

М. А. Томчук
В. В. Швець
В. В. Слівінський

КОНТРОЛЬ РАДІОАКТИВНОСТІ ЖИТЛА В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Наведені основні джерела природної радіації в Україні та місце їх зосередження. Відзначені об'єкти підвищеної природної радіоактивності. Вказано елементи з найбільшим впливом на формування радіоактивного фону в нашій країні. Розглянуто вміст природних радіонуклідів в будматеріалах України. Наведені організації, які надають послуги щодо виготовлення засобів вимірювання радіації в Україні, а також організації що надають послуги виміру радіоактивності. Вказано на випадки зараження будинків внаслідок використання радіоактивної цегли, а також кількох партій газоблоку через недостатній контроль якості продукції, а також через бажання замовника зекономити на «дешевій» цеглі. Наведено основи методики визначення радіоактивності будівельних матеріалів в Україні, приготування пробного зразка та проведення спектрометричного виміру радіоактивності природних радіонуклідів в пробах будівельних матеріалів. Вказані норми радіоактивності будівельних матеріалів, питома ефективна активність і клас будівельних матеріалів. Запропоновано шляхи зниження радіоактивності будівельних матеріалів.

Ключові слова: будівельні матеріали, житлове будівництво, радіаційний фон, безпека житла.

Вступ

За підрахунками наукового комітету по дії атомної радіації ООН, середня ефективна еквівалентна доза зовнішнього опромінення, яку людина одержує за рік від земних джерел природної радіації, становить приблизно 350 мкЗв, тобто трохи більше середньої дози опромінення через радіаційний фон, що утворюється космічними променями [1].

На території України основні джерела природної радіації зосереджені в межах Українського кристалічного щита та меншою мірою на Донбасі й у Карпатах. До об'єктів підвищеної природної радіоактивності належать: торієві й уранові руди у кристалічних породах; уран і радон у ґрунтовому покриві, а також підземних та ґрунтових водах [2]. За даними радіоекологічних досліджень, у межах щита виділено низку аномалій у ґрунтовому покриві з концентраціями радону в десятки-сотні вищими за середні. Найбільший вплив на формування радіоактивного фону в Україні мають U, Th, 40K, 87Rb.

Багато гірських порід із самого початку свого утворення в земній корі володіють радіоактивністю, яка залежить від місця розміщення гірських порід, глибини їх залягання та виду. Так, радіоактивність гірських порід вулканічного походження (граніт, пемза, туф) більш висока, ніж, наприклад, для карбонатних порід (вапняки, мармур, гіпсовий камінь і т.п.), які відносяться до осадових та метаморфічних. Питома активність природних радіонуклідів, які містяться в природних піску, гравії і щебені, як правило, близька до середніх показників ґрунту та земної кори. [4]

Метою роботи є аналіз існуючого стану щодо контролю та регулювання рівня опромінення людини зокрема від будівельних матеріалів, що використовуються в житловому будівництві.

Основна частина

Радіоактивно небезпечними досить часто бувають глинозми, фосфогіпс, червоні глини, доменні шлаки, зольний пил та шлакоблоки. Найбільш розповсюджені будівельні матеріали – ліс, цегла, бетон виділяють відносно небагато радону. Граніт і пемза є більш радіоактивними. Але були знайдені будівельні матеріали із ще більшими рівнями радіоактивності [3].

1. Радіоактивність сировини

Що стосується України, то результати досліджень (табл. 1), проведені Київським НДІ загальної і комунальної гігієни ім. А. Н. Марзеєва (1987), свідчать про те, що середня величина ефективної питомої активності будівельних матеріалів України не перевищує нормативів, встановлених НРБУ-97.

Вміст природних радіонуклідів в будматеріалах України [4]

Вид матеріалу	Питома активність (Бк кг ⁻¹)			A _E (Бк кг ⁻¹)
	Ra-226	Th-232	K-40	
Щебінь	36,6	79,3	971	223
Гранітний відсів	43,0	118,2	1171	297,3
Гравій керамзитовий	37,0	28,0	658	130
Бетон	25,0	36,0	380	106
Вапно	58,0	44,0	139	127
Цегла	44,0	51,0	704	171
Глина	41,0	78,0	574	204
Пісок	12,0	33,0	165	68
Плитка керамічна	89,0	102	680	280
В середньому	49,0	53,0	496	162

2. Вимірюваннями, що стосуються радіоактивності будівельних матеріалів

Послугами щодо виготовлення засобів вимірювання радіації в Україні займається ПП «Бром». Цими приладами вимірюється фон випромінювання також будівельних матеріалів (дозиметри, спектрометри (рис. 1)).



