

Винахід відноситься до технології виготовлення детектуючих пристроїв для реєстрації іонізуючих випромінювань, у тому числі детекторів великої площі та малої товщини, які використовуються у медичних діагностичних гамма-камерах.

Сцинтиляційні детектори, що призначені для діагностичних медичних гамма-камер, відрізняються від звичайних спектрометричних тим, що, крім енергетичного розділення, характеризуються ще й просторовим, яке залежить від характеру розподілу активатора, а також від якості оброблених поверхонь сцинтилятора.

Актуальною проблемою виготовлення зазначених детекторів є вибір такого способу обробки торцевих поверхонь сцинтилятора, що забезпечує не тільки високу однорідність світлового виходу по площині і, як наслідок, хороше енергетичне розділення, але і стабільність зазначених сцинтиляційних характеристик у процесі експлуатації детекторів.

Відомий спосіб обробки поверхні лужно-галоїдних кристалів [ЕПВ №01451659. Кл. G01T1/20 1985], що включає шліфування їх торцевих поверхонь абразивним матеріалом з високою відбивною здатністю, наприклад, оксидом алюмінію, розмір часток якого знаходиться в межах 40...100мкм, (номерів абразивного матеріалу 150...400), видалення надлишку абразивного матеріалу за допомогою очищення щіткою або обдуванням.

Недоліком відомого способу є те, що шліфування поверхонь кристалічних заготовок великої площі, що мають, як правило, багато блоків з різною кристалографічною орієнтацією, виявляє блокову структуру і приводить до утворення неоднорідного спотвореного шару, що створює неоднорідність світлозбирання й обумовлює погіршення енергетичного розділу детектора. Крім того, відомий спосіб обробки не забезпечує високої надійності оптичного зчленування обробленої поверхні сцинтилятора з вихідним вікном детектора, а отже й стабільність сцинтиляційних характеристик, тому що на шліфованій поверхні залишаються частки зруйнованого сцинтилятора, що знижує адгезійну міцність з'єднання.

Найбільш близьким по технічній сутності й обраним у якості прототипу є спосіб обробки поверхні лужно-галоїдних кристалів [Пат. РФ №2017170 5 д. 01T1/202], що включає шліфування торцевих поверхонь складом, що містить абразивний матеріал - карбід кремнію або електрокорунд з розміром зерна 63мкм та змочувальну рідину - етиловий ефір ортокремневої кислоти (тетраетоксисилан - ТЕОС), промивання відшліфованих поверхонь ТЕОС, обробку промитих поверхонь сухим абразивним матеріалом, що має високий коефіцієнт відбиття, наприклад, оксидом алюмінію, шляхом його втирання в поверхню, видалення надлишку абразивного матеріалу за допомогою очищення щіткою або обдуванням.

Застосування абразиву у складі з ТЕОС дозволяє створити більш сприятливі умови роботи абразиву, за рахунок розклинюючої дії змочувальної рідини, проте у зазначеному способі не забезпечується висока якість шліфованих поверхонь сцинтиляторів діаметром не менш за 500мм через високу випаровуваність і недостатню мастильну дію ТЕОС, що призводить до утворення налипань та задирів, що погіршують однорідність структури поверхневого шару і його сцинтиляційних властивостей. Крім того, вадою зазначеного способу обробки є те, що застосування ТЕОС як змочувальної рідини при шліфуванні впливає на організм працюючих у спеціальній «сухий» кімнаті.

В основу запропонованого винаходу покладено задачу розробити спосіб обробки поверхонь лужногалоїдних кристалів, великої площі і малої товщини, який забезпечує покращення сцинтиляційних характеристик детектора та їх стійкість у процесі експлуатації.

Вирішення цієї задачі забезпечується тим, що в способі обробки поверхні лужно-галоїдних кристалів, що включає шліфування їх торцевих поверхонь складом, що містить абразивний матеріал і змочувальну рідину, видалення відходів шліфування шляхом промивання тетраетоксисиланом, обробку промитої поверхні з боку вхідного вікна сухим абразивним матеріалом з високою відбивною здатністю, відповідно до винаходу, як змочувальну рідину, використовують суміш олігодиметилсилосану ПМС-5 і олігодиметилсилосану ПЕС-3, при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

ПЕС-3	5-20
ПМС-5	інше.

