

Практичні роботи з курсу «Радіогідрогеологія»

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

РОЗРАХУНОК ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДАХ

Для зменшення активності радіоактивних відходів вони розміщені в тимчасовому сховищі. Суміш радіонуклідів містить ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{106}Ru , а їх початкові активності сягали $N_{\text{Sr}0}$, $N_{\text{Cs}0}$, $N_{\text{Ce}0}$, $N_{\text{Ru}0}$ відповідно. Отже, загальна початкова активність становила $N_{\Sigma 0} = N_{\text{Sr}0} + N_{\text{Cs}0} + N_{\text{Ce}0} + N_{\text{Ru}0}$. У процесі зберігання активність відходів зменшується, що знижує їх небезпеку і робить можливим їх остаточне захоронення після певної витримки в часі.

Мета роботи. Необхідно визначити час мінімальної витримки радіоактивних відходів для їх більш безпечного остаточного захоронення.

Відомості з теорії. Під впливом природного розпаду активність радіоактивних елементів поступово зменшується за експоненціальною залежністю згідно із законом радіоактивного розпаду. Сумарна активність суміші радіонуклідів обчислюється за формулою

$$N_{\Sigma}(t) = N_{\text{Sr}}(t) + N_{\text{Cs}}(t) + N_{\text{Ce}}(t) + N_{\text{Ru}}(t) \quad (1.1)$$

де $N_{\text{Sr}}(t)$, $N_{\text{Cs}}(t)$, $N_{\text{Ce}}(t)$, $N_{\text{Ru}}(t)$ – активності радіонуклідів у момент часу t , кожна з яких визначається за формулою

$$N_I(t) = N_{I,0} \exp(-\lambda t) \quad (1.2)$$

Константи розпаду обчислюються за формулою

$$T_I = \ln 2 / \lambda \quad (1.3)$$

на основі періоду піврозпаду, значення якого для найбільш поширених радіонуклідів приводяться у додатку.

У випадку одного елемента момент часу t , коли активність радіонукліду становитиме $N(t)$, можна визначити з рівняння

$$t = 3,32 T_{0,5} \lg N_0 / N(t) \quad (1.4)$$

де N_0 – початкова активність радіонукліду.

Якщо розглядається суміш елементів, отримати залежність виду (1.4) неможливо. Тоді слід оцінювати час зменшення сумарної початкової

активності $N_{\Sigma 0}$ до необхідного рівня на основі формули (1.1), наприклад за побудованим графіком.

Вихідні дані для розрахунків залежно від номера j , за яким у журналі групи записано прізвище студента, наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Параметри для розрахунку

Початкові активності радіонуклідів, K_i				Період розрахунку t_p , років	Зменшення сумарної початкової активності через проміжок часу t_p , разів	
^{90}Sr	^{137}Cs	^{144}Ce	^{106}Ru		2	5
$50+j\cdot 0,5$	$20+j\cdot 0,5$	$10+j\cdot 10$	$10+j\cdot 10$	100		

Порядок виконання

1. Використовуючи засоби обчислень у програмі MathCad або MS Excel, скласти формули для обчислень за залежністю (1.1).
2. Виконати розрахунок зменшення активності окремих радіонуклідів та їх суміші в період часу до моменту t_p , подати результат у вигляді графіка із сумарною активністю та активністю окремих радіонуклідів.
3. На основі графіка оцінити періоди часу, що необхідні для зниження активності суміші згідно з параметрами в табл. 1.
4. Зробити висновки відносно того, якими елементами переважно визначається радіоактивність у початковий та заключні періоди прогнозу.

