



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43007 (13) A

(51) 7 G01T1/20, G01T1/10, G01T1/167

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ДЕТЕКТУВАННЯ АЛЬФА-АКТИВНОСТІ ТЕХНОГЕННИХ РАДІОНУКЛІДІВ В АЕРОЗОЛЯХ ПОВІТРЯ

(21) 2000116659

(22) 24.11.2000

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Шевченко Сергій Віталійович, Салтиков Леонід Самсонович, Слюсаренко Лариса Іванівна, Олесь Олег Володимирович, Домніков Віктор Миколайович

(73) ДЕРЖАВНЕ СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ТЕХНОЦЕНТР" КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ БЮРО, UA

(57) Спосіб детектування альфа-активності техногенних радіонуклідів в аерозолях повітря з застосуванням часового відбору, який відрізняється тим, що здійснюють накопичування та наступний аналіз даних спектрометрії (радіометрії) альфа-випромінювання в залежності від 3-х умов: при відсутності бета-альфа співпадань та при бета-альфа співпадань у двох послідовних часових інтервалах в межах 1,5-3 мкс і в межах 700-1000 мкс.

Винахід належить до галузі ядерної техніки, зокрема, до пристроїв для вимірювання величин питомої об'ємної альфа-активності (ПОА) техногенних радіонуклідів (РН) в аерозолях повітря.

Відомий пристрій детектування (ПД) для експресного виявлення концентрації радіоактивних аерозолів авторів Е. Меленевського, Н.Н. Любинського, А.К. Калиновського, Е.Н. Кожухова (див. опис в статті: "Измерительная система для экспрессного определения концентрации радиоактивных аэрозолей" (Науково-технічний збірник "Проблеми Чорнобиля" Міжгалузевий Науково-Технічний Центр "Укриття" НАН України м. Чорнобиль. 1999. - Вип. 4. - С. 36-40), а також пристрій фірми ORTEC (проспект "High-Sensitivity Alpha/Beta Particulate Fixed-Filter Monitor", EG&G ORTEC, 100 Midland Road, Oak Ridge, TN 37831-0895 U.S.A) (прототип).

Вказані пристрої складаються з системи двох сцинтиляційних блоків детектування, електронного тракту обробки імпульсів від детекторів, який включає в себе блоки спектрометричного підсилювача, диференціальні дискримінатори, схему бета-альфа псевдоспівпадінь з розрізняючим часом $t_1 \sim 800$ мкс, лічильники імпульсів. В такому пристрої компенсація фону дочірніх продуктів розпаду природних радіонуклідів $^{220,222}\text{Rn}$ проводиться (враховуючи те, що альфа-розпад техногенних радіонуклідів відбувається без супутньої бета-частинки, у той час як бета- і альфа-розпади природних радіонуклідів частково послідовно відбуваються протягом малих часових інтервалів) шляхом віднімання від сумарного числа імпульсів N_{Σ} ,

що потрапили на один із лічильників за задану експозицію t_0 при реєстрації альфа-частинок, які вилітають з фільтра, оцінки фону, $N_{\alpha\text{фон}}$, котра обчислюється за формулою:

$$\begin{aligned} N_{\alpha\text{фон}} &= K \cdot N_{\alpha\beta 1} & (1) \\ N_{\alpha S} &= N_{\Sigma} - N_{\alpha\text{фон}} & (1a) \end{aligned}$$

де: K - коефіцієнт, значення якого отримують при роботі пристрою за відсутності в аерозолях техногенних радіонуклідів, $N_{\alpha\beta 1}$ - число випадків співпадінь імпульсів від детекторів бета часток $^{212,214}\text{Bi}$ та альфа-частинок $^{212,214}\text{Po}$ в межах часу t_1 .

Недоліками цих пристроїв є те, що облік одного часового інтервалу при часовому відборі з використанням схеми псевдоспівпадінь не дозволяє розділити внесок в величину фону альфа-частинок розпаду дочірніх продуктів уранового та торієвого рядів, у той час як розпад ^{212}Bi супроводжується частково вильотом альфа-частинок без псевдоспівпадінь з бета-частинками і, відповідно, ці альфа-частинки не враховуються в оцінці фону (1). При цьому значенні енергії вказаних альфа-частинок ^{212}Bi (6,05 та 6,09 МэВ) знаходяться в районі енергій альфа-частинок розпаду техногенних радіонуклідів (5,1-5,6 МэВ) і їх фоновий внесок практично неможливо компенсувати наступним використанням амплітудного відбору. Компенсація фону ^{212}Bi важлива також в зв'язку з тим, що, оскільки період напіврозпаду материнського ядра ^{212}Pb перевищує 10 годин, вказаний фоновий внесок залишається дуже високим протягом доби, через що погіршуються параметри порогової чутливості та експресності пристрою вимірювання ПОА.

