

РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНІ БЕТОНИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ПРОТИРАДІАЦІЙНИХ СХОВИЩ

¹Вінницький національний технічний університет;

²ТОВ «БМ-БУД».

Анотація

У даній роботі розглядають основні принципи проектування та будівництва протирадіаційних сховищ, аналізують властивості протирадіаційних бетонів та їх ефективність у захисті від радіації. Особлива увага приділяється технологічним аспектам виготовлення та використання радіаційно захисних бетонів.

Ключові слова: захисні споруди, захист, будівельні матеріали, радіація, проектування, нормативні документи, радіаційно-захисні бетони.

Abstract

This work examines the basic principles of designing and building anti-radiation storage facilities, analyzes the properties of anti-radiation concrete and their effectiveness in radiation protection. Special attention is paid to the technological aspects of the production and use of radiation-shielding concrete.

Keywords: protective structures, protection, building materials, radiation, design, regulatory documents, radiation protective concrete.

Вступ

У сучасному світі, де ризик радіаційних аварій та забруднень стає все більш актуальним, зростає потреба у надійних методах захисту людей [1-3]. Одним з таких методів є будівництво сховищ, які здатні захистити людей від радіоактивного випромінювання [4-6]. Проектування протирадіаційних сховищ у багатоповерхових будівлях є складним процесом, який вимагає врахування численних факторів, включаючи захисні властивості матеріалів, розташування сховища, та конструктивну схему будівлі [7-9].

Ці сховища призначені для захисту людей від впливу іонізуючого випромінювання, що може виникнути в наслідок аварій на ядерних об'єктах, терористичних актів або інших надзвичайних ситуацій, пов'язаних із радіацією [10-13]. Протирадіаційні сховища зазвичай розташовуються у багатоповерхових будівлях та повинні забезпечувати надійний захист і комфортні умови для перебування людей протягом тривалого часу.

Захисні властивості сховищ значною мірою залежать від матеріалів, з яких вони побудовані. Використання протирадіаційних бетонів є однією з найбільш ефективних технологій для забезпечення необхідного рівня захисту [14-16].

Результати дослідження

З наукової точки зору, радіація – це форма енергії, що випромінюється атомами, які втратили частину або весь заряд [17-19]. Ця енергія може бути небезпечною для живих організмів, руйнуючи клітини та викликаючи мутацію. Рівень шкоди залежить від виду випромінювання, тривалості впливу та інших факторів.

Для захисту від радіації необхідно будувати захисні споруди протирадіаційного призначення. Протирадіаційні укриття – це споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості та дії звичайних засобів ураження. Вони проектують з урахування забезпечення захисту населення від таких небезпечних чинників надзвичайних ситуацій у мирний час та особливий період:

- від зовнішнього іонізуючого випромінювання – зі ступенем послаблення зовнішнього іоні-

- зуючого випромінювання;
- від дії повітряної ударної хвилі при застосуванні звичайних засобів ураження та побічної дії сучасної зброї масового ураження з розрахунковим надмірним тиском $P = 20$ кПа;
- від місцевої та загальної дії звичайних засобів (стрілецької зброї, уламків ручних гранат, артилерійських боєприпасів та авіаційних бомб).

Для будівництва таких укриттів використовують радіаційно–захисні матеріали, як бетон з високим вмістом свинцю або сталеві плити, здатні значно знизити рівень радіаційного впливу. Ці матеріали поглинають радіаційні частинки, не даючи їм проникнути всередину сховища.

На атомних електростанціях, так і для будівництва протирадіаційних укриттів, як матеріал для радіаційного захисту застосовується головним чином бетон, який є одночасно і несучою конструкцією. Бетон – економічний і досить ефективний захисний матеріал, перевагою якого можна вважати також можливість зміни його властивостей як технічних так і фізичних.

