



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 51987

(13) A

(51) 6 G01T1/29

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОГО РОЗПОДІЛУ ІНТЕНСИВНОСТІ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ

1

2

(21) 2001128567

(22) 13 12 2001

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. №12, 2002р

(72) Батій Валерій Григорович, Єгоров Володимир Володимирович, Закревський Юрій Анатольович, Ключников Олександр Олександрович, Кочнев Микола Олександрович, Кузьменко Володимир Олександрович, Рудько Володимир Михайлович, Сізов Андрій Олександрович, Щербін Володимир Миколайович

(73) Міжгалузевий науково-технічний центр "Укриття" Національної Академії Наук України

(57) 1 Пристрій для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання, що містить корпус-поглинач у вигляді тіла з централь-

ною симетрією, у якому виконане конічне заглиблення, із розташованим у ньому детектуючим елементом, який відрізняється тим, що в корпусі-поглиначі виконані додаткові конічні заглиблення, рівномірно розподілені по поверхні корпусу, у кожному з яких розташований детектуючий елемент, причому загальна кількість заглиблень складає  $n = 4-32$ , а тілесний кут, утворений конічною поверхнею заглиблення, обраний за умовою  $\varphi \geq 4\pi/n$  стере радіанів

2 Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що як детектуючий елемент використаний термолюмінесцентний детектор

Винахід має відношення до області експериментальної ядерної фізики, а саме до області дозиметрії гамма-випромінювання і може бути використаний при проведенні дозиметричної розвідки для визначення положення джерел гамма-випромінювання при одночасному визначенні інтенсивності їхнього випромінювання

Відомий пристрій для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання, що містить корпус-поглинач у вигляді тіла з центральною симетрією, у якому виконано, принаймні, одне конічне заглиблення, із розташованим у ньому детектуючим елементом [1]

Усередині корпусу виконана порожнина для розміщення детектуючого елемента. Порожнина сполучена з заглибленням за допомогою колімаційного отвору. Корпус закріплений на шарнірному механізмі, привід якого може установлювати довільний кут нахилу осі, яка проходить через колімаційний отвір, і детектуючий елемент. Наявність масивного захисту (корпуса-поглинача) дозволяє формувати анізотропію спрямованості реєстрації гамма-випромінювання за рахунок послаблення потоку гамма-випромінювання з всього простору за винятком області, обмеженої тілесним кутом, створеним колімаційним отвором. При цьому, для

підвищення точності вимірювання за рахунок зменшення фонових складових, необхідно збільшувати масу і розміри поглинача, що виключає можливість використання такого пристрою як портативного приладу для дозиметричної розвідки. Як показано в [2], типові коліматори для реєстрації гамма-випромінювання з енергією декілька сот кеВ повинні мати масу декілька сот кілограм для ефективного заглушення фонового випромінювання. До того ж необхідні спеціальні приводи для проведення сканування

Крім того, відомий пристрій "переглядає" тільки область простору, обмежену тілесним кутом, створеним колімаційним отвором, і для одержання повної картини інтенсивності гамма-випромінювання необхідний послідовний "перегляд" всієї області простору, що веде до збільшення часу перебування обслуговуючого персоналу в радіаційних полях

Відомий пристрій для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання, описаний у [3], і обраний як прототип. Пристрій містить корпус-поглинач у вигляді тіла з центральною симетрією, у якому виконане конічне заглиблення, із розташованим у ньому детектуючим елементом. При цьому корпус містить екран, що

(13) A

(11) 51987

(19) UA

його охоплює, виконаний із того ж матеріалу, що і корпус. У екрані є колімаційна щлина, а самий він виконаний із можливістю обертання відносно корпусу. Така конструкція екрана дозволяє декілька зменшити фонову складову, що сприяє підвищенню точності вимірювань.

Проте, як і пристрій [1], конструкція пристрою [3] виключає можливість використання його як портативний прилад для проведення, дозиметричної розвідки, та забезпечення короткого часу перебування обслуговуючого персоналу в радіаційних полях.

У основу винаходу поставлена задача створити такий пристрій для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання, що мав би, у порівнянні з пристроєм, обраним як прототип, менші габарити і масу, і дозволяв би скоротити час перебування обслуговуючого персоналу в радіаційних полях.