Використання для шліфування лужно-галоїдних кристалів як змочувальну рідину суміші олігоорганосилосанових рідин ПМС-5 і ПЕС-3, що є поверхнево-активними речовинами і мають мастильну дію, усуває утворення налипань і задирів, що забезпечує покращення якості відшліфованих поверхонь сцинтилятора та поліпшення його сцинтиляційних характеристик. Використання у складі змочувальної рідини олігодиметилсилосану ПЕС-3, здатного лише частково розчиняти йодид натрію (втрата маси кристала NaI:TI розмірами  $1 \times 1 \times 6 \text{ см}^3$ , зануреного на 10хв у ПЕС складає 0,23%), дозволяє знизити пружні напруження вже на стадії шліфування. Крім того, наявність етильних груп у ПЕС, забезпечує більш високу розчинність змочувальної рідини в тетраетоксисилані, що забезпечує їх більш повне видалення з обробленої поверхні на стадії очищення відшліфованих поверхонь. Це призводить до підвищення оптичної чистоти поверхні, підвищення надійності оптичного зчленування сцинтилятора з вихідним вікном детектора та покращення сцинтиляційних характеристик детектора. Зазначений зміст ПЕС-3 у змочувальній рідині є оптимальним і обрано у процесі проведення експериментів. Зменшення кількості ПЕС-3 у складі змочувальної рідини, менш за 5% призводить до збільшення пружних напружень на стадії шліфування, що призводить до погіршення якості оброблених поверхонь. Крім того, зменшення кількості ПЕС-3 у складі змочувальної рідини призводить до ускладнення видалення залишку адсорбованої змочувальної рідини з поверхні при промиванні. Збільшення кількості ПЕС-3 у складі змочувальної рідини, більш за 20% призводить до збільшення її в'язкості та поверхневого натягу, що призводить до погіршення якості обробленої поверхні і знижує продуктивність технологічного процесу шліфування.

Олігодиметилсилосанові рідини ПМС-5 і ПЕС-3 є хімічно інертними, вибухобезпечними, нетоксичними, не спричиняють дратівної дії на шкіру й слизові оболонки, що дозволяє покращити екологічні аспекти технології обробки поверхні лужно-галоїдних кристалів у "сухий" кімнаті з відносною вологістю повітря до 1%.

У таблиці наведено сцинтиляційні характеристики детекторів на основі лужногалоїдних кристалів у залежності від головних параметрів запропонованого способу обробки їх торцевих поверхонь.

Запропонований спосіб обробки поверхні лужно-галоїдних кристалів реалізується наступним чином:

Приклад 1. Запропонований спосіб був перевірений для детекторів на основі монокристалів NaI:TI,

розмірами  $\varnothing 63 \times 10$  мм. Відповідно до запропонованого способу, торцеві поверхні сцинтиляторів шліфують складом, що містить, як абразивний матеріал - порошок F 230 з розміром зерна 63 мкм, а як змочувальну рідину склад, що містить 90 мас.% ПМС-5 і 10 мас.% ПЕС-3. Відшліфовані поверхні промивають ТЕОС. Поверхня сцинтилятора з боку вихідного вікна, після промивання оптично зчленовують з вихідним вікном кремнійорганічним гелем СУРЕЛ СЛ-1. Поверхню сцинтилятора з боку вхідного вікна обробляють оксидом алюмінію з розміром зерна 63 мкм до утворення однорідної матової поверхні й упаковують у корпус детектора (приклади 3-5).

Приклади реалізації способу за іншими технічними рішеннями наведено у таблиці (приклади 2, 6, 7). У таблиці також наведено результати вимірів сцинтиляційних характеристик детектора, виготовленого у відповідності з прототипом (приклад 1). Попередньо вимірюють сцинтиляційні характеристики, після чого детектори піддають кліматичним іспитам: впливові температури  $+150^{\circ}\text{C}$  протягом 3-х годин і впливові температури  $-40^{\circ}\text{C}$  протягом 3-х годин. Потім вдруге вимірюють сцинтиляційні характеристики. Як видно з таблиці, запропонований спосіб обробки поверхонь кристалу NaI:Tl у порівнянні з прототипом (приклад 1), забезпечує покращення енергетичного розділення детекторів більш ніж на 13%.

З таблиці видно, що тільки при параметрах процесу обробки, що заявляються, досягається покращення сцинтиляційних характеристик детекторів і підвищення їх стійкості. Вихід за границі діапазонів значень, що заявляються, кількості ПЕС-3 у змочувальній рідині (приклади 2, 6, 7) не дозволяє поліпшити сцинтиляційні характеристики і підвищити їх стійкість.

