

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ РАДІАКТИВНІСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ

В. П. Очеретний, О. М. Друкований

В статті наведені експериментальні матеріали, які показують, що карбонатна добавка у вигляді розмолотої муки заданого помолу зменшує радіактивність цементних розчинів, бетонів та будівельних матеріалів на їх основі. Наведена характеристика та кількість карбонатних відходів на кар'єрах Вінницької області.

В статье приведены экспериментальные материалы, которые показывают что карбонатная добавка в виде размолотой муки заданного помола уменьшает радиоактивность цементного раствора, бетона и строительных изделий на их основе. Дана характеристика и количество карбонатных отходов на карьерах Винницкой области.

The experimental materials are cast in this entry. This material points that carbonated agent take a control milling sorrow augments reduce radioactivity on percents, concrete and construction products. The characteristic and amount of carbonate waste in the quarries of the Vinnitsa region.

Вступ

Останніми роками у зв'язку з Чорнобильською катастрофою значно загострився інтерес до питань, пов'язаних з дією радіації на організм людини. Основна увага надається впливу саме тієї радіоактивності, яка виникла в результаті викиду при аварії на ЧАЕС.

Проте для більшості населення визначальними джерелами опромінювання є не викиди Чорнобиля. Найбільшу дозу опромінювання, людина одержує від природних джерел радіації або природного постійного радіаційного фону. Він складається з космічної радіації і природних радіоактивних елементів земної кори (урану, радію, торію, калію тощо). До 94 % сумарної дози радіації людина отримує від природних джерел зовнішнього опромінювання, яка формується природними гамма-опромінюючими радіонуклідами, що містяться в будівельних матеріалах.

Метою дослідження та основною задачею є отримання складу цементного розчину, бетону та будівельних виробів з пониженим вмістом в'язучого компонента, високими його фізико-механічними властивостями та низькою радіоактивністю.

Основна частина

Світова наука постійно працює над створенням сучасних матеріалів, в яких компоненти при перемішуванні взаємодіють на молекулярному рівні. За рахунок полярної електростатичної взаємодії підвищується міцність хемосорбційних зв'язків, збільшується морозостійкість, покращується адгезія матеріалу та зменшується радіоактивність.

Формування доз опромінювання населення залежить від якості будівлі. Людина знаходиться в будівлі майже 80 % часу. Будівля – це екран для зовнішнього поглинання радіації (космічної, техногенної), а з іншого боку, – будинок сам формує дозу радіації за рахунок вмісту радіоактивних матеріалів в конструкціях.

Щодо поглинання радіації дерев'яні і глиняні будинки більш ефективні – стіни поглинають не більше 15 % зовнішнього гамма-випромінювання, а сам матеріал має мінімальну радіоактивність.

Кам'яні будівлі (цегляні, бетонні) поглинають до 85-95 % зовнішнього випромінювання сонячної радіації, що практично робить стіни і перекриття кімнат основним джерелом техногенної радіації.[2] Таким чином, із зростанням частки населення, що живе в кам'яних будинках, доза опромінювання як правило, збільшується.

Тепер про радіоактивні властивості самих будівельних матеріалів. Частина використовуваних матеріалів і їхніх складових має чисто природне походження (будівельний камінь, пісок, гравій, щебінь). Вміст в них урану, торію і калію визначається географічними характеристиками місця видобування, серед яких можуть виявитися як кар'єри із відносно малими концентраціями радіонуклідів, так і родовища гранітних і інших порід з концентраціями, які

значно перевищують допустиму величину.

Для отримання цегли, цементу, вапна і ряду інших матеріалів потрібна промислова переробка природної сировини. При цьому починаються позначатися технологічні особливості переробки. Так, концентрація радіонуклідів в готовому цементі виявилася на 36 % вища від концентрації в початковій сировині.