Поставлена задача вирішується у пристрої для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання, що містить корпус-поглинач у вигляді тіла з центральною симетрією, у якому виконане конічне заглиблення з розташованим у ньому детектуючим елементом. Згідно з винаходом в корпусі-поглиначі виконані додаткові конічні заглиблення, рівномірно розподілені по поверхні корпусу, у кожному з яких розташований детектуючий елемент, причому загальна кількість заглиблень складає  $n = 4 - 32$ , а тілесний кут, утворений конічною поверхнею заглиблень, обраний за умовою  $\phi \geq 4\pi/n$  стерadianів.

Більш високу надійність, менші габарити і масу, можна досягти, якщо термолюмінесцентний детектор (ТЛД) буде, використаний як детектуючий елемент в пристрої. Використання ТЛД дозволяє уникнути необхідності забезпечення електричного живлення, електронних пристроїв запам'ятовування і зчитування, що дає можливість використовувати цей пристрій у широкому діапазоні потужності експозиційної дози (від одиниць мР/год до сотень і тисяч Р/год). Крім того, малі розміри (товщина ТЛД біля 1 мм, діаметр - біля 5 мм) сприяють зменшенню габаритів і маси пристрою і доставці його у важкодоступні місця в умовах радіаційної аварії вручну або за допомогою нескладних спеціальних пристроїв (штанги, троси тощо) за короткий час.

Після розміщення запропонованого пристрою в полі гамма-випромінювання кожний з детектуючих елементів, завдяки їхньому рівномірному розміщенню в тілі корпусу-поглинача, буде вимірювати сумарну інтенсивність гамма-випромінювання кожного з обраних напрямків, що охоплюють весь простір, і інтенсивність фонову з напрямків, що залишилися. При цьому, завдяки наявності великої кількості детектуючих елементів, вимірювання будуть здійснюватися одночасно з усіх обраних напрямків, що, з одного боку, виключить необхідність використання додаткових засобів для повороту корпусу у вертикальний та горизонтальний площинах і приведе до зниження маси і габаритів пристрою, а з іншого боку, буде сприяти зниженню часу перебування обслуговуючого персоналу в радіаційних полях. Наявність конічних заглиблень у корпусі-поглиначі дозволяє сформувати анізотропію спрямованості реєстрації гамма-

випромінювання за рахунок послаблення потоку гамма-випромінювання з всього простору за винятком області, обмеженої тілесним кутом поглиблення.

Виконання пристрою з числом елементів, що детектують, менше 4 призвело б до того, що інтенсивність гама-випромінювання вимірювалася б не з усіх напрямків (тобто в сумарному тілесному куті менше  $4\pi$ ). Виконання пристрою з числом елементів, що детектують, більш 32 призвело б до збільшення маси та габаритів корпусу-поглинача (при зберіганні характеристик, що забезпечують фонові умови, необхідні для забезпечення високої точності вимірювань).

На фіг 1 зображений запропонований пристрій, на фіг 2 та 3 приведені картограми кутових розподілів інтенсивності гамма-випромінювання відповідно, для одного та двох джерел, на фіг 4 - картограма, отримана в робочих умовах після установки пристрою в південно-східному куті легкої кровлі об'єкта "Укриття" Чорнобильської АЕС.

Пристрій містить корпус-поглинач у вигляді сферичного тіла 1 (фіг 1), діаметром близько 140 мм, масою - близько 16 кг, у якому виконано 32 конічні заглиблення 2, рівномірно розподілених по поверхні корпусу 1. На дні кожного заглиблення 2 розташовані детектуючі елементи 3 (до трьох штук для підвищення надійності вимірювань), розміщені в капсулі 4. Тілесний кут, утворений конічною поверхнею заглиблення, складає при цьому близько 0,4 стерadianів. У пристрої використані термолюмінесцентні детектори типу ТЛД-500К.

Пристрій працює таким чином:

У приміщенні з нормальними радіаційними умовами у кожне з заглиблень 2 установлюють капсулу 4 із ТЛД. Потім пристрій доставляють у місце проведення вимірювання, витримують під опроміненням пристрій у цьому місці протягом заданого часу, залежного від радіаційних умов у місці вимірювання та необхідної точності вимірювань. Відповідно до паспорта ТЛД-500К, відносну похибку  $\delta H(\%)$ , вимірювання дози, яка накопичена у ТЛД, визначають по формулі:

$$\left( \delta H = 15 + \frac{2}{H} \right) \text{ (у діапазоні } H = 0,05 - 1000 \text{ Р)}$$

$$(\delta H = 45 + \frac{0,5}{H}) \text{ (у діапазоні } H = 0,005 - 0,05 \text{ Р)}$$

де  $H$  - накопичена доза, Р.

