

УДК 699.87

Полякова І.О.

к.т.н., начальник департаменту радіаційних технологій,
ТОВ «ТехноХімАтом», м. Київ

Боровик В.П.

начальник відділу інженерно-екологічних досліджень,
Київський науково-дослідний інституту судових експертиз Міністерства юстиції України, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ РАДІАЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В БУДІВНИЦТВІ

Анотація. У статті розкрито проблему використання будівельних матеріалів, що містять природні радіонукліди, та їх шкідливого впливу на людину і довкілля. Показано необхідність проведення сертифікації будівельних матеріалів, встановлення питомих активностей природних радіонуклідів – ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra у цих матеріалах. Зроблено акцент на доцільності проведення обстеження новобудов та об'єктів, що експлуатуються для встановлення значень еквівалентної рівноважної об'ємної активності ^{222}Rn й гама-фону у приміщеннях.

Ключові слова: будівельні матеріали, радіонукліди, радон, калій, торій, природна радіоактивність, будівництво, радіаційна безпека, цемент, бетон, будинки, споруди.

Постановка проблеми

Кожна людина в будь-якій частині Земної кулі піддається неухильному опроміненню від джерел природного походження. Це може відбуватися у як у побуті, так і на виробництвах, а також під час лікування й діагностики.

Не останню роль у цьому процесі відіграє геологічна будова та географічне розташування території, кількість населення та належність людей до різних вікових груп, наявність у країні підприємств із видобування та переробки корисних копалин, використання в будівництві матеріалів природного походження тощо [1].

Іонізуюче випромінювання природного і штучного походження формує дозу опромінення населення, що складається з некерованої компоненти (фонове опромінення, що не залежить від діяльності людини) і керованої компоненти, що пов'язане з діяльністю людини.

Загальна річна доза опромінення людини в Україні від джерел природного і штучного походження за підрахунками становить 3,94 – 4,98 мЗв. Ураховуючи останні дані щодо вмісту торону (радону-220) в повітрі житлових приміщень, значення середньої річної дози складає 5,3 мЗв за рік. У різних країнах світу величини середньорічних доз розрізняються, але загальним є те, що найбільший внесок у дозу викликає найявністю ізотопів радону.

У приміщеннях людина підпадає під вплив зовнішнього γ -випромінювання, що зумовлено вмістом природних радіонуклідів (ПРН) в огорожуючих приміщення конструкціях, та внутрішнього, пов'язаного з вдиханням разом із кімнатним повітрям ізотопів радону та його дочірніх продуктів розпаду (ДПР) [2].

Кількість радону, що надходить у приміщення, залежить від значної кількості різноманітних факторів. Серед інших рівних умов ця кількість тим більша, чим вище рівень радонового навантаження, що створюється ґрунтовою основою на підземну частину будинку. Основними факторами, що визначають процес формування, такого навантаження, є [3–5]:

1) здатність ґрунтів до продукування радону, що залежить від концентрації в них ^{226}Ra і ^{224}Ra та їх емануючої здатності;

2) будова і властивості геологічного розрізу (наявність або відсутність розломної зони, потужність шарів ґрунтів різного типу, газопроникність ґрунтів, рівень ґрунтових вод тощо);

3) величина заглиблення будинку та/або споруди.

Аналіз останніх досліджень та мета роботи

У біосфері Землі знаходиться більше 60 природних радіонуклідів, які можна розподілити на дві категорії: первинні і космогенні [6].

Первинні розділені на дві групи: радіонукліди уранового ряду, радіонукліди торієвого ряду, радіонукліди актиноуранового ряду, радіонукліди нептунієвого ряду й радіонукліди, що знаходяться поза цих рядів.

Космогенні радіонукліди утворюються в атмосфері в результаті взаємодії протонів і нейтронів з ядрами N, O, Ar, а потім надходять на поверхню землі у вигляді опадів. До них належать 14 радіонуклідів: ^3H , ^{14}C , ^7Be , ^{22}Na тощо.

Із біосфери радіонукліди надходять в організм людини під час вдихання повітря або через шлунково-кишковий тракт [7].

Дані щодо доз від космічного випромінювання, природного γ -фону, радіоактивності будівельних матеріалів, ^{222}Rn та сумарна доза за рік для різних країн надана в таблиці 1 [8–11].

