1 – Характеристики GSO, YSO, LSO [1,2]

Характеристики	YSO (Y ₂ SiO ₅ (Ce))	GSO (Gd ₂ SiO ₅ (Ce))	LSO (Lu ₂ SiO ₅ (Ce))
Світловий вихід, фотони/МеВ	9200-10000	12500	27000
Довжина хвالی	420	430	420
Показник заломлення	1.79	1.85	1.82
Час затухання, нс	42	56	40
Ефективний атомний номер	33	59	66
Щільність, г/см ³	4.45	6.7	7.4
Температура плав., К	2200	2173	2423

Розробка та використання сцинтиляційних матеріалів в електронних пристроях забезпечить економію енергії, адже світлодіоди на сапфіровій підкладці споживають на 30% менше енергії. Розширення списку сцинтиляторів дозволить розширити спектри поглинання реєстраторів.

Список бібліографічних посилань

1. Цибульський В. С. фото- і термостимульовані процеси в сцинтиляційних матеріалах на основі сапфіру, вольфраматів і молібдатів : дис. канд. фіз.-мат. наук : 01.04.10 – фізика / Цибульський Володимир Степанович – Львів, 2016. – 136 с.

2. Креч А. В. Радіаційно-стійкі композиційні сцинтиляційні матеріали: дис. канд. техн. наук / Креч Антон Владиславович – Харків, 2017. – 167 с.

3. Глобус М. Е. Неорганические Сцинтиляторы. Новые и традиционные материалы / М. Е. Глобус, Б. В. Гринев. – Харьков: Акта, 2000. – 408 с.

4. Knoll G. F. Radiation Detection and Measurement Third Edition / Glenn Frederick Knoll. – 796 с. 5. Шендрік Р. Ю. Введение в физику сцинтилляторов – 1 / Р. Ю. Шендрік. – Иркутск, 2013. – 110 с.