Потім пристрій видаляють із місця опромінення, ТЛД витягають, з них зчитують величину накопиченої дози і обробляють результати вимірювання.

Для обробки експериментальних даних і одержання реальних кутових розподілів (з урахуванням фону) були розроблені спеціальні обчислювальні програми. Тестові вимірювання підтвердили можливість визначення напрямку й інтенсивності джерел гамма-випромінювання за допомогою запропонованого пристрою.

Пристрій був застосований для визначення кутового розподілу потужності експозиційної дози (ПЕД) на покрівлі об'єкта "Укриття" Чорнобильської АЕС.

Зображення, що приведені на фіг 4, показує кутовий розподіл ПЕД, отриманий при експозиції запропонованого пристрою протягом 24 годин.

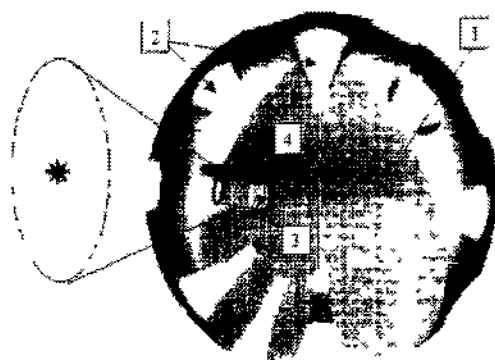
Добре помітні два основні джерела об'єкти "А" і "Б" - південний басейн витримки. Результати вимірювання цілком підтверджуються іншими наявними непрямыми даними. Використання запропонованого пристрою дозволило значно скоротити час перебування обслуговуючого персоналу в складних радіаційних умовах (у місці вимірювання ПЕД сягала 2Р/год) і, відповідно, дозові навантаження на персонал, який проводить виміри. Реальний час юстировки (він визначав час перебування в небезпечній зоні) складав біля 30с. Процедури з доставки, монтажу, юстирування прототипу, за-

безпечення енергопостачання і зв'язку призвели б до великих витрат часу (не менше години) і, відповідно, до додаткового опромінення персоналу. Аналогічні дозові витрати були б і при демонтажу прототипу.

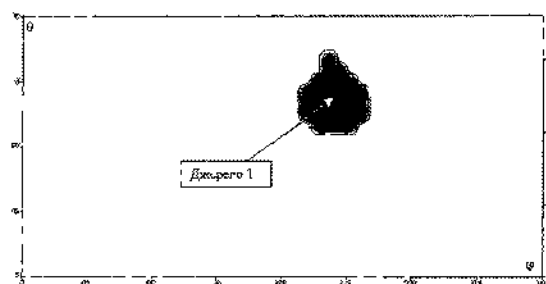
1 Заявка Франції №2575821, G01T 1/169, 1986

2 Спосіб візуалізації зі знімального плану й пристрій для його здійснення / Патент РФ №2147754 С1 (G 01 T 1/29, 1/164, 1/20)

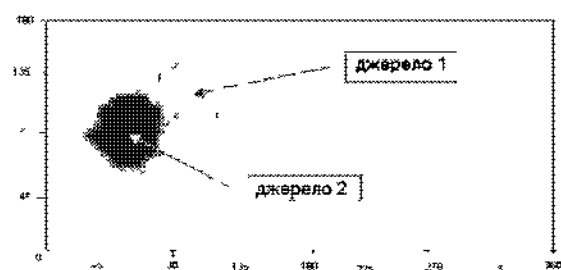
3 Акц. заявка Японії №5-53391, G01T 1/167, 1993



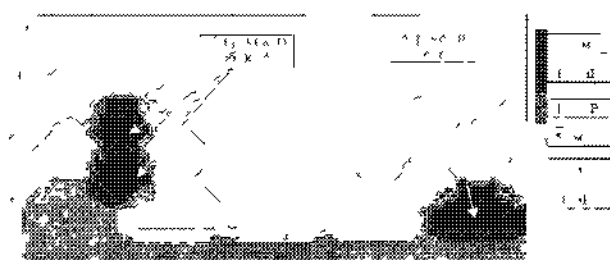
Фиг 1



Фиг 2



Фиг 3



Фиг 4

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 - 20 - 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 - 32 - 71