Так, наприклад, вміст радону в повітрі житлових приміщень мешканців України в окремих місцях складає більше 1000 Бк/м³, що може створити ефективну дозу опромінення близько 60 мЗв/рік [8].

Зовнішнє γ -опромінення людини від вказаних природних радіонуклідів поза приміщеннями зумовлене їх присутністю в різних природних середовищах (ґрунтах, приземному шарі повітря, гідросфері та біосфері).

Проблема радіоактивності будівельних матеріалів може розглядатися з двох взаємопов'язаних точок зору: радіаційно-гігієнічної та технологічної. Якщо перша встановлює допустимі радіаційні регламенти на різні будівельні матеріали та забезпечує систему їх радіаційного контролю, то технологічний підхід вимагає прийняття таких конструктивних рішень, під час виконання яких ці регламенти будуть витримані, а дози опромінення – достатньо низькими (нижче нормативних), наскільки цього можна досягти з урахуванням прийнятних техніко-економічних показників [12].

Основною сировиною для отримання будівельних матеріалів в Україні є кристалічні породи українського кристалічного щита (УКЩ) та осадкові породи його чохла. Із гірськими породами УКЩ пов'язані різноманітні корисні копалини: залізні руди, уранові руди, графіт, руди рідкісних та благородних металів, будівельні матеріали,

Таблиця 1. Ефективні дози опромінення населення в різних країнах від природних і техногенних джерел

Країна	Космічне випромінювання, мЗв/рік	Природний γ -фон, мЗв/рік	Радіоактивність буд-матеріалів, мЗв/рік	Радон-222, мЗв/рік	Сумарна доза, мЗв/рік
Австрія	0,18	0,22	0,25	2,20	2,85
Англія	0,23	0,15	0,20	1,30	1,88
Бельгія	0,24	0,13	0,30	2,55	3,22
Греція	0,22	0,23	0,50	3,65	4,60
Данія	0,24	0,21	0,10	2,60	3,15
Ірландія	0,24	0,08	0,24	3,10	3,66
Іспанія	0,26	0,19	0,15	4,50	5,10
Італія	0,24	0,26	0,45	2,35	3,30
Люксембург	0,25	0,22	0,35	3,20	4,02
Нідерланди	0,26	0,22	0,23	1,30	2,01
Німеччина	0,25	0,15	0,30	2,40	3,10
Норвегія	0,24	0,24	0,30	2,50	3,28
Португалія	0,26	0,19	0,35	3,15	3,95
Україна	0,27	0,23	0,26	4,20	4,96
Фінляндія	0,25	0,23	0,25	6,65	7,38
Франція	0,26	0,22	0,30	4,15	4,93
Швейцарія	0,39	0,16	0,35	3,55	4,45
Швеція	0,27	0,20	0,35	5,00	5,82