Разом з традиційними природними матеріалами сучасна будівельна індустрія, що потребує великої кількості дешевого матеріалу, починає все більше розширювати їхній асортимент і використовувати тверді відходи або побічні продукти вугільної промисловості, теплових електростанцій, металургії і виробництва добрив. Застосування в будівництві панелей зі шлаку доменних печей, шлакоблоків і панелей з фосфогіпсу приводить до збільшення потужності дози в 5-10 раз у порівнянні з такою на відкритій місцевості. Природно, що при великому об'ємі використання будівельних матеріалів з підвищеними концентраціями природних радіонуклідів і враховуючи географію їхніх поставок, що все більш розширяється, дозове навантаження може вирости. [10]

Наведемо будівельні матеріали, що мають концентрацію природних радіонуклідів, яка перевищує норматив. Це, передусім:

1. Гірські породи (мармур, граніт, різного роду пісок, цемент, гранітний щебінь, відсів).
2. Бетон, що містить щебінь з підвищеною радіоактивністю або зроблений з відсіву.
3. Матеріали, що виготовляються з відходів гірничорудної, металургійної, хімічної промисловості шлаки, фосфогіпсу та інші.

Радіоактивність будівельних матеріалів залежить від родовища. Так, наприклад, щебінь Орліковського (Полтавська область), Токовського, Маринського, Усть-Каменського (Дніпропетровська область), Березовського (Житомирська область) кар'єрів має високу радіоактивність і відноситься до III-IV класу будівельних матеріалів згідно із будівельними і гігієнічними нормативами, тобто їхнє використання заборонено в житловому будівництві.

Фосфогіпс – побічний продукт, що утворюється при переробці фосфорних руд, широко використовувався при виготовленні будівельних блоків, сухої штукатурки, перегоронок і навіть цементу. Він дешевший природного гіпсу, і його застосування схвалилось захисниками навколишнього середовища, оскільки фосфогіпс відноситься до розряду промислових відходів і, таким чином допомагає зберегти природні ресурси і зменшити забруднення навколишнього середовища. Проте фосфогіпс має набагато більшу питому радіоактивність, ніж природний гіпс, який він покликаний замінити і люди, що живуть в будинках, побудованих з його застосуванням, піддаються опромінюванню на 30% більш інтенсивному, ніж мешканці інших будинків.

Серед деяких промислових відходів з високою радіоактивністю, що застосовувалися в будівництві, потрібно назвати цеглину з червоної глини – відходу виробництва алюмінію, доменний шлак – відходи чорної металургії.

Найбільш вагомим з всіх природних джерел радіації є матеріал який є невидимим, він не має смаку і запаху – це важкий газ (в 7,5 раза важчий за повітря) радон.

Радон концентрується у повітрі в середині приміщень лише тоді, коли вони в достатній мірі ізольовані від зовнішнього середовища. Поступаючи всередину приміщення тим чи іншим шляхом (просочуючись через фундамент і підлогу з ґрунту або виходячи з матеріалів, використаних в конструкціях), радон нагромаджується в будинку. В результаті в приміщенні можуть виникати досить високі рівні радіації, особливо якщо будинок стоїть на ґрунті з відносно підвищеним вмістом радіонуклідів або якщо при його зведенні використовували матеріали з підвищеною радіоактивністю. Тому важливо знати про концентрацію радону в тих приміщеннях (квартира, офіс), де людина знаходиться тривалий час [5].

Концентрація радону у верхніх поверхах багатоповерхових будинків, як правило, нижча, ніж на першому поверсі.

Відповідно до Законів України «Про захист прав споживача» ст. 3 і «Про захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання» ст. 13 для того, щоб захистити себе від можливого додаткового опромінювання, рекомендується проводити вимірювання потужності поглиненої дози гамма-випромінювання в житлових приміщеннях при операціях купівлі-продажу.

При придбанні будь-яких будівельних матеріалів (в т. ч. і імпортих), які будуть використовуватися у будинку, офісі, вимагайте від продавців або постачальників паспорта радіаційної якості.

Практично всі кам'яні матеріали мають радіацію. А ряд гірничих порід мають концентрацію радіації, яка перевищує допустиму норму в 370 Бк/кг.