Приклад 2. Запропонований спосіб був реалізований для детекторів на основі полікристалів NaI:Tl, розмірами  $593 \times 470 \times 9,5$  мм. Відповідно до запропонованого способу, торцеві поверхні сцинтилятора шліфують складом, що містить як абразивний матеріал порошок F 230 з розміром зерна 63 мкм, а як змочувальну рідину склад, що містить ПМС-5 (94 мас.%) і ПЕС-3 (6 мас.%). Відшліфовані поверхні промивають ТЕОС. Поверхню сцинтилятора з боку вхідного вікна обробляють оксидом алюмінію з розміром зерна 63 мкм до утворення однорідної матової поверхні, надлишки абразивного матеріалу видаляють щіткою. Поверхню сцинтилятора з боку вихідного вікна, після промивання оптично зчленовують з вихідним вікном кремнійорганічним гелем СУРЕЛ СЛ-1 і упаковують у корпус детектора (приклад 9). У таблиці також наведено результати вимірів сцинтиляційних характеристик такого ж детектора, виготовленого у відповідності з прототипом (приклад 8). Попередньо вимірюють сцинтиляційні характеристики детекторів, піддають їх кліматичним іспитам: впливи температури від  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$  із швидкістю зміни температури  $10^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . протягом 4 циклів. Потім вдруге вимірюють сцинтиляційні характеристики. Як видно з таблиці, запропонований спосіб обробки поверхонь кристалів NaI:Tl у порівнянні з прототипом, забезпечує поліпшення неоднорідності світлового виходу по площі детектора більш ніж на 6%, енергетичного розділення більш ніж на 5%.

Приклад 3. Запропонований спосіб був реалізований для детекторів на основі монокристалів CsI:Tl розмірами  $\varnothing 160 \times 5$  мм. Відповідно до запропонованого способу, торцеві поверхні сцинтилятора шліфують складом, що містить як абразивний матеріал оксид алюмінію з розміром зерна 80 мкм, а як змочувальну рідину склад, що містить ПМС-5 (80 мас.%) і ПЕС-3 (20 мас.%). Відшліфовані поверхні промивають ТЕОС, потім надлишки абразивного матеріалу видаляють щіткою. Поверхні сцинтиляторів з боку вхідного вікна обробляють сухим оксидом алюмінію з розміром зерна 80 мкм до утворення однорідної матової поверхні. Поверхні сцинтиляторів з боку вихідного вікна після промивання оптично зчленовують із вихідним вікном детектора кремнійорганічним гелем СУРЕЛ СЛ-1 і упаковують в корпус (приклад 11-13). У таблиці також наведено результати вимірів сцинтиляційних характеристик детектора, виготовленого відповідно з прототипом (приклад 10). Попередньо вимірюючи сцинтиляційні характеристики, детектори піддають кліматичним іспитам: на вплив температури  $+100^{\circ}\text{C}$  протягом 3-х годин і вплив температури  $-60^{\circ}\text{C}$  протягом 3-х годин. Потім вдруге вимірюють сцинтиляційні характеристики. Як видно з таблиці, запропонований спосіб обробки торцевих поверхонь кристалів CsI:Tl у порівнянні з прототипом забезпечує покращення енергетичного розділення більш ніж на 10%.

Таким чином, запропонований спосіб обробки торцевих поверхонь лужно-галогідних кристалів забезпечує покращення сцинтиляційних характеристик детекторів від 5% до 15% та їх стабільність у процесі експлуатації.

Таблиця

№	Спосіб виготовлення	С, мас. %	До іспитів		Після іспитів		
			$\delta Z$ , %	R, %	$\delta L$ , %	R, %	Зовнішній вигляд
1	Прототип NaI(Tl) $\varnothing 63 \times 10$		-	12,2	-	13,1	Без змін
2	Запропонований спосіб NaI:Tl $\varnothing 63 \times 10$	4	-	11,9	-	12,7	Відклеювання l=1 мм
3	"-	5	-	10,6	-	10,7	Без змін
4	"-	12	-	10,4	-	10,4	Без змін
5	"-	20	-	10,8	-	10,6	Без змін
6	"-	21	-	12,0	-	12,6	Відклеювання l=1 мм
7	"-	21	-	11,8	-	12,7	Без змін
8	Прототип NaI:Tl $593 \times 470 \times 9,5$ мм		3,2	16,6	3,4	16,8	Без змін.
9	Запропонований спосіб	6	2,9	15,7	2,8	15,7	Без змін

	Nal:TI 593×470×9,5мм						
10	Прототип Csl:TI Ø 160×5,0		-	20,1	-	20,8	Без змін
11	Запропонований спосіб Csl:TI Ø 160×5,0	20	-	18,9	-	18,8	Без змін
12	"-	20	-	18,5	-	18,6	Без змін
13	"-	20	-	18,7	-	18,5	Без змін

Примітка: С - зміст ПЕС-3 у змочувальній рідині, δL - неоднорідність світлового виходу, R - енергетичне розділення. Виміри проведено з ізотопом <sup>241</sup>Am (E<sub>γ</sub>=60кєВ).