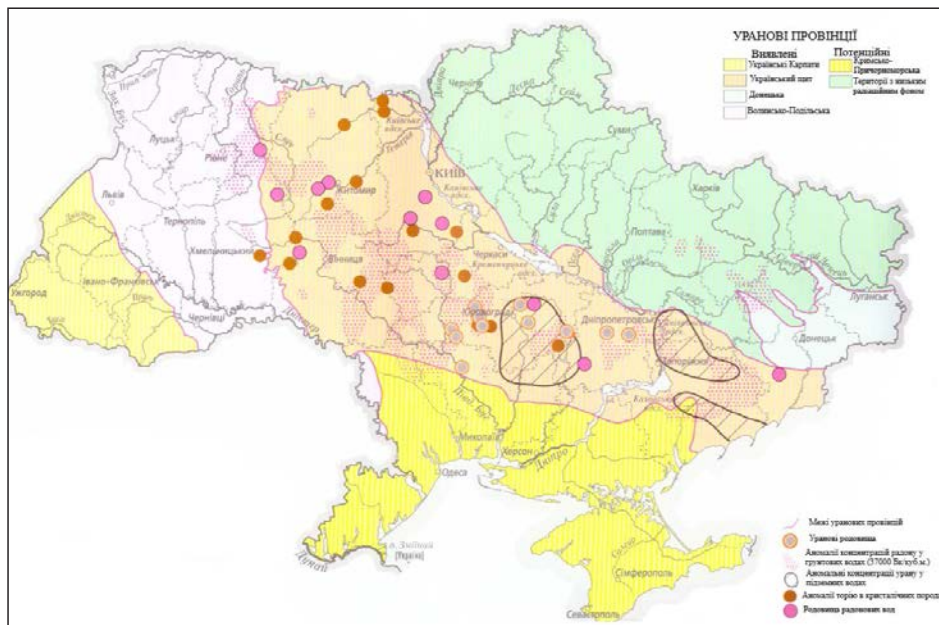


Рис. 1. Природна радіоактивність території України [15]

коштовне каміння, мінеральні води тощо. Будівельні матеріали характеризуються різним вмістом природних радіонуклідів.

Найбільш високі питомі активності ПРН характерні для інтрузивних та вулканічних порід (граніт, туф, пемза), а найбільш низькі – для осадкових і карбонатних порід (піски, мрамур, вапняк). Для глин характерна помірно підвищена питома активність радіонуклідів [13; 14].

На рисунку 1 показано природну радіоактивність території України та регіони, де необхідно проводити по-

глиблений радіаційний контроль під час проектування забудови, а також досліджувати видобуті будівельні матеріали на вміст у них природних радіонуклідів та можливість подальшого застосування в будівництві.

Гама – спектрометричний аналіз активності довгоіснуючих ПРН у гірських породах показав, що питома активність радіонуклідів ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th залежить від мінерального складу, структури та щільності гірських порід.

До родовищ нерудної сировини 1 групи (придатної для усіх видів будівництва) віднесено об'єкти, в яких

питома радіоактивність гірських порід не перевищує 370 Бк/кг.

До об'єктів 2 групи (сировина, придатна для промислового та дорожнього будівництва в межах територій населених пунктів та зон перспективної забудови; зовнішнє облаштування житлових та громадських будинків) відносять родовища з рівнем радіоактивності сировини від 370 до 740 Бк/кг (до 40 мкР/год).

До родовищ 3 групи (сировина, придатна для промислового та дорожнього будівництва поза населеними пунктами) – з радіоактивністю від 740 до 1300 Бк/кг (73 мкР/год).

До об'єктів 4 групи відносять ті, в яких виявлені блоки порід із радіоактивністю понад 1350 Бк/кг (більше 73 мкР/год).

Відповідно до НРБУ-97 [16] в будівельних матеріалах 1 класу, що використовують під час будівництва житлових та громадських новобудов, ефективна питома активність ПРН ($A_{\text{эф}}$) не повинна перевищувати 370 Бк/кг та визначається як зважена сума питомих активностей ^{226}Ra (A_{Ra}), ^{232}Th (A_{Th}) та ^{40}K (A_{K}) відповідно до формули:

$$A_{\text{эф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31 A_{\text{Th}} + 0,085 A_{\text{K}} \quad (1)$$

де A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} – питомі активності радію, торію та калію відповідно, Бк/кг.

Усі інші класи будівельних матеріалів, концентрація ПРН у яких перевищує вказані вище рівні, не можна застосовувати в житловому та культурно-побутовому будівництві. Величина $A_{\text{эф}}$ не повинна перевищувати 3700 Бк/кг у матеріалах, що використовуються для зовнішнього оздоблення будинків. Їх використання може бути дозволено за узгодженням із МОЗ України.

У процесі переробки гірських порід та отримання з них будівельних матеріалів відбуваються значні зміни у величинах активності ПРН. Це залежить від мінералогічного та хімічного складів порід, а також наявності в них різних домішок. Встановлено, що під час термічної обробки в ряді гірських порід відбувається відпалювання (видалення) домішок, у результаті якого підвищується величина активності радіонуклідів у кінцевій отриманій продукції. Підвищення рівнів еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону бувають у приміщеннях, де використано будівельні матеріали, що мають відносно високий вміст ^{226}Ra , або ті, яким притаманний високий ступінь еманції.

