

Величина $P(H_i/y(t))$ визначає апостеріорну (післдслідну) імовірність гіпотези H_i , тобто ймовірність наявності i -го сигналу в $y(t)$ з урахуванням всіх відомостей, які можна здобути зі спостережуваної реалізації $y(t)$. Отже ідеальний спостерігач приймає рішення на користь сигналу, що має найбільшу апостеріорну ймовірність, тобто діє за правилом максимуму апостеріорної ймовірності.

Якщо дані про апріорні ймовірності ненадійні і кращим є критерій мінімуму суми умовних імовірностей помилок (3), то відповідне оптимальне правило можна одержати з (8) при $p_i = 1/M$, $i = 0, 1, \dots, M - 1$:

$$w(y(t)/H_k) \stackrel{\hat{H}_k}{\geq} w(y(t)/H_i), \quad i = 0, 1, \dots, M - 1. \quad (10)$$

Умовна щільність імовірності $w(y(t)/H_i)$, визначена за умови істинності гіпотези H_i (присутності $s_i(t)$ в $y(t)$), - розглянута як функція номера гіпотези i при фіксованій реалізації $y(t)$, є функцією правдоподібності. Стратегія мінімізації виразу (3), зводиться до використання правила максимуму правдоподібності, тобто до підстановки прийнятої реалізації $y(t)$ у вираз для функції правдоподібності, відоме в силу детермінованості сигналів і статистичної визначеності перешкод, і підбору i , такого що максимізує функцію правдоподібності.

Таким чином, зменшити кількість помилок оператора можливо наступними шляхами. По-перше за рахунок підбору таких сигналів про стан об'єкта, які відрізняються один від одного настільки, що при впливі перешкод не відбувається їх переплутування при зіставленні об'єктивних зовнішніх сигналів з їх суб'єктивною смисловою оцінкою з боку індивідуальної свідомості. По-друге, так як сам по собі процес свідомого пошуку рішення оператором дуже повільний, у ситуаціях, які швидко розвиваються, імовірність того, що людина знайде потрібне рішення, у процесі мислення, зовсім мала. Основний шлях підготовки оператора до дій у конкретних виробничих ситуаціях полягає в постійному навчанні і тренуванні з метою переведення дій на рівень стереотипів.

Список літератури: 1. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навч. посібник / В.В. Бегун, І.М. Науменко - К., 2004 - 328 с. 2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1989 – 656 с.

Поступила в редколлегию 08.02.2010

УДК 538.69:331.45

А.Ф. ЛАЗУТСЬКИЙ, канд. військ. наук, НЮАУ, м. Харків

А.В. ПИСАРЄВ, канд. військ. Наук, НЮАУ, м. Харків

В.О. ТАБУНЕНКО, канд. техн. наук, Академія Внутрішніх Військ МВС України, м. Харків

ЩОДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПОВЕРХНЕВОГО РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

У статті розглянуто деякі аспекти визначення фізико-хімічних процесів поверхневого радіоактивного забруднення. В результаті проведеного аналізу встановлено, що по мірі

збільшення експозиції забруднення можлива іонообмінна адсорбція і в подальшому дифузія радіонуклідів, яка визначає поверхневе забруднення та вимагає застосування відповідних способів дезактивації.

The article reviews some aspects of determining physical and chemical processes radioactively-destructive surface contamination. As a result of the analysis showed that as increasing pollution exposure of possible ion-exchange adsorption and subsequent diffusion of radionuclides, which determines the surface contamination and requires the use of appropriate methods of decontamination.

Радіоактивні забруднення після Чорнобильської катастрофи, різноманітний асортимент різних радіоактивних (РА) частинок дозволяють по-новому підійти до розгляду фізико – хімічних основ поверхневого РА забруднення. Деякі аспекти фізико–хімічних процесів поверхневого РА забруднення розглянути авторами раніше [1].

У залежності від фізико-хімічної взаємодії між поверхнею, що забруднюється, і носіями активності при поверхневому забрудненні має місце адгезійний, адсорбційний і іонообмінний процеси РА забруднень.