До них відносяться окремі граніти, бетони зроблені із щебню з радіацією 370 Бк/кг, а також відходи гірничорудної промисловості, металургійної та хімічної промисловості (шлаки, фосфогіпс та інші). В Україні розробляють граніти, де матеріали мають радіоактивність вище допустимої. [9]

Тому настав час дослідити та розробити такі будівельні матеріали, які мають мінімальну радіацію. Для цього потрібно використовувати не радіоактивну сировину, до таких матеріалів відносять карбонатні породи, відходи видобутку. Їх питома радіоактивність складає 10-30 Бк/кг.

Наведемо окремі кар'єри залягання карбонатних порід по Вінницькій області [10].

Таблиця 1

Властивості карбонатних порід в кар'єрах Вінницької області

Н/Н ПР	Назва рудовищ	Район	Запаси тис.т.	Об'єми відвалів, тис.т.	Потуж- ність, м ²	Склад основних компонентів,%			Міц- ність, МПа
						CaCO ₃	MgCO ₃	SiO ₂	
1	Студенське	Піщанський	31400	2100	24,7	92-92,8	0,2-3,0	0,4-5	3,0-70
2	Мурафське	Шаргородський	37000	4800	17,7	92,5-95	3,1	0-4	11-35
3	«Вілін»	Томашпільський	68400	2000	6,5	93-98,3	0,7-3	0,1-5	20-30
4	Боровське	Могилів- Подільський	1000	100	10	92,5-95,7	0,7-3	0,4-3	5-20
5	Немийське	Могилів- Подільський	13752	150	2-10,5	93-98	0,4-6	0,8-2,75	5-20
6	Мервінське	Могилів- Подільський	147	100	3,2	91-97	0,4-6	2,6-3,1	5-20

Наведені дані показують, що запаси карбонатних порід достатні для широкого промислового використання.

Наведемо дослідження радіоактивності різних будівельних матеріалів на кар'єрах Вінницької області.

Таблиця 2

Радіоактивність гірничих порід

Кар'єри Вінницької області	Матеріал	Одиниця радіоактивності Бк/кг
Сабарівський гранітний кар'єр Вінницького р-ну	граніт	350-420
	відсів	450-500
Стрижавський гранітний кар'єр Вінницького р-ну	граніт	300-320
	відсів	350-400
Мурафський кар'єр Шаргородського р-ну.	Ракушняк, відходи карбонату	35-65
Кар'єр «Вілін» Томашпільського р-ну	Ракушняк, відходи карбонату	38-60
Сакчинський гранітний кар'єр Немирівського р-ну.	граніт	250-280
	відсів	300-350

Дослідження показують, що карбонатні породи мають в 7-10 разів меншу радіацію.

Проблемою використання відходів вапняка-черепашника (карбонатного) займалось багато дослідників, але ніхто не досліджував впливу сумісного помелу відходів вапняку з іншими складовими цементного розчину.

Нами проведені дослідження сумісного помелу складових розчину на його радіоактивність

В подальшому були проведені дослідження щодо впливу сумісного помелу карбонатного наповнювача на фізико-механічні властивості розчинів та їх радіоактивність.

Таблиця 3

Вплив сумісного помелу на радіоактивність матеріалів

№ П/П	Назва матеріалу	Вид помелу	Одиниця радіоактивності, Бк/кг
1	Пісок	Без помелу	150-170
2	Цемент	Без помелу	130-140
3	Карбонатний наповнювач	Без помелу	34-70
4	Пісок, цемент, карбонатний наповнювач	Сумісний	10-18

Таблиця 4

Вплив сумісного помелу на радіоактивність цементного розчину

склад	зразок	Цемент, г	Пісок, г	Вода, г	Вага карбонатної муки г	Вид помелу	Рст. МПа	Одиниця радіоактивності, Бк/кг
1	1	500	1500	200	0	Без помелу	22,3	140
	2	500	1500	200	0	Без помелу	21,6	
	3	500	1500	200	0	Без помелу	23,2	
2	1	500	1275	200	225	Роздільний	32,8	90
	2	500	1275	200	225	Роздільний	31,6	
	3	500	1275	200	225	Роздільний	31,1	
3	1	500	1275	200	225	сумісний	54,0	15
	2	500	1275	200	225	сумісний	58,0	
	3	500	1275	200	225	сумісний	46,0	

Вплив карбонатного наповнювача на радіоактивність бетонів та будівельної цегли наведений в таблиці 5 і 6. З даних указаних таблиць видно, що карбонатний наповнювач дезактивує радіоактивність бетонів та будівельної пресованої цегли в 5-7 разів.

