

Фізичні основи дозиметрії та принципи побудови детекторів випромінювання

Після відкриття рентгенівських променів і явища радіоактивності постало питання кількісного та якісного вимірювання іонізуючого випромінювання. Методи його реєстрації, що спочатку розроблялися для дослідження властивостей радіоактивних речовин, процесів радіоактивних перетворень, надалі лягли в основу загальних методів і приладів радіаційного контролю.

Вимірювання іонізуючого випромінювання – це вимірювання фізичної величини, що характеризує джерело або поле іонізуючого випромінювання, радіоактивні зразки або взаємодію іонізуючого випромінювання із речовиною. Вимірювання іонізуючого випромінювання виконується з метою визначення їх якісних і кількісних характеристик (вид випромінювання, енергія, активність джерела випромінювання, густина потоку тощо). Вплив іонізуючого випромінювання на середовище призводить до іонізації та збудження атомів і молекул цього середовища. Взаємодія іонізуючого випромінювання із різними речовинами приводить до різноманітних змін їхніх фізичних і хімічних властивостей (зміна електричних властивостей, випромінювання світла, зміна оптичних параметрів, температури, об'єму, зміна концентрації продуктів радіаційно-хімічних реакцій і тощо). Ці зміни беруться за основу при розробці методів реєстрації іонізуючого випромінювання.

Історично фотографічний метод реєстрації іонізуючого випромінювання є першим методом, за допомогою якого було виявлено іонізуюче випромінювання. Фотографічний метод – це оптичний метод вимірювання, заснований на вимірюванні під впливом іонізуючого випромінювання оптичної щільності світлочутливого матеріалу після його прояву. Сучасні світлочутливі матеріали, як правило, складаються зі світлочутливого шару – емульсії та підкладки. В якості підкладки зазвичай використовується скло, целулоїд, папір. Залежно від матеріалу підкладки розрізняють фотопластинки, фотоплівки, фотопапір. У цей час з метою дозиметрії, як правило, використовують рентгенівські плівки, що являють собою світлочутливу емульсію, нанесену з одного або двох боків на целулоїдну підкладку.

Емульсія – це суспензія дрібних зерен бромистого (йодистого) срібла в шарі желатину. Через те, що шар емульсії зазвичай буває досить тонким, то більша частина гамма-квантів взаємодіє з речовиною підкладки, а електрони, що утворилися, проходячи через шар емульсії, іонізують кристали бромистого срібла. У результаті іонізації в деяких кристалах утворюються центри схованого зображення – атоми металевого срібла. Після опромінення світлочутливий матеріал має бути оброблений, тобто проявлений, зафіксований, промитий і висушений.

Вимірювання іонізуючого випромінювання завжди пов'язане із виміром тих змін, які виникають у результаті поглинання енергії випромінювання в чутливому об'ємі детектора. Основним елементом будь-якого приладу, призначеного для вимірювання іонізуючого випромінювання, є детектор випромінювання. Детектор – це первинний вимірювальний перетворювач, що перетворює параметри іонізуючого випромінювання у параметри таких фізичних ефектів, що легко можна зареєструвати наявними технічними пристроями [1].

Невід'ємною частиною будь-якого детектора є чутливий об'єм, у якому енергія іонізуючого випромінювання в процесі взаємодії з речовиною перетворюється у певний вид сигналу. Речовина, що представляє собою чутливий об'єм, може бути газом, рідиною, твердим тілом, що й дає відповідні назви детекторам: газові, рідинні, твердотільні. Залежно від характеру взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною розрізняють такі методи його реєстрації: іонізаційні, сцинтиляційні, напівпровідникові, люмінесцентні, фотоемулсійні, хімічні, калориметричні тощо. Одна з основних характеристик детектора - ефективність реєстрації випромінювання — рівна відношенню енергії, поглиненої в чутливому об'ємі, до енергії випромінювання, що проходить через цей об'єм. Вимірювальна апаратура характеризується чутливістю, яка визначається мінімальним рівнем сигналу детектора, який може бути зареєстрований. Різноманітні реєструвальні пристрої обов'язково містять такі складові частини (рис. 1):



Рис.1. Структурна схема установки реєстрації іонізуючого випромінювання

Детектор для перетворення енергії іонізуючого випромінювання в інші форми енергії, більш зручні для реєстрації (електричну, світлову, теплову тощо); підсилювач для посилення електричних сигналів; перетворювальний пристрій для перетворення електричних сигналів по амплітуді, формі, кількості й тривалості; показувальний або реєструвальний пристрій для перетворення електричного сигналу в сприйману людиною форму.

Реєструвальним пристроєм може бути стрілочний прилад, самопис, електромеханічний лічильник, цифровий індикатор, дисплей тощо; блок живлення для живлення окремих блоків приладу стабілізованою напругою. Для цієї мети можуть використовуватися акумулятори, батареї, високовольтні стабілізатори й інші засоби [2].

Висновки

В роботі докладно показано, як відбувається вплив іонізуючого випромінювання на середовище та яка взаємодія іонізуючого випромінювання із різними речовинами.

Отже, підсумовуючи результати дослідження, зазначимо, що розвиток атомної промисловості, широке використання ядерних технологій у різних галузях народного господарства привели до необхідності створення різних за своєю будовою детекторів іонізуючого випромінювання та методів реєстрації іонізуючого випромінювання.

Список літератури

Чернявський І.Ю., Марущенко В.В., Мартинюк І.М. Військова дозиметрія: навч. посіб. – Х.: ФВП НТУ «ХПІ», 2011. – 528 с.

Ключников О.О., Носовський А.В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. – К.: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. - 256 с.