Характерною рисою при адгезіоному забрудненні є збереження границі фаз між РА речовинами й об'єктом, що забруднюється.

Адгезія — це зв'язок, що утворюється при молекулярному фіксованому контакті між різнорідними конденсованими тілами, для порушення якої необхідно зовнішній вплив. Те тіло, що прилипає, називають адгезивом, а до якого прилипає адгезив — субстратом. Стосовно до РА забруднення субстрат утворює поверхні об'єктів, а адгезивом є РА речовини.

Виникнення адгезіоної взаємодії між РА речовинами і поверхнею об'єкта — одна з основних причин РА забруднень, особливо це стосується аварійних аерозольних викидів РА речовин у виді високодисперсних частинок, що супроводжували Чорнобильській катастрофі.

У залежності від властивостей адгезива розрізняють адгезію частинок (РА аерозолів, частинок-носіїв РА речовин і ін.), рідини (РА теплоносії, забруднена вода, відходи й ін.) і структурованих пружно – в'язко – пластичних тіл (переважно відходи).

Адгезія частинок 2 (рис. 1) [2] визначається силою f_{AD} . Значення цієї сили навіть для частинок одного розміру не однакова, а розподіл частинок за силами адгезії підкоряється нормально-логарифмічному закону, що можна представити у виді:

$$\varphi(f_{AD}) = \frac{\delta N}{N \cdot \delta f_{AD}} = \frac{0,43}{f_{AD} \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg f_{AD} - \bar{f}_{AD})^2}{2 \cdot \sigma^2} \right] df_{AD}, \quad (1)$$

де \bar{f}_{AD} — медіанна сила адгезії; σ — середнє квадратичне відхилення.

Числове значення сил адгезії визначається оцінкою зовнішнього впливу за допомогою сили f_{omp} , рівної, але протилежно спрямованій силі адгезії. Розподіл РА частинок за силами адгезії означає, що реалізуються максимальні і мінімальні сили адгезії, а фактичні значення сил адгезії знаходяться в діапазоні $f_{AD}^{мін} \leq f_{AD} \leq f_{AD}^{макс}$. Для практики дезактивації це означає, що частина частинок у процесі дезактивації стає такими, що важко видаляються. Особливо це

відноситься до високодисперсних частинок, тобто частинок малих розмірів. Зі зменшенням розмірів частинок медіанна сила адгезії \bar{f}_{AD} , віднесена до маси частинок m , тобто $\bar{f}_{AD} = f_{AD} / m$, різко збільшується. Якщо для частинок діаметром 100 мкм медіанна сила адгезії близька до $1g$ [3, 4], то для частинок діаметром 1 мкм — вже в сотні разів більше $1g$.

Таким чином, значна адгезія щодо дрібних частинок, розкид сил адгезії і наявність частинок, що важко видаляються — така одна з передумов недостатньої ефективності дезактивації в Чорнобилію.

Розглянемо особливості адгезії, коли РА речовини знаходяться у виді рідини. Адгезія визначає положення краплі рідини на гладкій поверхні 1 (рис. 1)

у залежності від балансу поверхневих натягів на границі поділу фаз [5], а саме: рідина — газ ($\sigma_{ЖГ}$) тверде тіло — газ ($\sigma_{ТГ}$) і тверде тіло — рідина ($\sigma_{ТЖ}$). В умовах рівноваги і з урахуванням крайового кута θ можна написати:

$$\sigma_{ТГ} = \sigma_{ТЖ} + \sigma_{ЖГ} \cdot \cos \theta; \quad \cos \theta = \frac{\sigma_{ТГ} - \sigma_{ТЖ}}{\sigma_{ЖГ}}. \quad (2)$$

