

РАДІОАКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація

Визначено ефективні питомі активності природних радіонуклідів у будівельних матеріалах та промислових відходах. Встановлено клас радіаційної небезпеки досліджених промислових відходів. Показано варіювання радіоактивності гранулометричних фракцій промислових відходів.

Ключові слова: природні радіонукліди, ефективна питома активність, будівельні матеріали, промислові відходи.

Abstract

The effective specific activities of natural radionuclides in building materials and industrial wastes were determined. The class of radiation danger of researched industrial wastes is established. The variation of radioactivity of granulometric fractions of industrial wastes is shown.

Keywords: natural radionuclides, effective specific activity, construction materials, industrial wastes.

Вступ

Природний радіаційний фон є постійно діючим абіотичним фактором. Але внаслідок техногенної діяльності людини, використання різноманітних будівельних та інших матеріалів на сучасному етапі спостерігаються відхилення від природних меж потужності радіаційного фону. Ці відхилення впливають на життєдіяльність людини, можуть зумовити збільшення ризику канцерогенезу та інших захворювань [1].

Використання будівельних матеріалів і промислових відходів для будівництва житлових приміщень вимагає постійного контролю за вмістом у сировині природних радіонуклідів (ПРН), який відрізняється великою різноманітністю. Проблема оцінки впливу на людей малодозової радіації від будівельних матеріалів житлових приміщень є досить актуальною [1, 2]. Тому метою роботи було визначення радіоактивності зразків будівельних матеріалів і промислових відходів, що можуть використовуватися при їх виробництві.

Результати дослідження

Дослідження радіоактивності будівельних матеріалів і промислових відходів проведено за допомогою гамма-спектрометричного аналізу, виконаного на сцинтиляційному гамма-спектрометрі СЕГ-001 «АКП-С», діапазон вимірюваних енергій гамма-випромінювання якого становить від 50 до 3000 кеВ. Досліджувані проби поміщали в вимірювальну посудину Марінеллі об'ємом 1 л. Час вимірювання активності ПРН в середньому становив 2 години. Для обробки результатів вимірювань використовувалося програмне забезпечення Akwin.

Згідно Норм радіаційної безпеки України критерієм радіаційної оцінки будівельних матеріалів і сировини для їх виробництва є ефективна питома активність ($C_{\text{еф.}}$) природних радіонуклідів. Величини ефективної питомої активності ПРН визначають як зважену суму питомих активностей ^{226}Ra (C_{Ra}), ^{232}Th (C_{Th}) і ^{40}K (C_{K}) за формулою [3]

$$C_{\text{еф.}} = C_{\text{Ra}} + 1,31C_{\text{Th}} + 0,085C_{\text{K}}, \text{ Бк/кг}, \quad (1)$$

де 1,31 та 0,085 – відповідно зважені коефіцієнти для ^{232}Th і ^{40}K по відношенню до ^{226}Ra .

Результати розрахунку $C_{\text{еф.}}$ зразків будівельних матеріалів за результатами гамма-спектрометричного аналізу наведено в табл. 1. Величина $C_{\text{еф.}}$ природних радіонуклідів у досліджених будівельних матеріалах змінюється в широкому діапазоні в межах радіоактивності I класу радіаційної небезпеки ($C_{\text{еф.}} \leq 370$ Бк/кг [3]). Для зразків гранвідсіву, щебню та бетону величина $C_{\text{еф.}}$ перевищує середню $C_{\text{еф.}}$ по СНД (93 Бк/кг) та по Україні (106 Бк/кг) [4]. Середні питомі активності ПРН в різних

викопних матеріалах залежать від родовищ, звідки видобувається мінеральна сировина. Велику роль радіоактивність матеріалів відіграє при виготовленні бетонів, адже в ньому зосереджені матеріали, які мають власний радіаційний фон, а саме цемент та заповнювачі – пісок, щебінь або гравій. Бетон є найбільш поширеним будівельним матеріалом, при виробництві якого використовують промислові відходи, такі як доменні шлаки, золошлакові відходи та ін. [5].

Таблиця 1 – Ефективна питома активність будівельних матеріалів

Матеріал	$C_{\text{эф.}}$, Бк/кг	Середнє значення $C_{\text{эф.}}$, Бк/кг
Цемент	32,9 – 82,8	54,0
Пісок	12,3 – 36,9	17,3
Гранвідсів	83,4 – 257	135,0
Щебінь	83,8 – 365	201,6
Бетон	82,4 – 179	119,3

Результати гамма-спектрометричного дослідження промислових відходів (табл. 2), показують, що до складу всіх досліджених зразків входять ПРН: представники радіоактивних сімейств ^{226}Ra , ^{232}Th (α , γ – випромінювачі) і ^{40}K (β , γ – випромінювач). Основний внесок у величину $C_{\text{эф.}}$ в більшості випадків вносить радіонуклід ^{226}Ra , потім – ^{232}Th . Згідно величини $C_{\text{эф.}}$ досліджені промислові відходи відносяться до I класу радіаційної небезпеки, тому можуть використовуватися в будівництві без обмеження.