Фото 1 – Дозиметр для вимірювання фонового випромінювання TERRA-R

Послугами з виміру радіоактивності в Україні займається Українська Експертиза, а також конкретно і Вінницькому регіоні ТОВ «Пласт», яке в основному спеціалізується на будівельних матеріалах.

3. Радіоактивна цегла і дрібноштучні матеріали

З метою здешевлення вартості житла, виробники будівельних матеріалів завжди прагнуть використовувати природні місцеві будівельні матеріали та відходи різних виробництв (бокситові шлами, відходи переробки фосфорних руд, фосфогіпс, металургійні шлаки і золи, золи і шлаки ТЕС). Якщо відходи промисловості, які застосовуються у будівництві, часто мають високу

радіоактивність [3], а тому підлягають обов'язковому ретельному контролю, то матеріали з природної мінеральної сировини, що складають 60-80% ринку будівельних матеріалів, розцінюють у більшості випадків, як цілком безпечні і чисті [4]. В Україні траплялися випадки зараження будинків внаслідок використання цегли, а також кількох партій газоблоку. Крім українських будівельних матеріалів такі випадки траплялися при замовленні газоблоку виробництва Білорусі і цегли з Німеччини. Основним джерелом радіації в них є Радон-220, -222 [1]. В результаті використання заражених матеріалів траплялися випадки смертей людей в часи Радянського Союзу, коли проблема не була достатньо вивчена.

На даний час цегла з підвищеним радіаційним фоном потрапляє до споживача в основному через недостатній контроль якості продукції, а також через бажання замовника зекономити на «дешевій» цеглі.

4. Визначення радіоактивності будівельних матеріалів в Україні

Проведення спектрометричного виміру радіоактивності природних радіонуклідів в пробах будівельних матеріалів. При проведенні спектрометричного виміру радіонуклідів в будівельних матеріалах визначають питому активність природних радіонуклідів ^{226}Ra , ^{232}Th і ^{40}K . Розраховують питому ефективну активність цих радіонуклідів, з урахуванням їх біологічного впливу на організм людини. Оцінюють радіаційну безпеку використання будівельних матеріалів відповідно до ГОСТ 30108-94 «Матеріали і вироби будівельні» [5].

5. Приготування пробного зразка

Пробу отримують шляхом подрібнення виробів (цегли, плит, відколів природного каменю і т.д.) до розміру зерен менше 5 мм за допомогою електродробилок, перемішування і квартування не менше 10 точкових проб. Отримані проби висушують до постійної маси, потім заповнюють п'ять кювет для вимірювання активності радіонуклідів і зважують.

Насипну щільність рахункового зразка визначають шляхом ділення маси навішення в кожній кюветі на обсяг кювети. Кювети герметично закривають, маркують і витримують в кімнатних умовах протягом часу, встановленого методикою виконання вимірювань для отримання радіоактивного рівноваги природних радіонуклідів.

6. Проведення спектрометричного виміру радіоактивності природних радіонуклідів в пробах будівельних матеріалів

При проведенні спектрометричного виміру радіонуклідів в будівельних матеріалах визначають питому активність природних радіонуклідів ^{226}Ra , ^{232}Th і ^{40}K . Розраховують питому ефективну активність цих радіонуклідів, з урахуванням їх біологічного впливу на організм людини. Оцінюють радіаційну безпеку використання будівельних матеріалів відповідно до ГОСТ 30108-94 «Матеріали і вироби будівельні».

7. Обробка результатів вимірювання

Обробку результатів і оцінку похибки вимірювання проводять окремо для кожного рахункового зразка і для кожного з природних радіонуклідів. Як результатів вимірювань питомих активностей радіонуклідів в представницькій пробі приймають середнє арифметичне значення питомих активностей кожного радіонукліда по п'яти рахунковим зразкам.

Значення питомої ефективної активності природних радіонуклідів ($A_{\text{еф}}$) для представницької проби обчислюють за формулою:

$$A_{\text{еф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31 A_{\text{Th}} + 0,085 A_{\text{K}},$$

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

8. Норми радіоактивності будівельних матеріалів

Таблиця 1

Питома ефективна активність і клас будівельних матеріалів

Питома ефективна активність ($A_{\text{эф}}$), Бк / кг	Клас матеріалу	Галузь застосування
до 370	I	Всі види будівництва
від 370 до 740	II	Дорожнє будівництво в межах населених пунктів і зон перспективної забудови, будівництво виробничих споруд
від 740 до 1500	III	Дорожнє будівництво поза населеними пунктами
від 1500 до 4000	IV	Питання про використання матеріалу вирішується в кожному випадку окремо за погодженням з центральним органом держсанепіднагляду
більше 4000		Матеріали не повинні використовуватися в будівництві

Усереднений вміст радіоактивних речовин в будівельних матеріалах таких (Бк/кг): дерево – 1,1; пісок – 34; цегла – 126; граніт – 170; глинозем – 1367; фосфогіпс – 574; кальцій-силікатний шлак – 2190; уранові відходи – 4625.