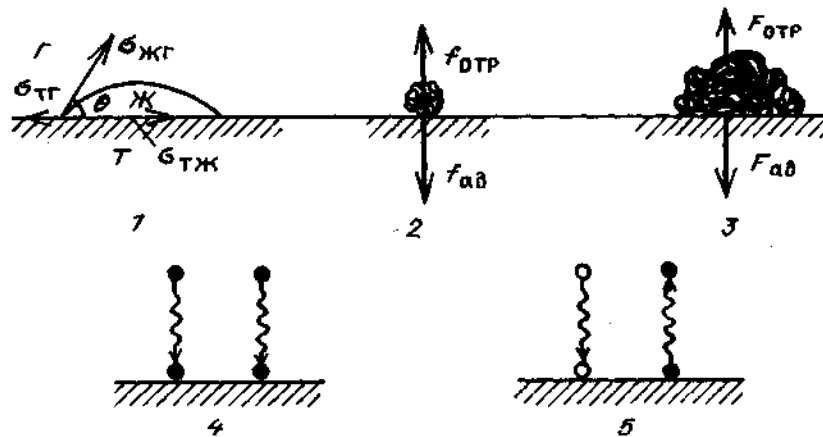


Рис.1. Поверхнєве РА забруднення за рахунок адгезії (рідини 2, частинок 1, структурованих тіл 3, адсорбції 4 і іонного обміну 5

Крайовий кут θ визначає змочування твердих поверхонь. Адгезія рідини і змочування — дві сторони того самого явища, названого адгезією взаємодією між рідиною і твердим тілом. Якщо адгезія - це зв'язок між рідиною і твердим тілом, то змочування визначає наслідок цього зв'язку.

З використанням рівняння (2), названим рівнянням Дюпре - Юнга, можна одержати вираз для рівноважної й зворотної роботи адгезії рідини W_{AD} :

$$W_{AD} = \sigma_{ЖГ} \cdot (1 + \cos \theta). \quad (3)$$

У залежності від крайового кута змінюється змочування поверхонь і рівноважна робота адгезії, обумовлена формулою (3). Якщо крайовий кут не перевищує 90° , то такі поверхні називають олеофільними, а стосовно води - гідрофільними. Чим менше крайовий кут, тим краще змочуються поверхні і більше рівноважна робота адгезії. На олеофобних поверхнях, а стосовно води гідрофобних, крайовий кут перевищує 90° . Подібні поверхні погано змочуються і реалізують незначну адгезію.

Ще раз підкреслимо, що рівняння (2) і (3) справедливі лише в рівноважних умовах і для зворотних процесів. Фактично в умовах РА забруднення і дезактивації подібні обмеження відсутні. Проте, за допомогою цих рівнянь можна оцінити тенденцію зміни адгезії рідини — у міру зменшення крайового кута і гідрофілізації поверхні збільшується робота адгезії рідини і змочування; навпроти, гідрофобізація поверхні приводить до зниження змочування й адгезіоної взаємодії.

Адсорбцією 4 (рис. 1) називають концентрування (згущення) речовин на поверхні поділу фаз. Речовину, на яку адсорбується інша речовина, називають адсорбентом, а речовина, сконцентрована на границі поділу фаз - адсорбатом. Стосовно до процесу РА забруднення адсорбентом виступають поверхні об'єктів, а адсорбатом - радіонуклід, що знаходиться в рідкому або газоподібному середовищі у виді іонів молекул або комплексних сполук.

Адсорбція, як і адгезія, самочинний процес, викликаний поверхневою енергією і поверхневим натягом на поверхні поділу фаз σ . Кількісно адсорбція виражається надлишком адсорбата в поверхневому шарі в порівнянні з його концентрацією в об'ємній фазі. Ця надлишкова кількість позначається Γ_i , що характеризує так названу Гіббсову адсорбцію. Ця величина показує, на скільки збільшилася концентрація адсорбата, у даному випадку радіонукліда (РН), на поверхні в порівнянні з його концентрацією в об'ємі та у відношенні будь якого РН у суміші з іншими дорівнює:

$$\Gamma_i = \frac{n_i}{B}. \quad (4)$$

Для порошкоподібного адсорбенту адсорбція дорівнює:

$$\Gamma_i = \frac{n_i}{M}, \quad (5)$$

де n_i - число молів адсорбата; B, M - поверхня і маса адсорбенту.

Основне рівняння адсорбції, названо рівнянням Гіббса, можна представити в наступному виді:

$$\Gamma = -\frac{C}{R \cdot T} \frac{d\sigma}{dC}, \quad (6)$$

де C - концентрація адсорбата; $\frac{d\sigma}{dC}$ - зміна питомої поверхневої енергії (поверхневого натягу) у залежності від концентрації; R - універсальна газова постійна.

