

Каріх І.К., курсант 102
навчальної групи ННІ № 2
НАВС, Скрипка В.О.,
курсант 103 навчальної групи
ННІ № 2 НАВС.

ЗАСОБИ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Неруйнівні методи контролю мають дуже велике значення для підвищення надійності виробів і матеріалів в різних галузях народного господарства республіки. Широке поширення цих методів обумовлено тим, що вони дозволяють уникнути великих втрат часу і матеріальних витрат.

В даний час до багатьох конструкціям і виробам відповідального призначення пред'являються підвищені вимоги, внаслідок чого виникає необхідність проведення 100% комплексного неруйнівного контролю. У комплексних методах неруйнівного контролю радіаційна дефектоскопія займає основне місце. Переважна область застосування радіаційного контролю - дефектоскопія паяних і зварних з'єднань, лиття, поковок, штампованих об'єктів і інших виробів з металів, їх сплавів, пластмас, кераміки тощо, а також толщинометрія сталевих листів і металевих покриттів.

Широке поширення радіаційної дефектоскопії забезпечується завдяки тому, що тіньова картина, одержувана при просвічуванні контрольованого об'єкту, містить найбільш повну інформацію про його внутрішній структурі.

Радіаційний контроль - вид неруйнівного контролю, заснований на реєстрації та аналізі проникаючого іонізуючого випромінювання після його взаємодії з контрольованим об'єктом.

В основі радіаційного контролю лежить отримання дефектоскопічної інформації про об'єкт за допомогою іонізуючого випромінювання, проходження якого через

речовину супроводжується іонізацією атомів і молекул середовища.

Система радіаційного контролю передбачає використання наступних етапів: вимірювання рівня радіації на місцевості (польова радіометрія, дозиметрія), вибір проб і підготовку їх до дослідження, визначення радіоактивності експресними методами, радіохімічний розподіл радіонуклідів, радіометрію виділених радіонуклідів, розрахунок активності. Методи радіаційного контролю поділяються на радіометричні, радіохімічні, спектрометричні. Найбільш поширенні перші дві групи методів.

Відомі наступні радіометричні методи: польова радіометрія і дозиметрія, експресне визначення радіоактивності, радіометрія золи, радіохімічних препаратів.

Польова радіометрія і дозиметрія, є першим етапом радіаційного контролю.

Варто зазначити, що радіометрія - багатозначний термін, який у залежності від контексту може означати:

Розділ фізики, що вивчає способи вимірювання енергії випромінювання.

Методи для вимірювання активності радіонуклідів у радіоактивних об'єктах (кількості розпадів за одиницю часу).

Методи розвідування корисних копалин, який полягає у використанні радіохвиль для визначення структури гірських порід.

Методи для виявлення радіоактивних руд та вод. Синонім - радіометрична розвідка.

Дозиметрія - це визначення кількості та якості іонізуючих випромінювань. За допомогою дозиметрії вирішують два принципові питання:

пошук джерела випромінювання, визначення його виду, кількості та енергії;

визначення ступеню впливу випромінювання на об'єкт, що опромінюється.

Ці етапи дають змогу отримати данні про радіоактивний фон та рівень радіоактивності середовища (сумарну інтенсивність саморозпаду радіоактивних елементів у середовищі, зумовлену природним фоном радіоактивності та радіоактивним забрудненням). Польова радіометрія та дозиметрія є основними методами контролювання радіоактивного забруднення продукції сільського господарства. При невеликих площах обстежень вимірювання проводять дозиметристи без допоміжного транспорту. При обстеженні великих територій використовують спеціальні автомобілі, у яких змонтовані необхідні прилади (автозйомка).

Експресні методи радіаційного контролю дають змогу отримати оперативну інформацію про ступінь радіоактивного забруднення об'єктів народного господарства.

Експрес-метод визначення питомої і об'ємної активності гамма-випромінюючих нуклідів у воді, продуктах харчування, продукції рослинництва та тваринництва базується на вимірюванні приладом СПР-68-01 потужності дози випромінювання від чисто вимитих і подрібнених проб масою 0,7 кг, які розміщені в літровій банці або посудині Марінеллі, і перерахунку її в одиниці активності за формулою:

$$g = N_p K, (7.1)$$

де g - питома активність проби, $\frac{Д_r}{кг}$; “ ” - потужність дози опромінення проби без фону (мкР/год); K - коефіцієнт перерахунку.

Методику можна застосувати при рівні радіоактивного забруднення $2 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^4$ Бк/л (кг).

В основі експрес метода визначення питомої і об'ємної активності бета-випромінюючих радіонуклідів лежить вимірюванні швидкості зчитування частинок з „товстошарових” препаратів з наступним розрахунком активності за формулою:

$$g = (N - N_p) / P, (7.2)$$

де g - питома активність проби, Бк/кг; - швидкість

зчитування частинок проби з фоном, імп/с; $\cdot$ - швидкість зчитування частинок фону, імп/с; P - чутливість радіометра. Для проведення вимірювань використовують радіометри КРК- 1, РУБ-01П, „Бета”. Подрібненою пробною заповнюють кювету і вимірюють швидкість зчитування за період не більший 1000с. Методика застосовується при вмісті радіоактивних речовин в пробах не менше 37 Бк/кг.