Відповідно до Норм радіаційної безпеки України [16] та Основних санітарних правил забезпечення радіаційної безпеки України [17] середньорічна об'ємна активність ^{222}Rn у повітрі приміщень, що будуються або реконструюються при постійному перебуванні людини, складає 50 Бк/м³; у будівлях, що вже експлуатуються, – 100 Бк/м³.

У випадку перевищення наведених рівнів необхідно проводити спеціальні протирадонові заходи. Особливо це стосується дитячих, санаторно-курортних та лікувально-оздоровчих закладів, а також будинків, де проживають діти, молодші 14 років.

Результати досліджень

На даний момент часу в багатьох країнах світу проводяться широкомасштабні дослідження щодо вивчення та нормування радіаційних параметрів мінеральної сировини, матеріалів, що використовуються під час будівництва житлових та громадських споруд. У Польщі, наприклад, сировина і готовий будівельний матеріал оцінюють за двома кваліфікаційними коефіцієнтами [18]:

$$F_1 = 0,00027S_{\text{K}} + 0,0027S_{\text{Ra}} + 0,0043S_{\text{Th}} \quad (2)$$

$$F_2 = S_{\text{Ra}} \quad (3)$$

де S_{K} , S_{Ra} , S_{Th} – відповідно концентрації калію ^{40}K , радію і торію в даному матеріалі.

Матеріал можна використовувати для житлового будівництва, якщо кваліфікаційні коефіцієнти задовольняють одночасно таким умовам:

$$F_1 = 1 \quad (4)$$

$$F_2 = 5 \text{ пКі/кг.} \quad (5)$$

Умова (4) обмежує зовнішнє γ -опромінення людей, а (5) – допустиму концентрацію радію в матеріалі, що визначає рівень концентрації вільного радону в повітрі приміщень [18].

В Австрії [5] критерієм радіаційної безпеки будівельних матеріалів є умова:

$$\frac{C_{\text{K}}}{9620} + \frac{C_{\text{Ra}}(1+0,1\epsilon\rho d)}{740} + \frac{C_{\text{Th}}}{520} \leq 1, \quad (6)$$

де C_{K} , C_{Ra} , C_{Th} – концентрація відповідного ізотопу (K, Ra, Th), Бк/кг; ϵ – безрозмірна величина, менше 1; d – товщина стіни, м, ρ – щільність стіни, кг/м³.

Вираз у дужках другого члену умови (6) враховує випромінювання радону, джерелом якого є радій, що міститься в будівельних матеріалах. Коли невідомі один або декілька параметрів, що характеризують радіаційну небезпеку матеріалів, то приймають: $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$, $\epsilon = 0,1$; $d = 0,3 \text{ м}$. Якщо матеріал не задовольняє умові (6), то перевіряють таку умову:

$$\frac{\rho d}{250} \left(\frac{C_{\text{K}}}{9620} + \frac{C_{\text{Ra}}}{740(1+25\epsilon)} + \frac{C_{\text{Th}}}{520} \right) \leq 1 \quad (7)$$

Величина $A_{\text{эф}}$ у значному ступені визначає γ -фон, а значить, і формує дозу зовнішнього опромінення людини у приміщенні. Найбільшу величину $A_{\text{эф}}$ ПРН (за середніми значеннями) має глиниста сировина та керамічні матеріали: керамзит – 168 Бк/кг, цегла – 171 Бк/кг. Середнє значення $A_{\text{эф}}$ даних матеріалів дещо вище, ніж у сировини: глин та суглинків – 159 Бк/кг [19]. Це зумовлено збагаченням ПРН у результаті їх випалювання.

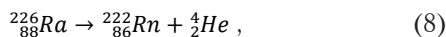
Найменше значення $A_{\text{эф}}$ ПРН визначено в силікатній цеглі – 59,7 Бк/кг; будівельного розчину – 79,9 Бк/кг та портландцементу – 101 Бк/кг. До складу цих матеріалів, як відомо, входять матеріали з низькою питомою активністю – вапно і карбонатна сировина. Гравій, щебінь, пісок та піщано-гравійна суміш, що використовується в якості компонентів бетону, мають підвищене значення $A_{\text{эф}}$ – 131 Бк/кг у порівнянні із цементом – 107-109 Бк/кг. Основні мінеральні зв'язуючі речовини: цемент, гіпс, вапно, а також матеріали на їх основі мають середні значення питомої активності ^{226}Ra в межах 30-40 Бк/кг.

