

Вікторівна. – Одеса., 2001. – 200 с. 3. *Хенли Э.Дж.*. Надежность технических систем и оценка риска: пер.с англ./ Хенли Э.Дж., Куамото Х. — М.: Машиностроение, 1984.—528 с. 4. *Уряднікова І.В.* Методологія визначення ризиків при проектуванні і експлуатації систем водоочистки : матеріали науково-технічної конференції [«Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении»], (Одеса, 28-29 сентября 2006 г.)/ Министерство образования и науки Украины. – Одесса. – 2006.- с. 109 – 112. 5. *Уряднікова І.В.* Расчет вероятностей возникновения рисков в результате отказов различных блоков системы водоочистки ТЭЦ / И.В. Уряднікова, В.Г. Лебедев // Холодильна техніка і технологія. - Одеса, 2005. - № 2 (94). - С. 53 - 55. 6. *Уряднікова І.В., Лебедев В.Г.* Визначення ймовірностей ризиків при роботі системи водоочищення в перехідному і усталеному режимах / І.В. Уряднікова, В.Г. Лебедев // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - Київ, 2005. - № 3 (41). - С. 96 - 99. 7. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів: Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України № 37 від 18.05.95. - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України, м. Київ 1 червня 1995 року за № 162/698, (Із змінами, внесеними згідно з наказами Мінекобезпеки № 116 (z0477-95) від 26.10.95, № 8 (z0043-96) від 30.01.96, Наказом Мінекоресурсів № 48 (z0155-02) від 31.01.2002). 8. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 10 грудня 2008 року № 639. - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 січня 2009 р. за № 48/16064.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

УДК 538.69:331.45

А.В.ПИСАРЭВ, канд. військ.наук, НЮАУ ім.Я. Мудрого, Харків
В.А.МОЛОДЦОВ, канд.військ.наук, НЮАУ Мудрого, Харків
А.Ф.ЛАЗУТСЬКИЙ, канд. військ.наук, НЮАУ ім.Я. Мудрого, Харків
В.О.ТАБУНЕНКО, канд.. техн. наук, Академія Внутрішніх Військ МВС України, Харків
П.Д.БУРЯК, ст. викл., Академія Внутрішніх Військ МВС України, Харків

ХАРАКТЕРИСТИКА І НАСЛІДКИ ВТОРИННИХ РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

В статті розглянуті коефіцієнти диспергування і перенесення, які визначаються експериментальним і розрахунковим шляхами та дозволяють прогнозувати вторинне радіоактивне забруднення при контакті із забрудненими поверхнями різних об'єктів.

В статье рассматриваются коэффициенты диспергирования и перенесения, которые определяются экспериментальным и расчетным путями и позволяют прогнозировать вторичное радиоактивное загрязнение при контакте с загрязненными поверхностями разных объектов.

In the article the considered coefficients of dispersgating and transference, which are determined experimental and calculation ways and allow to forecast the second radiocontammant at a contact with the muddy surfaces of different objects.

Постановка проблеми: Вторинним радіоактивним (РА) забрудненням вважається перехід РА речовин з раніше забрудненого об'єкту на чистий

(незабруднений) або забруднений у меншій мірі. Досвід Чорнобиля показав, що один і той же об'єкт може за рахунок вторинних процесів забруднюватися кілька разів. У цих умовах вторинне забруднення становиться багатократним. Так, РА речовини можуть з місцевості, споруд, транспорту і особливо доріг, в протилежність первинному РА забрудненню, знову переходити у повітряне середовище, а потім осаджуватися, забруднюючи не лише джерело самого забруднення, але і раніше незабруднені об'єкти.

Не виключені, проте, й інші можливості вторинного РА забруднення, наприклад, забруднений нескошений трав'яний покрив переходить у ґрунт, забруднюючи землю. При пожежі в лісі РН перетворюються у дим і золу, забруднюючи повітря і поверхню землі. Деревина уловлює РА частинки, а дощ змиває їх на землю, потім вони проникають углиб ґрунту, а сприяють цьому процесу хробаки, які переносять РА забруднення на глибину до 30 см. Окрім того РА забруднення, що знаходяться на поверхні землі, розповсюджуються комахами-мурашками, мухами, метеликами тощо. Перенесення РН по харчовому ланцюгу (рис.1) складний і неоднозначний процес, він залежить від форми РН, дисперсного складу, особливостей біомаси та інших умов.