За малої концентрації радіонуклідів в пробах сумарну бета-активність проби визначають по зольному залишку. Щоб збільшити концентрацію радіонуклідів в пробах, їх спалюють та озольнують. Золю розтирають в дрібний порошок, наносять на стандартну підніжку 200 - 300 мг золи, рівномірно розподіляють і вимірюють швидкість відліку стаціонарним радіометром.

Питому активність розраховують за формулою:

$$A = \frac{N - N_0}{t \cdot m \cdot \epsilon \cdot \gamma}$$

де A - питома активність досліджуваної проби, Кі/кг (л),

A_0 ,

Бк/кг(л); $\cdot$ - швидкість зчитування проби без фону,

імп/хв;

ϵ - коефіцієнт перерахунку імпульсів за хвилину в

активність, γ - коефіцієнт озолнення, який дорівнює масі золи в грамах, одержаної при озолненні 1 кг проби; m - маса золи, взятої для радіометрії, г.

Для визначення коефіцієнта зв'язку готують 4-5 препаратів масою 200-300 мг із висушеного КСІ (еквівалентної маси препарату), вимірюють швидкість зчитування за тих же умов, в яких проводили вимірювання препарату. Коефіцієнт зв'язку розраховують за формулою:

$$A_{\text{в}} = 0.4 \cdot A_{\text{г}} \cdot 2,222 \cdot 10^{11}$$

де Δ - активність еталона KCl, розп/хв..(для наважки 300мг
дорівнює 228 розп/хв.); J - швидкість зчитування еталону

1

без фону, імп/хв. V відсотках ■ - коефіцієнт
перерахунку розпадів, Кюри.

Для експресних вимірювань питомої активності цезію-137 використовують двоканальні радіометри РУБ-01П6, РКГ-05, РУГ-91, спектрометр „Прогрес-спектр”.

Радіохімічні методивиконують в наступній послідовності: відбір і підготовка проб досліджуваних об'єктів; внесення носіїв та мінералізація проб; очистка виділених радіонуклідів від сторонніх нуклідів і супутніх мікроелементів; ідентифікація і перевірка радіохімічної чистоти; радіометрія виділених радіонуклідів; розрахунок активності і висновки.

Відібрані радіологічними відділами зразки повинні бути типовими для досліджуваного об'єкта , а маса - достатньою для проведення радіохімічного аналізу (після озолення - 20-40г). При відборі проб в контрольованих пунктах вимірюють гамма-фон приладом СРП-68-01 на відстані 0,7-1 м від ґрунту і 1-1,5см від об'єкта. Дані про гамма-фон записують у супроводжувальному документі.

Вимірювання іонізуючих випромінювань. Основні методи вимірювання іонізуючих випромінювань ґрунтуються на: збиранні і реєстрації електронів та іонів, що вивільнюються в процесі іонізації; обстеженні флуоресценції речовини, що поглинає іонізуюче випромінювання; використанні та аналізі хімічних реакцій, що викликаються іонізуючим випромінюванням; вимірюванні тепла, яке утворюється за поглинання іонізуючого випромінювання. Серед параметрів іонізуючого випромінювання, що реєструються, слід виділити тип випромінювання, енергію квантів або частинок, величину потоку або швидкості зміни потоку квантів або частинок, часовий або просторовий розподіл іонізуючого

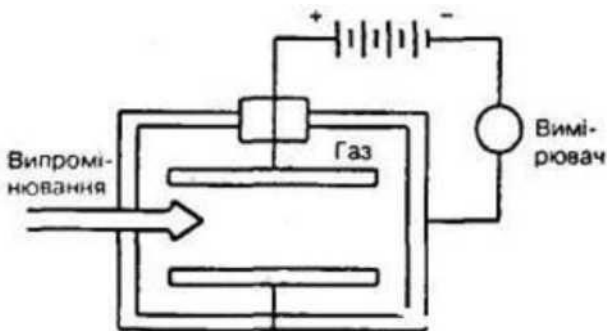
випромінювання. Розглянемо основні методи вимірювання іонізуючих випромінювань.

У зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС і розвитком атомної енергетики в Україні гостро стоїть проблема наявності досконалих приладів радіаційного контролю. Розглянемо основні прилади, які застосовуються в радіомоніторингу і методи вимірювання іонізуючих випромінювань.

Заповнені газом детектори. Робота детекторів цього типу ґрунтується на прикладанні напруги до просторово розділених електродів, розташованих у камері, яка заповнена слабко іонізованим газом. Позитивні іони та електрони, що утворюються в камері, збираються на електродах і спричиняють появу електричного струму або імпульсів. Кількість пар «іон—електрон» прямо пропорційна енергії випромінювання. Серед основних типів заповнених газом детекторів відомі іонізаційна камера, пропорційні лічильники та лічильник Гейгера-Мюллера.