У матеріалах, що піддавалися термічній обробці (відпалюванню) – керамічна цегла та портландцемент, цей показник перевищує 50 Бк/кг. Це є результатом термічної обробки, під час якої відбувається збагачення даних матеріалів ПРН за рахунок видалення хімічно зв'язаної води з глинистих матеріалів. Низька концентрація ^{40}K у портландцементі пояснюється переважанням у складі сировинної шихти вапняку (80%) та високої температури відпалювання, у процесі якого відбувається зменшення в цементі лужних елементів, у тому числі калію.

У будівельній індустрії використовуються також карбонатні породи, з яких отримують вапно для виготовлення силікатної цегли. У вихідній сировині (природна крейда) міститься незначна кількість ^{226}Ra . У технологіч-

ному циклі під час виробництва вапна пил з осаджувальної камери повертається в піч, що обертається, і це призводить до збільшення концентрації ^{226}Ra у вапні [20; 21].

Радій, як відомо, розпадаючись, утворює радіоактивний газ радон:



Під час нагрівання вихідної сировини відбувається дисоціація CaCO_3 з утворенням перенасиченого розчину та збільшенням вмісту ^{226}Ra на 27%, а як наслідок – підвищення виділення α -активного газу радону [19]. Радіаційний моніторинг виробництва вапна по всій технологічній лінії показав, що найбільш радіаційно небезпечним є кінцевий продукт – вапно.

На деяких об'єктах добутку та переробки мінеральної сировини можлива інтенсивна дифузія радіоактивних газів, що можуть створювати радіаційний ризик для працівників підприємств, а також для населення, що мешкає на прилеглих до підприємства територіях.

Для персоналу, що працює на виробництві з можливим опроміненням від техногенно підсилених джерел природного походження, норма встановлюється відповідно до радіаційних характеристик виробничого середовища. Об'ємна активність ^{222}Rn у повітрі там не повинна перевищувати 300 Бк/м^3 , ^{220}Rn – 60 Бк/м^3 .

Для ідентифікації кількості радону в повітрі використовуються спеціальні прилади радіаційного контролю.

Такими об'єктами інтенсивного виділення радіоактивних газів є кар'єри з видобування корисних копалин, приміщення складів сировини, технологічні приміщення термообробки та охолодження, ділянки формування та сушки продукції тощо. Наприклад, у Янцівському та Кам'янському кар'єрах (Запорізька область) граніти відносять до 3 класу безпеки, тобто питома активність ПРН більше ніж 1350 Бк/кг [16]. Радіаційний пил, пов'язаний із добуванням гранітів у кар'єрі, під час вибухів та навантаженні щєбню в умовах північно-західних вітрів накриває м. Запоріжжя (південно-західні райони) та погіршує екологічну обстановку в місті.

У вогнетривкій промисловості функціонують заводи із серійного виготовлення вогнетривів із місцевих каолінових порід. Отримані з каолінів вогнетриви, як правило, вміщують ПРН вище діючих норм радіаційної безпеки. До таких же типів вогнетривів відносять керамзит,

сланцекерамзит, пористий щєбень, пінокераліт, аглопорит. Із Часов'ярських глин, що має питому активність природних радіонуклідів ^{40}K – 453 Бк/кг , ^{226}Ra – 60 Бк/кг , ^{232}Th – 47 Бк/кг , отримують кераміку з $A_{\text{эф}} = 233 \text{ Бк/кг}$ [12]. Їх застосування повинно обмежуватися.

Висновки

Проблема забезпечення безпеки радону та його вплив на живі організми була і залишається надзвичайно актуальною і вимагає поглиблених наукових досліджень. Із практичної точки зору необхідно дослідити і розробити ефективні засоби та компактні прилади ідентифікації та оцінки наявності радону в реальному часі.

Для виробництва будівельних матеріалів в Україні часто використовують відходи промисловості. Така практика сприяє як збереженню природних ресурсів, так і скороченню витрат на виробництво будівельних матеріалів. Однак відходи в ряді випадків мають достатньо високу питому активність ПРН. Такі матеріали, що використовуються для виготовлення та зведення стін, міжповерхових перекриттів та інших будівельних елементів, можуть створюватися аномальні поля γ – та α – випромінювання у приміщеннях.

