



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40283 (13) A

(51) 7 G01N23/08

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

(54) ГАММА-АБСОРБЦІЙНИЙ СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

(21) 2000116463

(22) 15.11.2000

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Говор Валерій Миколайович, Ковдра Юрій Васильович, Майстренко Олексій Корнійович, Мещеряков Леонід Георгійович

(73) Спільне українсько-російське підприємство "Закрите акціонерне товариство "Компетент", UA

(57) Гамма-абсорбційний спосіб вимірювання концентрації хімічних елементів, що містить у собі просвічування середовища, що контролюється, двома колімованими потоками низькоенергетичного гамма-випромінювання з близькими енергіями, перетворення енергії фотонів, що пройшли за за-

даний час експозиції крізь середовище, у струмові сигнали, який відрізняється тим, що вимірюють щільність середовища, результати вимірювань перетворюють у пропорційні щільності струмові сигнали, просвічують середовище одночасно двома корельованими за інтенсивністю потоками низькоенергетичного випромінювання від джерела гамма-квантів і мішені, гамма-кванти, що пройшли крізь середовище, реєструють, поділяють за енергіями і прораховують, за заданою програмою опрацьовують співвідношення зареєстрованих гамма-квантів і перетворюють його у пропорційні концентрації хімічного елемента, що контролюється, струмові сигнали, які коректують сигналами, що пропорційні щільності середовища.

Винахід відноситься до радіаційних способів вимірювання концентрації, що ґрунтуються на аналізуванні середовища гамма-абсорбційним методом, і може бути використаним для експрес-аналізу двох і трьохкомпонентних середовищ або для дистанційного безперервного вимірювання часткової концентрації хімічного елемента у потоці рідкого трьох і чотирьохкомпонентного середовища (пульпи, розчину, суспензії) за умови, що масовий коефіцієнт поглинання підконтрольного хімічного елемента у 1,5-3 рази більше масових коефіцієнтів поглинання хімічних елементів, що входять до складу середовища.

Відомий γ -абсорбційний спосіб вимірювання у розчинах концентрації важких елементів у присутності більш легких містить у собі просвічування одним потоком низькоенергетичного γ -випромінювання двох еквівалентних поглиначів та кювети з середовищем, що аналізується (контролюється), перетворення сцинтиляційним детектором енергії фотонів (γ -квантів), що пройшли за заданий час експозиції відповідно крізь поглиначі та середовище, у електричні імпульси, пропорційні інтенсивності потоку після кожного його проходження, реєстрацію і аналізування перетворених у струмовий сигнал електричних імпульсів, пропорційних концентрації підконтрольного хімічного елемента. Цей спосіб дозволяє усунути залежність результатів вимірювань від випромінювання (фону) оточуючого середовища, спаду інтенсивності джерела ви-

промінювання за рахунок його природного розпадання і впливів дестабілізуючих факторів оточуючого середовища (температури, вологості, тощо). Вадю цього способу є його велика похибка, обумовлена відсутністю операції введення поправок у результати вимірювання при зміні щільності середовища, що контролюється, а також його гранулометричного та матричного складу. [1]

Також відомий спосіб аналізування трьохкомпонентних середовищ по поглинанню γ -випромінювання містить у собі просвічування проби (середовища, що контролюється) і еталонних проб принаймні двома потоками γ -квантів різних енергій, реєстрацію спектрів γ -випромінювання, що пройшло крізь еталонні проби, побудову для обраних фотопіків тарувальних сіток, за допомогою яких знаходять концентрацію твердих компонентів у середовищі, що контролюється. Вадю цього способу є необхідність приготування великої кількості еталонних проб при змінненні гранулометричного і матричного складу середовища. [2]

Найбільш близьким до запропонованого за сукупністю суттєвих ознак є прийнятий за прототип спосіб вимірювання концентрації хімічних елементів, що містить у собі опромінювання підібраних для кожного підконтрольного елемента мішеней за допомогою низькоенергетичного радіоізотопного джерела, збуджування при цьому двох колімованих потоків γ -випромінювання з близькими, але розташованими по різні боки краю поглинання під-