Іонізаційна камера — детектор, дія якого ґрунтується на здатності заряджених частинок викликати іонізацію газу. Принциповою перевагою детектора цього типу є можливість отримання безпосередньої інформації щодо експозиційної або поглинутої дози. Оскільки рентген є одиницею експозиційної дози і відповідає кількості зарядів, що утворюється іонізуючим випромінюванням в 1 см^3 повітря за нормальних умов, саме іонізаційна камера дає змогу оцінювати іонізуюче випромінювання в цих одиницях. Зовнішній вигляд камери наведено на рис. 7.2. Утворення кожної іонної пари супроводжується втратою енергії близько 34 еВ ($1 \text{ еВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$). Якщо припустити, що іонізуючі частинки проходять через камеру зі швидкістю $N \text{ (с}^{-1}\text{)}$ і кожна з них втрачає енергію $E \text{ (МеВ)}$, то величину заряду, що збирається на електродах за одиницю часу, можна визначити за виразом:

$$O(Kn - c^1) = ИЕе- ЩЖ_{(75)}$$

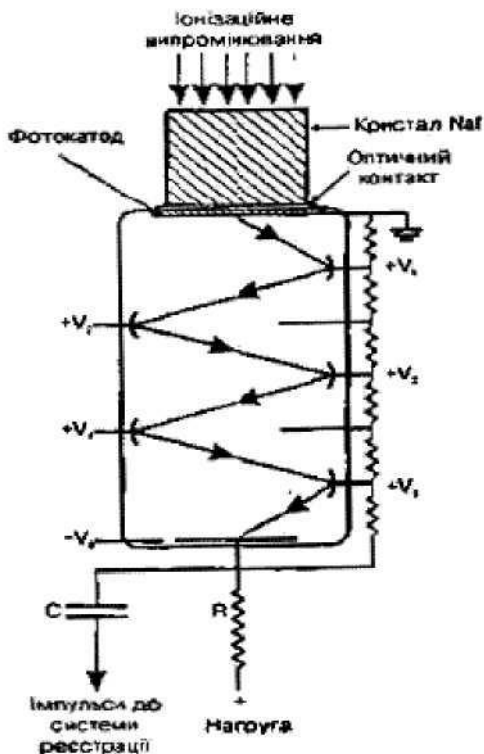


Лічильник Гейгера -Мюллера. Історія винаходу: Лічильник, початково для реєстрації тільки альфа-частинок розробив у 1908 році Ганс Гейгер, працюючи разом із Ернестом Резерфордом. До 1928 року Гейгер зі своїм аспірантом Вальтером Мюллером вдосконалили його таким чином, що стала можливою реєстрація різних частинок.

Сучасний лічильник з використанням галогенів винайшов у 1947 році Сідні Г. Лібсон. Запропонована ним модифікація дозволила знизити напругу з 1000—1500 В до 400 — 600 В, підвищивши при цьому довговічність приладу.

До електродів прикладають напругу величиною кілька сот вольт. За проходження іонізуючої частинки в газі утворюються вільні електрони, що рухаються до центрального електрода. Поблизу електрода напруженість електричного поля збільшується, електрони прискорюються настільки, що починають в свою чергу іонізувати газ. Виникає коронний розряд, що поширюється вздовж електрода. В зовнішньому ланцюзі утворюються електричні імпульси, що відповідають спалахам розряду. Кількість цих імпульсів за одиницю часу дорівнює кількості іонізуючих частинок.

Сцинтиляційний лічильник — детектор, основними елементами якого є речовина, що люмінесціює під впливом заряджених частинок, та фотоелектронний помножувач. Заряджена частинка проходить крізь речовину, що викликає не лише іонізацію атомів і молекул, а й їх збудження. Перехід атомів і молекул із збудженого стану в основний супроводжується випромінюванням кванта видимого або ультрафіолетового діапазону. Кожний такий світловий спалах, що називають сцинтиляцією, реєструється фотоелектронним помножувачем, електричні імпульси з виходу якого подаються на систему реєстрації. Типовими матеріалами для сцинтиляційних лічильників є кристали ZnS(Ag) , $\text{CaD(X!)}^{(\wedge)}$ (у дужках указано активатор, що викликає сцинтиляції в кристалі), кадмієві та кальцієві солі вольфрамової кислоти, галіди літію, а також органічні сцинтилятори — антрацен $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$, стильбен $\text{C}_{12}\text{H}_{10}$, розчини толуєну, ксілену, фенілциклогексану.



Отже, радіаційний контроль є невід'ємною частиною нашого життя, аналізує проникаючого іонізуючого випромінювання. Він допомагає нам стежити за рівнем радіації, особливо після аварії на Чорнобильській АС, та усім відомої аварії на Хіросімі та Нагасакі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атамашок В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.І. Гражданська оборона. Підручник для вузів.-М.: Вища школа, 1986.

2. Деміденко Г.П., Захист об'єктів народного господарства від зброї масового ураження.-К.,1996.

3. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона\За редакцією В.С.Франка, Мігович Г.Г., Рабчук О.Г. Сильнодіючі отруйні речовини.-К.,1999.

4. Управління цивільною обороною\ Під ред. Ал. Безлтосова.-М.:Воениздат, 1986.