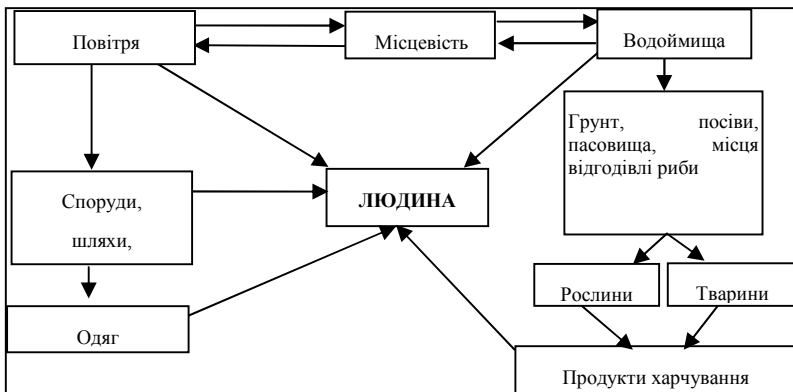


Рис. 1. Можливі шляхи вторинного РА забруднення

У свою чергу, перехід РА речовин з поверхні землі у повітря може бути викликаний різними причинами: вітром, рухом наземного транспорту, зняттям шару забрудненого ґрунту і його транспортуванням, посадкою і зльотом гелікоптерів та іншими

причинами. Підняті у повітря РА частинки розбавляються неактивними частками ґрунту. З цієї причини концентрація РА частинок у повітрі або активність за рахунок пилоутворення буде меншою у порівнянні з об'ємною активністю в процесі осідання РА частинок з РА хмари. Концентрація РА речовин або об'ємна активність приземного повітря після вторинного РА забруднення значно менша у порівнянні з тими ж параметрами первинного забруднення, тому що активні частинки в процесі вторинного забруднення розбавляються принаймні у сотні-тисячі разів частинками ґрунту. У повітрі м. Прип'ять об'ємна активність складала 10^{-13} Ки/м³, а за межами 5-ти км зони навколо ЧАЕС концентрація продуктів знизилася до 10^{-14} Ки/м³, а на території ЧАЕС вона складала $10^{-11} \dots 10^{-12}$ Ки/м³. Подібна об'ємна активність в приземному шарі повітря представляє небезпеку для людей [1].

З метою вивчення вторинного РА забруднення приземного шару повітря проводилося уловлювання РА частинок і аналіз аерозольних проб [2], узятих в липні-вересні 1986 р. в межах 30-км зони. Аналіз показав, що розподіл РА частинок підпорядковується нормально-логіфічному закону. Процес переходу частинок, у тому числі і РА, з поверхні землі у повітря зазвичай

називають пилоутворенням. Елементарний акт цього процесу можна представити за допомогою рис.2.

Пилоутворення визначається, з одного боку, швидкістю повітряного потоку, а з іншого - станом верхнього шару ґрунту, що містить РА частинки. Окрім швидкості повітряного потоку над поверхнею землі слід розрізняти, так звані, критичні швидкості пилоутворення: перша критична швидкість $v'_{кр}$ визначається подоланням ваги і аутогезії частинок, тобто сили взаємодії між частинками, а друга критична швидкість $v''_{кр}$ - підйом частинок на висоту H .

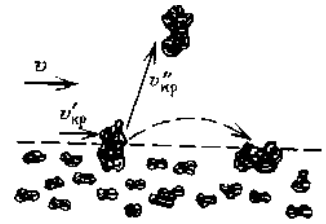


Рис.2. Пилоутворення під дією повітряного потоку

Перша стадія процесу є необхідною, але недостатньою. Якщо не буде реалізована друга критична швидкість, то станеться переміщення частинок (це переміщення на рис. 2 показано пунктирною стрілкою), а не перехід частинок у зважений стан. В цілому процес пилоутворення під дією повітряного потоку залежить від багатьох чинників, серед них найважливішими являються: структура пограничного шару повітряного потоку у поверхні землі, розмір і форма пилових частинок, нерівності місцевості тощо.