(19) UA (11) 40283 (13) A

контрольного елемента енергіями, перепускання потоків характеристичного випромінювання крізь селективний фільтр та середовище, що контролюється, перетворення одним сцинтиляційним детектором енергії фотонів, що пройшли за заданий час експозиції крізь середовище у струмові сигнали, пропорційні інтенсивності потоків після їх проходження і концентрації підконтрольного елемента, реєстрацію і аналізування одержаних сигналів. Вадю цього способу є його неуніверсальність, яка обумовлена необхідністю використання різних мішеней і джерел γ -квантів для різних хімічних елементів, що контролюються. [3]

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення γ -абсорбційного способу вимірювання концентрації хімічних елементів у неоднорідному середовищі шляхом оригінального диференційного просвічування середовища, одержання та опрацювання струмового сигналу, відповідного концентрації підконтрольного хімічного елемента з урахуванням змінення щільності середовища, що забезпечує підвищення точності вимірювань і дає можливість універсального використання одного джерела випромінювання і однієї мішені для вимірювання концентрації широкого діапазону хімічних елементів незалежно від гранулометричного і матричного складу середовища.

Поставлена задача вирішується тим, що у γ -абсорбційному способі вимірювання концентрації хімічних елементів, що містить у собі просвічування середовища, що контролюється, двома колімованими потоками низькоенергетичного γ -випромінювання з близькими енергіями, перетворення енергії фотонів, що пройшли за заданий час експозиції крізь середовище у струмові сигнали, пропонується вимірювати щільність середовища, результати вимірювань перетворювати у пропорційні щільності струмові сигнали, просвічувати середовище одночасно двома корельованими за інтенсивністю потоками низькоенергетичного випромінювання від джерела γ -квантів і мішені, γ -кванти, що пройшли крізь середовище, реєструвати, поділяти за енергіями і прораховувати, за заданою програмою опрацьовувати співвідношення зареєстрованих γ -квантів і перетворювати його у пропорційні концентрації хімічного елемента струмові сигнали, які пропонується коректувати сигналами, пропорційними щільності середовища.

Одночасне просвічування середовища, що контролюється, двома корельованими за інтенсивністю потоками низькоенергетичного γ -випромінювання від радіоізотопного джерела і мішені, подальша реєстрація і поділення за енергіями γ -квантів, що пройшли крізь середовище, забезпечує одержання струмового сигналу, який описується виразом:

$$I = F(N_1/N_2) \quad (1)$$

де:

I - величина струмового сигналу;
 N_1 - кількість зареєстрованих γ -квантів, що пройшли крізь середовище, з енергією радіоізотопного джерела;
 N_2 - кількість зареєстрованих γ -квантів, що пройшли крізь середовище, з енергією опроміненої радіоізотопним джереле мішені.

При цьому кількість N_1 та N_2 зареєстрованих γ -квантів з енергіями відповідно джерела і мішені у загальному вигляді визначається з виразу:

$$N = N_0 \exp^{-\mu p \lambda} = F(\mu, \rho) \quad (2)$$

де:

N_0 - кількість γ -квантів, випромінених радіоізотопним джерелом або мішенню у середовище, що контролюється;
 μ - масовий коефіцієнт фотоелектричного поглинання хімічного елемента, що контролюється;
 ρ - щільність середовища, що контролюється;
 λ - товщина шару середовища, що просвічується і контролюється.

При змінні розмірів часток, що зважені у середовищі, щільність середовища може не змінюватись, а розсіювання випромінювання кожною часткою буде різним. Але воно змінюється майже однаково для близьких за енергіями випромінювань джерела та мішені. Тому, як це видно з виразів (1) та (2), на результати вимірювання концентрації підконтрольного, хімічного елемента по співвідношенню однаково змінюваних N_1 і N_2 змінення гранулометричного і матричного складу середовища суттєво не впливає. Опрацювання за заданою програмою не зареєстрованих γ -квантів, а їх співвідношення та подальше перетворення результатів опрацювання у пропорційні концентрації хімічного елемента струмові сигнали забезпечує зниження похибки вимірювань концентрації. Постійне вимірювання щільності середовища, що контролюється, і автоматичне введення поправок на її змінення у результати вимірювань концентрації підконтрольного елемента, зменшує похибки вимірювань до 0,38%. Перетворення результатів вимірювань щільності у стандартизований струмовий сигнал забезпечує сумісність приладів контролю щільності та концентрації.