Таблиця 5

Зміна радіоактивності бетонів при різних способах їх приготування

Спосіб приготування та склад бетону	Радіоактивність бетону Бк/кг
Бетон при звичайному способі приготування в складі пісок, цемент, щебінь, вода	190-250
Бетон при звичайному способі приготування в складі пісок, мелений карбонат, цемент, щебінь, вода	100-120
Бетон при сумісному помелі піску, цементу та молотого карбонатного наповнювача з додаванням води та щебеню	30-50

Таблиця 6

Радіоактивність складових пресованої цегли та радіоактивність пресованої цегли

Назва матеріалу	Радіоактивність Бк/кг
Цемент	120-140
Карбонатний відсів	35-70
Молотий карбонат	5-10
Цегла М100, в якій молотого карбонату 30 %	20-40
Цегла М200, в якій молотого карбонату 100 %	5-10

Висновки

- Карбонатних відходів на кар'єрах Вінницької області достатньо для широкого використання при виробництві будівельних матеріалів і вони мають радіоактивність в 7-10 разів меншу від інших матеріалів та в 2-3 рази менший від піску.
- При сумісному помелі складових розчинів та бетонів і карбонатного наповнювача відбувається дезактивація суміші в 5-7 разів, крім того міцність розчинів та бетонів на їх основі збільшується в 2,5 раза.
- Розроблені склади розчинів та бетонів з невисоким рівнем радіоактивності та підвищеними фізико-механічними властивостями.

Використана література

1. Пинус Э. Р. Структурообразующая роль карбонатных заполнителей в цементном бетоне.// Научн.-техн. сообщ. ВНИИНеруд. – Ставрополь-на-Волге. – 1962. – № 8. – с. 48-51
2. Лысенко Е. И. Некоторые особенности известняка-ракушечника как заполнителя для цементных бетонов.// Пути повышения стойкости и долговечности строительных материалов и конструкций. – Ростов-на-Дону : изд-во Ростовского ун-та. – 1966. – 143 с.
3. Маилян Р. Л., Лысенко Е. И. Известняк-ракушечник Гурьевской и Ростовской области в качестве заполнителей для бетона.// Сб. Пути повышения стойкости и долговечности строительных материалов и конструкций. – Ростов-на-Дону: изд. Ростовского ун-та. – 1996. – № 12. – с. 64-69
4. Маилян Р. Л. Методика испытания и оценка прочности пористых заполнителей бетона.// Строительные материалы. – 1996. – № 12. – с. 36-41
5. Савин Е. С. К вопросу использования песка-ракушечника как заполнителя для растворов и бетонов.// Тр.РИСИ. – 1959. – Вып. 21. – с. 128-131.
6. Якубович М. А. Бетон и железобетон на ракушечниках и известняках Украины. – Киев : Госстройиздат. УССР. 1958. – 18 с.
7. Ящук В. Е. Мелкозернистый известняковый бетон как материал для сборных железобетонных конструкций.// Научно-техн. сообщение ВНИИНеруд. – Ставрополь-на-Волге. – 1962. – № 8. – с. 75-81
8. Рифман Л. Б. Карбонатобетон из отходов от добычи камня. / Л. Б. Рифман, А. Р. Гудым, Б. Е. Флакман, И. Г. Кауш // Строительные материалы. – 1962. № 10. – с.
9. Темкин Е.С. Исследование свойств и особенности технологии бетонов на искусственных песках из карбонатных пород низкой прочности. – Автореф. дисс... канд. техн. наук: 05.23.05/ - М., 1973. – 20 с.
10. Друкований О. М. Вплив карбонатної добавки на міцність цементних розчинів.// Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – Київ : КНУБА. – 2009. – 146 с.

Очеретний Володимир Петрович – к.т.н., доцент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький технічний національний університет.

Друкований Олег Михайлович – аспірант, Вінницький технічний національний університет.