9. Шляхи зниження радіоактивності будівельних матеріалів

Для зниження рівня радіації в будівельних матеріалах бажано додавати вапнякові породи, так як доведено, що в карбонатних породах рівень радіації до 10 разів нижчий, що дозволяє, в разі додавання їх у бетони, будівельні розчини, а також при використанні вапнякових блоків, значно знизити рівень випромінювання небезпечних атомів Радону [6].

Дослідженнями щодо зниження рівня радіації в будівельних матеріалах займалися в своїх наукових роботах Друкований М. Ф. в 2011 році в статті на тему «Шляхи зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів», в 1998 – Сідельникова О. П. в дисертації «Снижения влияния активности естественных радионуклидов строительных материалов на радиационную безопасность жилища», а також Чуйкова І. С. в 2002 році на тему «Снижение радиоактивности строительных материалов».

Висновки

- Ситуація, що склалась на ринку будівельних матеріалів потребує більш жорсткого контролю через систематичні випадки використання виробниками будівельних виробів «не екологічної» сировини.
- Серед населення потрібно проводити роз'яснювальну роботу щодо впливу матеріалів які їх оточують на здоров'я. Людина повинна знати яку загрозу, небезпеку або шкоду несе той чи інший матеріал і вміти захистити себе.
- Потрібно збільшувати кількість державних та недержавних організацій, які надають послуги щодо контролю та покращення екологічності житлового фонду.
- Необхідно продовжувати розробку нових будівельних матеріалів, з використанням екологічної сировини, які дадуть можливість знижувати радіаційний фон помешкання та покращувати екологічність житла загалом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беликов А. С. Радиационная безопасность зданий и сооружений с учётом инновационных направлений в строительстве : [учебник] / А. С. Беликов, Г. С. Калда, И. А. Соколов, А. В. Пилипенко, С. Ю. Рагимов; ред.: А. С. Беликов; ГВУЗ "Приднепров. гос. акад. стр-ва и архит.". – Д. : Середняк Т.К., 2013. - 365 с. – Библиогр.: с. 351-365 – рус.
2. Гацко Т. А. Радиационная безопасность строительных площадок зданий и сооружений / Т. А. Гацко ; науч. рук. С. Н. Банников // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях :

- материалы 69-й студенческой научно-технической конференции, 25 апреля 2013 года. В 2 ч. Ч. 1. Среда обитания человека и ее изучение / ред. кол. С. В. Игнатов, Т. М. Архангельская, Ю. В. Анисимов ; под общ. ред М. И. Никитенко. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 19 - 21.
3. Лукутцова Н. П. Естественные радионуклиды в строительных материалах. / Н. П. Лукутцова // Строительные материалы. – 2002. – №1. – С. 20-22.
 4. Швець В. В. Аналіз радіоактивності будівельних матеріалів для житлового та громадського будівництва [Текст] / В. В. Швець, А. В. Бондар, О. М. Друкований // Екологічна безпека та відновлювальні джерела енергії, 24-25 травня 2017 р. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 137-143. – ISBN 978- 966-641-694-3.
 5. Радиация, дозы, эффекты, риск: пер. с англ. Ю. А. Банникова. – М.: Мир, 1988. – 78 с.
 6. Очеретний В. П. Шляхи зниження радіактивності будівельних матеріалів та виробів / В. П. Очеретний, О. М. Друкований // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. - № 1. – С. 40 – 46.

REFERENCES

1. Belikov A. S. Radiatsionnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzheniy s uchotom innovatsionnykh napravleniy v stroitel'stve : [uchebnik] / A. S. Belikov, G. S. Kalda, I. A. Sokolov, A. V. Pilipenko, S. YU. Ragimov; red.: A. S. Belikov; GVUZ "Pridneprov. gos. akad. str-va i arkhит.". – D. : Serednyak T.K., 2013. - 365 с. – Bibliogr.: s. 351-365 – rus.
2. Gatsko T. A. Radiatsionnaya bezopasnost' stroitel'nykh ploshchadok zdaniy i sooruzheniy / T. A. Gatsko ; nauch. ruk. S. N. Bannikov // Aktual'nyye problemy geotekhniki, ekologii i zashchity naseleniya v chrezvychaynykh situatsiyakh : materialy 69-y studencheskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 25 aprelya 2013 goda. V 2 ch. CH. 1. Sreda obitaniya cheloveka i yeye izucheniyе / red. kol. S. V. Ignatov, T. M. Arkhangel'skaya, YU. V. Anisimov ; pod obshch. red M. I. Nikitenko. – Minsk : BNTU, 2013. – S. 19 - 21.
3. Lukutsova N. P. Yestestvennyye radionuklidy v stroitel'nykh materialakh. / N. P. Lukutsova // Stroitel'nyye materialy. – 2002. – №1. – S. 20-22.
4. Shvets' V. V. Analiz radioaktivnosti budivel'nikh materialiv dlya zhitlovogo ta gromads'kogo budivnitstva [Tekst] / V. V. Shvets', A. V. Bondar, O. M. Drukovaniy // Yekologichna bezpeka ta vidnovlyuval'ni dzhерela yenerгii, 24-25 travnya 2017 r. – Vinnitsya: VNTU, 2017. – S. 137-143. – ISBN 978- 966-641-694-3.
5. Radiatsiya, dozy, efekty, risk: per. s ang. YU. A. Bannikova. – M.: Mir, 1988. – 78 s.
6. Ocheretnyy V. P. Shlyakhi znizhennya radiaktivnosti budivel'nikh materialiv ta virobiv / V. P. Ocheretnyy, O. M. Drukovaniy // Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnitstvi. – 2011. - № 1. – S. 40 – 46.