Приклад 1. Запропонований спосіб випробувано на гірично-збагачувальних комбінатах при безперервному вимірюванні концентрації заліза у твердій фракції потоку пульпи (трьохкомпонентного середовища), що повністю заповнює трубопровід і складається з води, окисів кремнію та заліза. Тверді зважені частки пульпи мали розміри від 5 до 100 мкм. Спосіб здійснювався у висхідному потоці пульпи з товщиною шару, що просвічувався, 100 мм. Результати вимірювань порівнювалися з результатами експрес-аналізу, що здійснювався ваговим методом у лабораторних умовах.

Щільність пульпи вимірюється відомим γ -абсорбційним методом з використанням закону некогерентного розсіювання γ -квантів таким чином. Умовно перша ділянка трубопроводу з пульпою постійно просвічується високоенергетичним потоком γ -квантів від ізотопу ^{137}Cs з енергією ~662 кеВ. При цьому енергія γ -квантів, що пройшли крізь ділянку, відомим методом за допомогою детектора високоенергетичного випромінювання і електронної схеми щільноміра перетворюється у пропорційний щільності пульпи стандартизований сигнал - постійний струм 0-5 мА (при навантаженні 0-2 кОм).

Одночасно, з використанням двох ліній поглинання за рахунок фотоелектричного поглинання, оригінальним диференціальним методом вимірюється

ся концентрація заліза у твердій фракції пульпи (у окислах заліза та кремнію) таким чином. Від іншого джерела (ізоотопу ^{241}Am) постійно колімується потік низькоенергетичного γ -випромінювання з енергією ~ 60 кеВ. Цим потоком опромінюється мішень з окису самарія. Характеристичним випромінюванням мішені з енергією ~ 40 кеВ просвічується умовно друга ділянка трубопроводу з пульпою. Одночасно ця ж ділянка просвічується і корельованим за інтенсивністю з енергією мішені потоком γ -випромінювання радіоізотопного джерела. Енергія γ -квантів обох потоків, що пройшли за заданий час експозиції крізь умовно другу ділянку трубопровода, перетворюється сцинтиляційним детектором концентратоміру у стандартизовані сигнали - постійний струм 0-5 мА при навантаженні 0-2 кОм. Зареєстровані цим детектором γ -кванти поділяються за енергіями спектроаналізатором і прораховуються. Співвідношення зареєстрованих γ -квантів опрацьовується за заданою програмою, мікроконтролером формується у вихідний струмовий сигнал, пропорційний концентрації заліза у окисах заліза та кремнію.

У випадку змінення щільності пульпи (відхилення її від заданого значення) перетворений і посилений електронною схемою сигнал детектора щільноміра, пропорційний щільності пульпи, надходить до мікроконтролера концентратоміру. Останній за заданою програмою автоматично вносить відповідні змінення у свій вихідний струмовий сигнал, який відповідає реальній концентрації заліза у твердій фракції пульпи.

Джерела інформації

1. Кравченко В.В., Колтунов Б.Г., Майстренко А.К., Степневский В.Н. "Концентратомер "Сейм-10" /журнал Горно-металлургическая промышленность" № 1, 1980р, Москва, ЦНИАТОМИНФОРМ, стр. 26-28/. (аналог)

2. Авторське свідоцтво СРСР № 1390548 АІ для службового користування, МПК4: G01N 23/06. (аналог)

3. А.Л. Якубович, Е.И. Зайцев, С.М. Пржиялковский "Ядерно-физические методы анализа горных пород", Москва, Энергоиздат, 1982 рік, стор. 111-113, 203-207, 212-215, 223-224. (прототип)

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

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

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