Рівняння Гіббса у вигляді (6) зв'язує між собою основні параметри, що характеризують адсорбцію - T , C , Γ і σ , воно визначає можливість протікання адсорбції як самочинного процесу за рахунок зниження поверхневого натягу, тобто величини $\sigma(d\sigma/dC)$.

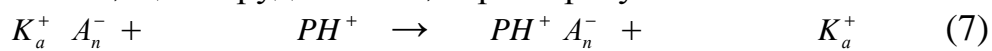
У залежності від природи адсорбційних сил розрізняють фізичну і хімічну адсорбцію; останню називають ще хемосорбцією. У результаті фізичної адсорбції, молекули РН зберігають свою індивідуальність. Взаємодія між ними і молекулами адсорбенту здійснюється за рахунок міжмолекулярної взаємодії (сил Ван дер Ваальса). У зв'язку з цим фізична адсорбція зворотна, мало специфічна, тобто практично не залежить від природи адсорбата (РН), зменшується з ростом

температури. Якщо теплота, що супроводжує фізичну адсорбцію, складає 10 - 40 кДж/моль, то при хемосорбції вона досягає 400 кДж/моль. У результаті хемосорбції молекули або іони РН, а так само сполуки утворюють з адсорбентом, тобто з забрудненим об'єктом, поверхневі хімічні сполуки. Хемосорбцію можна розглядати, як хімічну реакцію на поверхні поділу фаз.

При перебуванні РН у водному середовищі у виді іонів можлива іонообмінна адсорбція 5 (рис. 1). Іонний обмін — це зворотний процес еквівалентного (стехіометричного) обміну між іонами РН і поверхнею, що забруднюється.

В умовах РА забруднення РН повинні знаходитися в розчині в іонній формі. Вони з розчину переходять на поверхню, а іони з твердої поверхні переходять у розчин.

Якщо позначити RH^+ - радіоактивний іон, а $K_a^+ A_n^-$ - структуру твердої поверхні, то схематично іонообмінна адсорбція, тобто обмін іонами між РА розчином і поверхнею об'єкта, що забруднюється, характеризується в такий спосіб:



поверхня розчин поверхня розчин

За схемою (7) має місце так названий катіонний обмін, поверхня, що забруднюється, виконує роль катионіта.

Радіонукліди можуть входити до складу забруднюючого розчину. У цих умовах можливий аніонний обмін між поверхнею і розчином:



поверхня розчин поверхня розчин

Іонообмінна адсорбція є основним процесом, що визначає РА забруднення ґрунту, а також умовою закріплення РН у ґрунті під дією мінеральних добрив.

Розглянуті фізико – хімічні процеси поверхневого РА забруднення проявляються часто не окремо, а в комплексі. В реальних умовах можливе поєднання різних механізмів забруднення в певній послідовності. В свою чергу механізм РА забруднення залежить від форми існування РН, які входять до складу твердих частинок або розчинів, а також знаходяться в рідинному середовищі у вигляді іонів, молекул, різноманітних сполук або колоїдних розчинів. Все це і обумовлює застосування відповідних способів дезактивації.

Список літератури: 1. Лазутський А.Ф., Писарєв А.В., Табуненко В.О. Щодо питання визначення фізико-хімічних процесів глибинного радіоактивного забруднення // Вісник НТУ "ХПІ". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – № 16. – С. 13 – 17. 2. Зимон А.Д., Пикалов В.К. Дезактивація. - М.: ИздАТ, 1994. – 336 с. 3. Скитович В.И., Будыка А.К., Огородников Б.Н., Петрянов И.В. // Сб. докл. 1-го Всесоюзн. научно-техн. совещ. по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. М.: Минавтомэнерг, 1989. т.7, № 1. С. 89-101. 4. Клочков В.Н., Гольдштейн Д.С., Васькин А.С. и др. // Атомная энергия. 1990. т.68, № 2. С. 105-107. 5. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. М.: Химия, 1974.

Поступила в редколлегию 03.03.2010