Окрім вітру пилоутворення в суху погоду викликане рухом транспорту по ґрунтовому шляху у результаті дії скатів автомобілів на верхній пилоподібний шар ґрунту і утворення вихрових потоків за рухомим транспортом. Пилоутворення відбувається при русі транспорту по магістралях, покритих асфальтом або бетоном.

Так, при інтенсивності руху в середньому за добу 3000 автомобілів верхній шар асфальтово-бетонного покриття завтовшки в 1 мм впродовж року зношується і переходить в повітря у вигляді аерозолів. Для цементно-бетонних покриттів знос за рік значно менший і складає 0,1 мм. До кінця доби масова концентрація дорожнього пилу може досягти 130 міліграм/м³ [3].

Рівень вторинного РА забруднення приземного шару повітря може бути зафіксований різним шляхом.

Інтенсивність пилоутворення можна оцінити вмістом пилу в одиниці об'єму повітря і залежно від маси повітря, що пройшло через джерело пилоутворення в

одиночку часу і наступну розмірність, що має, таку розмірність: $|G| = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = \frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

Загальна інтенсивність пилоутворення від РА забрудненої місцевості дорівнює:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4, \quad (1)$$

де: G_1, G_2, G_3, G_4 - відповідно інтенсивність пилоутворення за рахунок руху транспорту, під дією вітру, робіт, що проводяться на забрудненій місцевості та інших причин. Кількісно інтенсивність пилоутворення на щибенево-гравійових шляхах досягала $1,2 \cdot 10^{-3}$ кг/с, а на ґрунтових - 0,33 кг/с [4].

Інтенсивність пилоутворення можна віднести до одиниці площі, з якою має місце це пилоутворення, і характеризувати за допомогою приведенного параметра G' , що має розмірність, кг/м²·с.

Інтенсивність пилоутворення і значення параметрів G і G_1 , що характеризують цей процес, визначають перехід в приземний шар повітря пилу в сукупності його активної і інертної компоненти. Тому параметри G і G' не повною мірою відзначають РА забруднення повітряного середовища.

Забруднення повітря за рахунок переходу РА речовин із забруднених об'єктів, у тому числі і місцевості, кількісно можна оцінити за допомогою коефіцієнту диспергування.

Коефіцієнт диспергування дорівнює відношенню концентрації РА речовин в одиниці об'єму повітря n_A до забруднення поверхні з розрахунку на одиницю площі S_1 тобто

$$K_{\text{дис}} = \frac{V_A}{S_1}, \quad (2)$$

Якщо n_A і S_1 виміряються в одиницях, що характеризують активність, наприклад Кі/м^3 і Кі/м^2 відповідно, то коефіцієнт диспергування виміряється у м^{-1} .

У разі забруднення поверхні РА частинками, як це мало місце в Чорнобилі, значення коефіцієнту диспергування можна представити таким чином:

$$K_{\text{дис}} = \frac{V_A}{N_s}, \quad (3)$$

де: n_A - рахункова концентрація РА частинок у повітрі - число частинок в одиниці об'єму; N_s - число активних частинок на одиниці поверхні, що генерує в повітрі РА частинки.

У разі, коли забруднення повітря в приміщенні походить від забруднених стін, коефіцієнт диспергування дорівнює:

$$K_{\text{дис}} = \frac{\xi \cdot S}{e \cdot w}, \quad (4)$$

де: ξ - ймовірність переведення РА речовин із забрудненої поверхні у повітря; e - кратність обміну повітря в приміщенні за наявності вентиляції; S - поверхня, забруднена РА речовинами; w - об'єм приміщення.