Найбільш високий вміст ПРН зареєстровано в бетонах, що виготовляються з додаванням гранітного гравію. Вугільний шлак, що використовувався під час спорудження будинків старої забудови, також може бути причиною підвищеного рівня γ -випромінювання всередині приміщень.

У побуті для зниження рівня об'ємної активності ізо-топів радону необхідно регулярно провітрювати приміщення в будинку, особливо підвали, герметизувати шпарини в підлозі та проводити заходи з ізоляції простору під підлогою від ґрунту, спроектувати та встановити надійну вентиляційну систему. Використовувати безпечні будівельні матеріали, що містять мінімальну кількість природних радіонуклідів.

Усі види екологічного контролю в будівельній індустрії спрямовані на досягнення максимальної його якості та безпеки людей і довкілля. Радіаційний контроль будівельних матеріалів слід розглядати як форму перевірки якості продукції будівельної індустрії, що забезпечує радіаційну безпеку людини як користувача даної продукції. Об'єктами контролю повинні бути як будівельна сировина, так і окремі конструкції та споруди в цілому.

Література

1. Poliakova I.O. "The hidden radiation hazard from sources of natural origin". Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium: Collective monograph. Vol. 2. Riga : Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2018. P. 269–297.
2. Основные проблемы радоновой безопасности / Под редакцией доктора геолого-минералогических наук, проф. Г.Т. Остапенко. Киев : ЛОГОС, 2005. 352 с.
3. Стернгласс Э. Дж. Радиоактивность. Химия окружающей среды / Под ред. А.П. Цыганкова. Москва : Химия, 1982. 414 с.
4. Черник Д.А., Фоминых В.И., Венков В.А., Титов В.К. Экспресс-метод для измерений эквивалентной равновесной объемной активности радона. *Рос. геофиз. журн.* 1993. № 3-4. С. 85–88.
5. Kunsch V., Steger F. Die Vomorm "Radioaktivitat in Baustoffen". *Zement und Beton.* 1987. № 94. P. 152–154.
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. Москва : Энергоатомиздат, 1991. 352 с.
7. Коваленко Г.Д. радиоэкология Украины : монография. Харьков : ИД «Инжэк», 2008. 264 с.
8. Корчагин П.А., Замостьян П.В., Шестопалов В.М. Обращение с радиоактивными отходами в Украине: проблемы, опыт, перспективы. Киев. 2000. 178 с.
9. A.V. Goritsky, A.V. Zelensky, T.A. Pavlenko and oth. Natural Radioactivity: Irradiation Doses for Ukrainian Population and Basic Directions of Their Decrease. Assessment of the Health and Environmental Impact from Radiation Doses due to Released Radionuclides. *Proceeding of the International Workshop*, January 18-20, 1994. Chiba, 1994. P. 119–127.
10. Pavlenko T.A., Los' I.P., Aksenov N.V. Indoor ^{222}Ra levels and Irradiation Doses in the Territory of the Ukraine. *Radiation Measurement.* 1996 vol. 26, № 4. P. 585–591.
11. Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe. Radiation Atlas. NRPB, Chilton, Didcot, Oxon, OX 11 ORQ, UK, 1991. P. 9.
12. Бровцын А.К. Радиационная экология минералов и материалов. *Жилищное строительство.* 1997. № 7. С. 7–9.
13. Брунарски Л., Кравчик М. Естественная радиоактивность строительных материалов. *Бетон и железобетон.* 1990. № 7. С. 44–47.
14. Горицкий А.В., Лихтарев И.А., Лось И.П. радиоактивность строительных материалов. Киев : Будівельник, 1990. 38 с.