(19) UA (11) 43007 (13) A

Задачею пропонованого винаходу являється більш коректна компенсація фону альфа часток продуктів розпаду $^{220,222}\text{Rn}$.

Поставлена мета досягається тим, що в блоці детектування (БД) пристрою, який включає два детектори (β та α або β та $(\beta+\alpha)$ часток), розміщених з обох сторін фільтру, здійснюється накопичення та наступний аналіз даних спектрометрії (радіометрії) альфа-випромінювання в залежності від 3-х умов: при відсутності бета-альфа співпадань та при бета-альфа співпаданнях у двох послідовних часових інтервалах в межах 1,5-3 мкс і в межах 700-1000 мкс. В даному випадку використовується той факт, що періоди напіврозпаду ^{212}Po та ^{214}Po є суттєво відмінними: $3 \cdot 10^{-7}$ с і $1,64 \cdot 10^{-4}$ с відповідно. Таким чином, при відборі співпадінь в першому інтервалі на протязі 1,5-3 мкс проводиться практично повна реєстрація бета-альфа співпадінь "торієвого" ланцюжка розпадів $^{212}\text{Bi} \rightarrow ^{212}\text{Po} \rightarrow ^{208}\text{Tl}$, а в інтервалі 700-1000 мкс - "уранового" ланцюжка $^{214}\text{Bi} \rightarrow ^{214}\text{Po} \rightarrow ^{210}\text{Tl}$. При цьому взаємний внесок співпадань не перевищує десятих долів відсотку.

Блок-схема варіанту апаратної реалізації способу в ПД представлена на кресленні (фіг.).

ПД складається з 2 детекторів (1 - альфа (альфа та бета) випромінювання та 2 - бета-випромінювання); спектрометричного передпідсилювача 3; підсилювача 4; блока амплітудного аналізу імпульсів альфа-частинок 5; 2-х формувачів імпульсів 1,5-3 та 700-1000 мкс 7 (8); формувача імпульсів 1-2 мкс 6; буферних накопичувачів (БН) 9, 10, 11, формувача адресу 12.

ПД працює таким чином.

Під час реєстрації бета-частинки детектором 2 (або детектором 1), формувач 7 (або 8) послідовно формує імпульси $I_{\beta 1}(I_{\beta 1a})$, тривалістю 1,5-3 мкс та $I_{\beta 2}(I_{\beta 2a})$ тривалістю 700- 1000 мкс.

Під час реєстрації альфа-частинки формувач 6 формує імпульс I_{α} тривалістю 1-2 мкс.

Одночасно імпульс від альфа-частинки після підсилення надходить на блок 5, де проводиться його амплітудний аналіз (аналіз величини енергії

частки, поглинутої в детекторі) по інтервалах: інтервал 1 (від ~ 1 MeB до 5,5 MeB); інтервал 2 (від 5,5 MeB до 7,7 MeB) та інтервал 3 (від 7,7 MeB до 8,8 MeB).

Отримавши імпульс I_{α} , формувач адресу 12 за час знаходження на його вході імпульсу I_{α} послідовно перевіряє наявність на інших входах імпульсів $I_{\beta 1}(I_{\beta 1a})$, або $I_{\beta 2}(I_{\beta 2a})$.

У випадку відсутності імпульсів $I_{\beta 1}(I_{\beta 1a})$ і $I_{\beta 2}(I_{\beta 2a})$, інформація про результати амплітудного аналізу накопичується в БН 9.

У випадку наявності імпульсу $I_{\beta 1}(I_{\beta 1a})$, інформація щодо результатів амплітудного аналізу накопичується в БН 10.

У випадку наявності імпульсу $I_{\beta 2}(I_{\beta 2a})$, інформація щодо результатів амплітудного аналізу накопичується в БН 11.