Томчук Микола Антонович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tomchuk.mykola@gmail.com.

Швець Віталій Вікторович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vitalshv@i.ua, ORCID: 0000-0002-2748-3685.

Слівінський Владислав Васильович – аспірант, Вінницький національний технічний університет, e-mail: slivinskiyvlad@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8055-5836.

Н. А. Томчук
В. В. Швець
В. В. Сливинский

КОНТРОЛЬ РАДИОАКТИВНОСТИ ЖИЛЬЯ В УКРАИНЕ

Винницкий национальный технический университет

Приведены основные источники природной радиации в Украине и место их сосредоточения. Отмечены объекты повышенной естественной радиоактивности. Указаны элементы с наибольшим влиянием на формирование радиоактивного фона в нашей стране. Рассмотрено содержание природных радионуклидов в стройматериалах в Украине. Указаны организации, оказывающие услуги по изготовлению средств измерения радиации в Украине, а также организации предоставляющие услуги измерения радиоактивности. Указано на случаи заражения домов вследствие использования радиоактивного кирпича, а также нескольких партий газоблока из-за недостаточного контроля качества продукции, а также желаня заказчика сэкономить на «дешевом» кирпиче. Приведены основы методики определения радиоактивности строительных материалов в Украине, приготовления пробного образца и проведения спектрометрического измерения радиоактивности природных радионуклидов в пробах строительных материалов. Указаны нормы радиоактивности строительных материалов, удельная эффективная активность и класс строительных материалов. Предложены пути снижения радиоактивности строительных материалов.

Ключевые слова: строительные материалы, жилищное строительство, радиационный фон, безопасность жилья.

Томчук Николай Антонович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и педагогіки безопасности, Винницкий национальный технический университет, e-mail: tomchuk.mykola@gmail.com.

Швец Виталий Викторович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри строительства, городского хозяйства и архитектуры, Винницкий национальный технический университет, e-mail: vitalshv@i.ua.

Сливинский Владислав Васильевич – аспирант, Винницкий национальный технический университет, e-mail: slivinskiyvlad@gmail.com.

M. Tomchuk
V. Shvets
V. Slivinsky

HOUSEHOLD RADIOACTIVITY CONTROL IN UKRAINE

Vinnitsa National Technical University

The main sources of natural radiation in Ukraine and their location are given. High levels of natural radioactivity were noted. The elements with the greatest influence on the formation of radioactive background in our country are indicated. The content of natural radionuclides in building materials of Ukraine is considered. Listed are organizations that provide services in the manufacture of radiation measurement devices in Ukraine, as well as organizations that provide services for measuring radioactivity. The cases of contamination of houses due to the use of radioactive bricks, as well as several consignments of gas block due to insufficient quality control of products, as well as the desire of the customer to save on "cheap" bricks are indicated. The basics of the methodology for determining the radioactivity of building materials in Ukraine, the preparation of a test sample and the spectrometric measurement of radioactivity of natural radionuclides in samples of building materials are presented. The specified norms of radioactivity of building materials, specific effective activity and class of building materials. Ways to reduce the radioactivity of building materials are suggested.

Keywords: building materials, housing, radiation background, housing safety.

Tomchuk Mykola – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of life safety and pedagogy of safety, Vinnitsa national technical university, e-mail: tomchuk.mykola@gmail.com.

Shvets Vitaliy – candidate of technical sciences, assistant professor, associate professor, Department of construction, urban economy and architecture, Vinnitsa national technical university, e-mail: vitalshv@i.ua.

Vladislav Slivinskiy – postgraduate student, Vinnitsa national technical university, e-mail: slivinskiyvlad@gmail.com.