15. Екологічний атлас України, науково-довідкове видання. Міністерство навколишнього природного середовища України, Інститут географії національної академії наук України / за редакцією Стеценко Є.І., вид. ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», Київ, 2009. 104 с.
16. ДГН 6.6.1-6.5.001-98 Норми радіаційної безпеки України. Державні гігієнічні нормативи (НРБУ-97).
17. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ- 2005), затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 02.02.2005 р. № 54.
18. Брунарски Л., Кравчик М. Естественная радиоактивность строительных материалов. *Бетон и железобетон*. 1990. № 7. С. 44–47.
19. Назиров Р.А., Коваленко В.В., Куркатов С.В. Распределение удельной эффективной активности естественных радионуклидов в строительных материалах Красноярского края. *Известия Академии Промышленной экологии*. 2000. № 2. С. 37–40.
20. Павленко В.И., Колесников П.М. Радиационный мониторинг производства строительной извести. *Известия Академии Промышленной Экологии*. 2000. № 3. С. 57.
21. Паус К.Ф., Евтушенко Е.С. Химия и технология мела. Москва : Стройиздат, 1997. 137 с.

References

1. Poliakova I.O. "The hidden radiation hazard from sources of natural origin". Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium: Collective monograph. Vol. 2. Riga: Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2018. P. 269-297.
2. Osnovnye problem radonovoy bezopasnosti / Pod redakciey doctora geologo-mineralogicheskyyh nauk, prof. T.G. Ostapenko, izd. LOGOS, Kiev. 2005. 352 s.
3. Stenglass E.J. Radioaktivnost'. Khimija okruzhayushchey sredy. – per. s angl./Pod red. A.P. Tsygankova. – M.: Himiya, 1982. – 414 s.
4. Chernik D.A., Fominykh V.I., Venkov V.A., Titov V.K. Ekspres-metod dlya izmereniy ekvivalentnoy ravnovesnoy ob"yomnoy aktivnosti radona// Ros. geofiz. zhurn. – 1993. №3-4. – S. 85-88.
5. Kunsch B., Steger F. Die Vomorm "Radioaktivitat in Baustoffen"// Zement und Beton. 1987. – №94. –P.152-154.
6. Kozlov V.F. Spravochnik po radiatsionnoy bezopasnosti.- M.: Energoatomizdat, 1991. 352 s.
7. Kovalenko G.D. radioekologiya Ukrainy: Monografiya. – 2-ye izd., pererab. i dop. – KH:ID «Inzhek», 2008. 264 s.
8. Korchagin P.A., Zamost'yan P.V., Shestopalov V.M. Obrashcheniye s radioaktivnymi otkhodami v Ukraine: problemy, opyt, perspektivy. Kiyev. 2000. 178 s.
9. A.V. Goritsky, A.V. Zelensky, T.A. Pavlenko and oth. Natural Radioactivity: Irradiation Doses for Ukrainian Population and Basic Directions of Their Decrease. Assessment of the Health and Environmental Impact from Radiation Doses due to Released Radionuclides. Proceeding of the International Workshop, January 18-20, 1994. Chiba, 1994, p. 119-127.
10. Pavlenko T.A., Los' I.P., Aksenov N.V. Indoor 222Ra levels and Irradiation Doses in the Territory of the Ukraine. Radiation Measurement. 1996 vol. 26, №4, pp. 585-591.
11. Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe. Radiation Atlas. NRPB, Chilton, Didcot, Oxon, OX 11 ORQ, UK, 1991, p.9.
12. Brovtsyn A.K. Radiatsionnaya ekologiya mineralov i materialov//Zhilishchnoye stroitel'stvo. 1997. – № 7. –S-9.
13. Brunarski L., Kravchik M. Yestestvennaya radioaktivnost' stroitel'nykh materialov // Beton i zhelezobeton. – 1990. – № 7. S. 44-47.
14. Goritskiy A.V., Likhtarev I.A., Los' I.P. radioaktivnost' stroitel'nykh materialov. –Kiyev: Budhvel'nik, 1990. – 38 s.
15. Yekologichniy atlas Ukraini, naukovo-dovidkove vidannya. Ministerstvo navkolishn'ogo prirodnogo sredovishcha Ukraini, Institut geografiї natsional'noї akademii nauk Ukraini / za redaktsiєю Stetsenko Є.І., vid. TOV «Tsentr yekologichnoї osviti ta informatsii», Київ, 2009 – 104 s.
16. DGN 6.6.1-6.5.001-98 Normi radiatsiynoi bezpeki Ukraini. Derzhavni gigienichni normativi (NRBU-97).
17. Osnovni sanitarni pravila zabezpechennya radiatsiynoi bezpeki Ukraini (OSPU- 2005), zatverdzeni Nakazom Ministerstva okhoroni zdorov'ya Ukraini vid 02.02.2005 r. № 54.
18. Brunarski L., Kravchik M. Yestestvennaya radioaktivnost' stroitel'nykh materialov // Beton i zhelezobeton. – 1990. №7. S.44-47.
19. Nazirov R.A., Kovalenko V.V., Kurkatov S.V. Raspredeleniye udel'noy effektivnoy aktivnosti yestestvennykh radionuklidov v stroitel'nykh materialakh Krasnoyarskogo kraya //Izvestiya Akademii Promyshlennoy ekologii. – 2000. – № 2. – S. 37-40.
20. Pavlenko V.I., Kolesnikov P.M. Radiatsionnyy monitoring proizvodstva stroitel'noy izvesti // Izvestiya Akademii Promyshlennoy Ekologii. – 2000. – № 3. –S. 57.
21. Paus K.F., Yevtushenko Ye.S. Khimiya i tekhnologiya mela. – M.: Stroyizdat, 1997. – 137 s.