Таблиця 2 – Результати гамма-спектрометричного аналізу промислових відходів

Зразок	$C_{\text{эф.}}$, Бк/кг	C_i , Бк/кг (внесок, %)		
		^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Доменні шлаки				
Відвальний доменний шлак ПАТ «Запоріжсталь»	76,1 ± 12,9	134 (69,4)	40,6 (21,0)	18,4 (9,6)
Відвальний доменний шлак ПРАТ «ММК імені Ілліча»	99,6 ± 13,1	142 (63,7)	58,4 (26,2)	22,3 (10,1)
Відвальний доменний шлак ПАТ «ДМК»	100 ± 11,0	83,9 (49,8)	57,5 (34,1)	27,2 (16,1)
Гранульований доменний шлак ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	127 ± 14,7	116 (51,4)	85,1 (37,7)	24,5 (10,9)
Золошлакові відходи				
Золошлак Слов'янської ТЕС	259 ± 25,3	785 (82,1)	101 (10,6)	69,5 (7,3)
Золошлак Есхарівської ТЕС-2	244 ± 24,9	732 (81,9)	97,8 (10,9)	64,0 (7,2)
Золошлак Зміївської ТЕС	254 ± 26,6	761 (81,9)	101 (10,9)	67,3 (7,2)
Зола Ладизинської ТЕС	250 ± 24,8	647 (79,0)	99,9 (12,2)	72,2 (8,8)
Відходи вуглевидобутку				
Перегорілі відвальні породи шахти «Ольховатська»	251 ± 31,7	1050 (88,1)	73,7 (6,2)	67,7 (5,7)
Перегорілі відвальні породи шахти ім. Челюскінців	225 ± 28,1	610 (80,0)	92,1 (12,0)	61,6 (8,0)
Негорілі відвальні породи шахти «Хмельницька»	172 ± 20,6	815 (90,1)	45,9 (5,1)	43,7 (4,8)
Негорілі відвальні породи шахти ім. Я.М. Свердлова	121 ± 18,8	470 (86,8)	40,8 (7,5)	30,6 (5,7)
Негорілі відвальні породи шахти «Павлоградська»	184 ± 21,5	746 (85,4)	68,6 (7,8)	59,2 (6,8)
Негорілі відвальні породи шахти «Білицька»	210 ± 25,7	746 (85,4)	68,6 (7,8)	59,2 (6,8)

Основний внесок у сумарну активність доменних шлаків вносить ізотоп ^{40}K , на другому місці – ^{226}Ra , внесок якого перевищує 20% (табл. 2), що становить небезпеку радоновиділення. При цьому

встановлено варіювання радіоактивності гранулометричних фракцій промислових відходів. Рис. 1 показує залежність величини $C_{\text{эф}}$ відвального доменного шлаку ПАТ «Запоріжсталь» від розміру частинок фракції. Перевищення середньої питомої активності виражено для фракцій 1,25-2,5 мм і особливо 2,5-5 мм. Найменша $C_{\text{эф}}$ (74,3 Бк/кг) і низький вміст ^{226}Ra встановлено для фракції >20 мм.

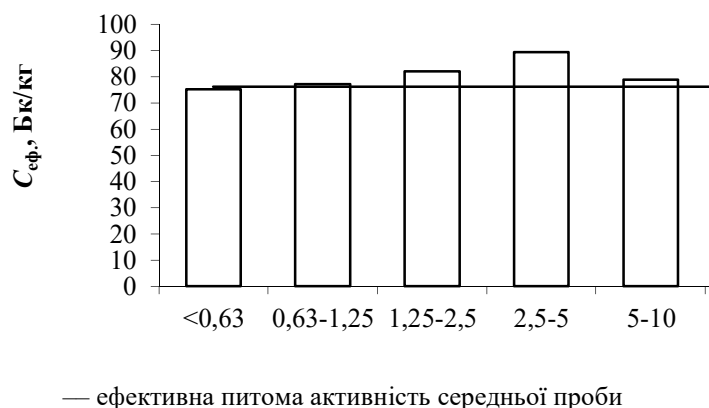


Рис. 1. Залежність $C_{\text{эф}}$ відвального доменного шлаку ПАТ «Запоріжсталь» від розміру частинок

Величини $C_{\text{эф}}$ золошлакових відходів практично не відрізняються між собою, як і внесок окремих ПРН в неї (табл. 2). Тому не існує обмежень щодо використання в будівництві окремих гранулометричних фракцій золошлаків.

Виявлена підвищена питома активність перегорілих порід вуглевидобутку в порівнянні з негорілими породами відвалів. Серед фракцій перегорілої породи шахти «Ольховатська» найменша радіоактивність характерна для фракції >20 мм, найбільша – <0,63 мм, що пов'язано з підвищенням питомої активності ^{226}Ra і ^{232}Th у даній фракції.

У зв'язку з цим доцільно в межах рівнів радіоактивності для I класу радіаційної небезпеки вибирати матеріал з найменшою ефективною питомою радіоактивністю і низьким вмістом ^{226}Ra .

Висновки

Зменшення радіоактивності будівельних матеріалів можливо за рахунок використання низькорадіоактивних складових як природного, так і техногенного походження та використання технологічних заходів обробки матеріалів, при яких зменшується їх радіоактивність для забезпечення допустимих рівнів опромінення людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Распутна Т. А. Оцінка еквівалентної дози опромінення в житлових приміщеннях м. Житомира / Т. А. Распутна, В. П. Краснов // Тези Всеукр. наук.-практич. конф. «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції», 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С. 19.
2. Хоботова Е. Б. Радіоактивність бетонів як багатокомпонентних будівельних матеріалів / Е. Б. Хоботова, І. В. Грайворонська, М. М. Кірієнко // Інженерія природокористування. – 2020. – № 1(15). – С. 117-124.
3. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К.: МОЗ, 2003. – 159 с.
4. Ахременко С. А. Управление радиационным качеством строительной продукции: Учеб. пособие / С. А. Ахременко. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 237 с.
5. Очеретний В. П. Шляхи зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів / В. П. Очеретний, О. М. Друкований // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. – № 1. – С. 41-45.

Ігнатенко Марина Іванівна — канд. техн. наук, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, e-mail: m_ignatenko@ukr.net

Ihnatenko Maryna I. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, e-mail: m_ignatenko@ukr.net