При застосуванні радіометрії за експозицію t_z в БН накопичуються суми імпульсів у вказаних інтервалах 1,2,3: $N_{\alpha 19}$, $N_{\alpha 29}$, $N_{\alpha 39}$, $N_{\alpha \beta 110}$, $N_{\alpha \beta 210}$, $N_{\alpha \beta 310}$, $N_{\alpha \beta 111}$, $N_{\alpha \beta 211}$, $N_{\alpha \beta 311}$, де: $N_{\alpha 19}$ являється сумою імпульсів при реєстрації фонових альфа-частинок та альфа-частинок розпаду техногенних радіонуклідів, $N_{\alpha S}$, відповідно:

$$N_{\alpha S} = N_{\alpha 19} - N_{\alpha 19 \text{ фон}} \quad (2)$$

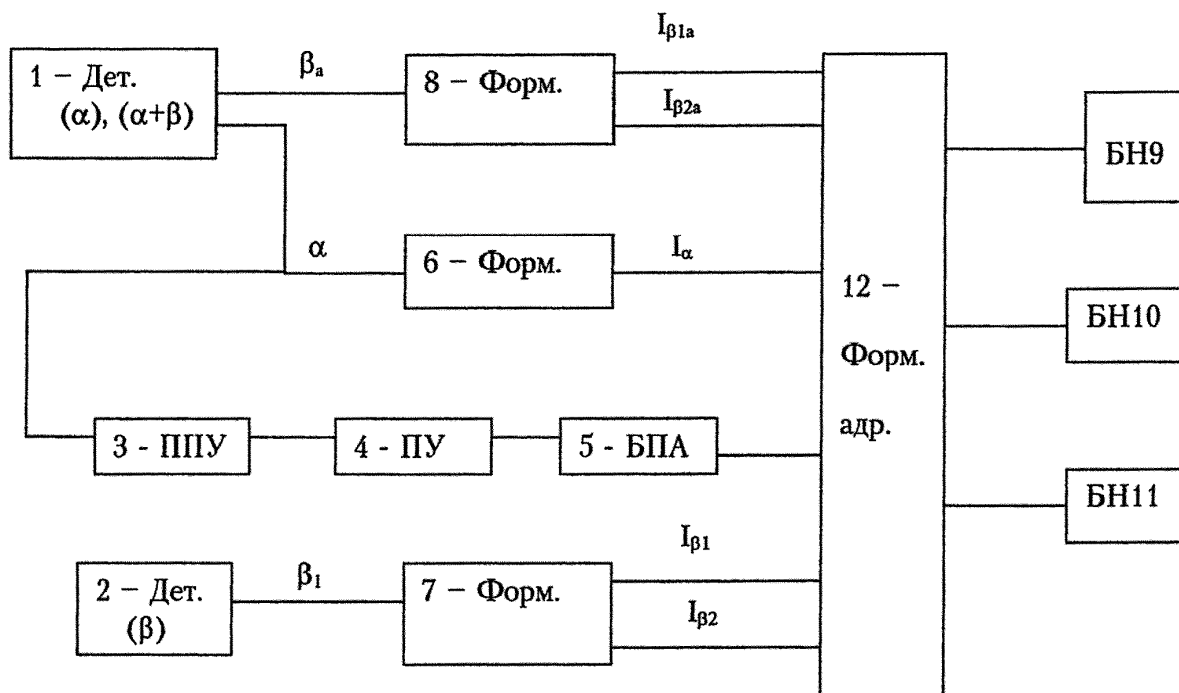
Де

$$N_{\alpha 19 \text{ фон}} = k_{\text{Th}1} \cdot (N_{\alpha \beta 110} + N_{\alpha \beta 210} + N_{\alpha \beta 310}) + k_{\text{U}} \cdot N_{\alpha \beta 111} + k_{\text{Th}2} \cdot N_{\alpha \beta 110} \quad (2a)$$

Коефіцієнти $k_{\text{Th}1}$, $k_{\text{Th}2}$, k_{U} , з'ясовуються під час проведення вимірювань в умовах відсутності в аерозолях техногенних радіонуклідів.

При застосуванні спектрометрії в БН накопичуються відповідні амплітудні розподіли імпульсів, котрі також аналізуються, з метою виявлення $N_{\alpha S}$, з застосуванням коефіцієнтів $k_{\text{Th}1}$, $k_{\text{Th}2}$, k_{U} .

Пропонована нами зміна - застосування часового відбору по двох послідовних часових інтервалах суттєво змінює параметри ПД, оскільки дозволяє більш коректно врахувати, з метою компенсації фону в інтервалі енергій (амплітуд імпульсів) альфа часток техногенних радіонуклідів, внесок альфа-частинок ^{212}Bi з енергією 6,05 та 6,09 MeB.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22