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В статье раскрыта проблема использования строительных материалов, содержащих природные радионуклиды, и их опасного влияния на человека и окружающую среду. Показана необходимость проведения сертификации строительных материалов, установления удельных активностей природных радионуклидов – ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra в этих материалах. Акцентируется внимание на целесообразности проведения обследования новостроек и объектов, которые эксплуатируются, для определения значений эквивалентной равновесной объемной активности ^{222}Rn и гамма-фона в помещениях.

Ключевые слова: строительные материалы, радионуклиды, радон, калий, торий, естественная радиоактивность, строительство, радиационная опасность, цемент, бетон, здания, сооружения.

Полякова И.А.

к.т.н., начальник департамента ядерных технологий и радиационной безопасности, ООО «ТехноХимАтом», г. Киев

Боровик В.П.

начальник отдела инженерно-экологических исследований,

Киевский научно-исследовательский институт судебных экспертиз Министерства юстиции Украины, г. Киев

FEATURES OF RADIAION HAZARDS IN CONSTRUCTING

Summary. The article reveals the problem of using building materials containing natural radionuclides and their dangerous effects on humans and the environment. The need for certification of building materials, the establishment of specific activities of natural radionuclides – ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra in these materials is shown. The attention is focused on the expediency of conducting a survey of new buildings and objects that are operated to determine the values of the equivalent equilibrium volume activity of ^{222}Rn and the gamma background in the rooms.

Key words: building materials, radionuclides, radon, potassium, thorium, natural radioactivity, construction, radiation hazard, cement, concrete, buildings, buildings.

Poliakova I.O.

Ph.D., Head of Department of Nuclear Technologies and Radiation Safety,
LLC "TechnoChemAtom", Kiev

Borovik V.P.

Head of Department of Engineering and Ecological Research,
Kiev Scientific Research Institute of Forensic Examination of the Ministry of Justice of Ukraine, Kiev



ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИЙ ЗАХИСТ

Лабораторія гідроізоляційних і покрівельних робіт - є провідною в Україні з питань гідроізоляційного захисту будівельних конструкцій будівель і споруд.

У нас працюють висококваліфіковані фахівці, які володіють оригінальними методиками та багатим досвідом виконання таких робіт.

Наявність великого практичного досвіду обстежень дозволяє в найкоротші терміни дати рекомендації вирішення найважчих випадків з протікання покрівель та гідроізоляції.

Ми пропонуємо:

- ▶ Розробка конструктивно-техно-логічних рішень, технологічних карт з влаштування гідроізоляції будівельних конструкцій підземних частин будівель і споруд.
- ▶ Обстеження технічного стану будівель, підземних частин будівель, гідроізоляцій. Підготовка висновків.
- ▶ Знаходження місць і причин протікання в підземних частинах будівель. Підготовка рекомендацій з відновлення гідроізоляційного захисту підземних частин будівель і споруд.
- ▶ Розробка технологічних регламентів, технологічних карт на пристрій, ремонт гідроізоляцій будівель.
- ▶ Розробка нормативно-технічної документації.

Тел.: (044) 248-66-77
факс.: (044) 248-88-84