На основі приведених узагальнень [1] коефіцієнт диспергування при дії повітряного потоку на відкритій місцевості складає $3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}$, при швидкості вітру 5 м/с і висоти від поверхні землі $0,3 \dots 0,6 \text{ м}$, а на закритій місцевості він знижується до $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-1}$. При видаленні РА забруднень з одягу в процесі діяльності людини або її імітації коефіцієнт диспергування може досягати 10^{-4} м^{-1} . У закритих приміщеннях, коли виключена дія повітряного потоку, а рух повітря здійснюється за рахунок конвективних струмів коефіцієнт диспергування стає мінімальним і рівним $10^{-7} \dots 10^{-10} \text{ м}^{-1}$.

При розрахуванні коефіцієнта диспергування за формулами (2) - (4) не врахований час, що характеризує процес переходу РА речовин із забрудненого об'єкту в повітря. З урахуванням цього приведений коефіцієнт диспергування можна виразити таким чином:

$$K' = \frac{K_{\text{дис}}}{\tau}, \quad (5)$$

Звичайний час диспергування обчислюють в годинах, тоді розмірність коефіцієнта диспергування рівна $\text{м}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$.

У звичайних умовах він коливається від $1,0 \cdot 10^{11}$ до $3,35 \cdot 10^{11}$ Бк/рік у даному випадку йдеться про величину пропорційну наведеному коефіцієнтові диспергування).

В процесі різноманітної діяльності люди можуть стикатися із забрудненими поверхнями транспортних засобів, споруд та інших об'єктів. В результаті відбувається перенесення РА речовин. Кількісно цей процес характеризується долею перенесеної активності при контакті із забрудненими поверхнями і виражається за допомогою коефіцієнту перенесення, який дорівнює

$$K_n = \frac{A_z}{A_g}, \quad (6)$$

де: A_z, A_g - активність із розрахунку на одиницю поверхні, Ки/м^2 або Бк/м^2 , що забруднюється і вихідної поверхні.

Іноді коефіцієнт перенесення виражається у відсотках. Переносима кількість РА речовин, що визначає вторинне забруднення, залежить від рельєфу і стану контактуючих поверхонь, природи РА забруднень, тиску, з яким прижимаються один до одного контактуючі тіла тощо.

Середні значення коефіцієнту перенесення РА частинок, діаметр яких не перевищував 50 мкм, залежно від тиску контакту характеризуються наступними даними:

Навантаження, кПа	15	100	260
Коефіцієнт перенесення:			
на одяг	0,05	0,30	0,50
на шкіру незахищену	0,20	0,70	0,85

Висновки: Навантаження 15, 100 і 260 кПа відповідають різній мірі притиску контактуючих поверхонь, а саме контакт без помітного зусилля, зіткнення під час роботи і навантаження під дією маси людини. При контакті із замасленою, забрудненою і такою, що має поглиблення поверхнями коефіцієнта перенесення може знижуватися приблизно на 15% у порівнянні з приведеними даними.

При збільшенні часу контакту, при зсуві стичних поверхонь значення коефіцієнта перенесення можуть збільшуватися.

Спостерігається зростання коефіцієнту перенесення із збільшенням розмірів частинок - при контакті легше переносяться відносно великі частки, які є носіями відносно більшої активності.

Таким чином, значення коефіцієнтів диспергування і перенесення, які визначаються експериментальним і розрахунковим шляхами, дозволяють прогнозувати вторинне РА забруднення при контакті із забрудненими поверхнями різних об'єктів.

Список літератури :1.Зимон А Д.,Пикалов В.К. Дезактивация. М., Издат, 1994. – 336с.
2.Чернобыль – пять трудных лет. Обзор под ред.Ю.В. Сивинчева, В.А. Качалова. Издат, 1992.
3.Пригода Ю Г.,Гордия Н.П., Бословска Л.Г. Гигиена и санитария. 1987, №7. с. 13...16 4. Berezhnof V.I., Valetova N.R., Dunaec G.E. // J. Radional and Nucl. Chem. Art. 1991. Vol 50, №2. P. 445...454.

Поступила в редколлегию 12.05.2011