Звіт має містити постановку задачі з конкретними даними для розрахунку, графіки, результати та висновки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2
РОЗРАХУНОК ВМІСТУ МАТЕРИНСЬКОГО ТА ДОЧІРНЬОГО
РАДІОНУКЛІДІВ У ХВОСТОСХОВИЩІ

Опис процесу. У хвостосховищ відходів переробки радіоактивних руд містяться елементи ланцюга розпаду природних радіонуклідів, зокрема, ізоотп ^{226}Ra (початкова активність $N_{1,0}$) та ізоотп ^{210}Pb (продукт розпаду ^{226}Ra через кілька короткоживучих ізоотпів, початкова активність $N_{2,0}$). Період піврозпаду материнського ізоотпу становить $T_1=1600$ років, дочірнього ізоотпу $T_2=22,3$ роки. Частина радіонуклідів знаходиться у розчинному стані й фільтрується через днище хвостосховищ у ґрунтові води.

Мета роботи. Визначити зміну сумарної активності перших двох елементів ланцюга розпаду – ізоотпів ^{226}Ra та ^{210}Pb .

Відомості з теорії. Активність материнського ізоотпу $N_1(t)$ змінюється згідно із законом радіоактивного розпаду за формулою

$$N_1(t) = N_{1,0} \exp(-\lambda t) \quad (1.1)$$

Сумарна активність двох і більше радіонуклідів визначається аналогічно формулі

$$N_{\Sigma}(t) = N_{Sr}(t) + N_{Cs}(t) + N_{Ce}(t) + N_{Ru}(t) \quad (1.2)$$

У загальному випадку оцінити втрати радіонуклідів внаслідок фільтрації через днище хвостосховищ дуже складно. Припустимо, що обидва ізоотпи рівномірно розподілені по об'єму хвостових матеріалів, а втрати радіонуклідів через низхідну фільтрацію приблизно складають певну частину p (1/рік) від їх наявної кількості у сховищі.

Активності материнського та дочірнього радіонуклідів з урахуванням низхідної фільтрації описуються формулами

$$N_1(t) = N_{1,0} \exp(-(\lambda + p)t), \quad (1.3)$$

$$N_2(t) = \lambda_1 N_{1,0} e^{-pt} / (\lambda_2 - \lambda_1) \{ \exp(-\lambda_1 t) - \exp(-\lambda_2 t) \} + N_{2,0} \exp(-(\lambda_2 + p)t) \quad (1.4)$$

Вихідні дані для розрахунків залежно від номера j , за яким у журналі групи записано прізвище студента, наведені у таблиці 1.

Вихідні дані для розрахунків

Варіант	1	2	1	2
Ізотоп	Початкова активність N_0 , Кі		Щорічні втрати радіоактивності на низхідну фільтрацію p , 1/рік	
^{226}Ra	$300+j$	$10+j$	0,00001	0,0001
^{210}Pb	$40+j$	$40+j$		

Час розрахунку – 100 років.

Порядок виконання

1. Користуючись засобами програм MathCad або MS Excel, скласти формули для визначення активності окремих ізотопів та їх сумарної активності на основі співвідношень (1.3) та (1.4).

2. Визначити активність кожного з компонентів ланцюжка розпаду та їх сумарну активність без урахування втрат на фільтрацію через днище хвостосховищ ($p=0$) та з урахуванням цих втрат ($p>0$). Результати розрахунків подати у вигляді графіків.

3. Зробити висновки щодо впливу параметрів розпаду та низхідної фільтрації на активність радіонуклідів у хвостосховищ.

Звіт має містити постановку задачі з конкретними даними для розрахунку, графіки, результати та висновки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3
ТИПИ ПРИРОДНИХ РАДІОАКТИВНИХ ВОД ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ
ФОРМУВАННЯ

Підготувати короткі повідомлення з презентацією по типам радіоактивних вод за варіантами. Описати їх основні характеристики, умови формування, особливості використання:

№ варіанту	Типи радіоактивних вод
1.	Радонові води
2.	Радонові води кори вивітрювання
3.	Радонові води тектонічних тріщин
4.	Радонові води еманувальних колекторів
5.	Радієві води
6.	Уранові води
7.	Радоно-радієві води
8.	Урано-радієво-радонові води
9.	Урано-радонові

Презентувати підготовлену інформацію на практичному занятті.