Радіаційно захисні бетони - це спеціально розроблені бетони з підвищеною здатністю поглинати радіаційне випромінювання. Їх використовують для будівництва протирадіаційних укриттів, атомних електростанцій, медичних рентгенівських кабінетів та інших споруд, що потребують захисту від радіоактивного забруднення. Радіаційно – захисні бетони – це різновид особливо важких і гідратних бетонів із середньою щільністю 2500 - 6000 кг/м³. Для будівництва протирадіаційного укриття слід використовувати бетон класу В40-45, для будівництва фундаментної частини будівлі допускається використовувати бетони класу В30.

В'язучими в особливо важких бетонах є портландцемент, шлакопортландцемент, пуцолановий портландцемент, глиноземистий чи гіпсоглиноземистий (розширений) цемент, а гідратних – глиноземистий, розширений швидкотверднучий, напружуваний цемент (кількість хімічно зв'язаної води у гідратних бетонах з такими в'язучими понад 3% загальної маси бетону). Заповнювачі для особливо важких бетонів повинні мати високу щільність (магнезит, лимоніт, барит, металевий скрап, чавунний скрап, кварцитові "хвости"), а для гідратних бетонів застосовують лимоніт з магнезитом, серпентиніт та інші гірські породи з високим вмістом хімічно зв'язаної води. При виготовленні бетонних сумішей доцільно вводити добавки, які містять легкі елементи (бор, кадмій, літій).

Для захисту від гамма-випромінювання використовують особливо важкий бетон на чавунному, свинцевому і іншому надважкому заповнювачі. Такі бетони вимагають ретельного підбору складу, дотримання технологічних режимів виготовлення і твердіння. Нейтронне випромінювання найбільш ефективно поглинається гідратними бетонами, що мають підвищений вміст хімічно зв'язаної води. Для їх приготування найчастіше використовують глиноземистий цемент, а в якості заповнювача – лимоніт і серпентин.

Висновки

Будівництво протирадіаційних сховищ у багатоповерхових будівлях з використання протирадіаційних бетонів є важливою складовою забезпечення безпеки населення у випадку радіаційної небезпеки. Завдяки використанню передових матеріалів, таких як радіаційно захищені бетони, та ретельному підходу до планування і будівництва, ці сховища здатні ефективно захищати людей від іонізуючого випромінювання.

Противрадіаційні бетони, збагачені спеціальними добавками, які підвищують їхню щільність та здатність поглинати радіацію, тобто є ключовим компонентом, що забезпечує надійний захист. Правильне проектування та розташування сховищ, врахування технологічних аспектів виготовлення матеріалів, а також детальний аналіз їхньої ефективності є критично важливим для досягнення нормативного рівня безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Олійник Ю. Г. Захист середовища від радіоактивного впливу шляхом змінення складу бетону [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 34-36.
2. Lyubarsky V. The use of non-ferrous metallurgical waste in the manufacture of mineral binders [Електронний ресурс] / V. Lyubarsky, V. Kovalskiy // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2022)», Вінниця, 16-17 червня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/paper/view/16327>.

3. ДБН В.2.2-5:2023. "Захисні споруди цивільного типу". [На заміну ДБН В.2.2-5-97, "Захисні споруди цивільного захисту"]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2023. 131 с.
4. Василич А. В. Сховище для цивільного захисту населення [Текст] / А. В. Василич, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 12 травня 2023 р. – Черкаси : ЧПБ, 2023. – С. 10-12.
5. Друкований М. Ф. Зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів [Електронний ресурс] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8959>.
6. Бурлаков В. П. Джерела радіоактивності [Текст] / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 13-14.
7. Постолатій М. О. Пожежна та техногенна безпека [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси : ЧПБ, 2020. – С. 42-43.
8. Ковальський В. П. Застосування червоного бокситового шламу у виробництві будівельних матеріалів / В. П. Ковальський // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2005. – № 1 (49). – С. 55–60.
9. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
10. Ковальський В.П. Сучасні технології моніторингу природних та техногенних небезпек [Текст] / В.П. Ковальський, А.В. Василич // Матеріали X Всеукраїнської заочної науково - практичної конференції " Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України ", 25 квітня 2024 р. – Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2024. – С. 58 - 59.
11. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів / О. В. Христин, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков ВНТУ, 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/28501>
12. Олійник Ю. Г. Необхідність додавання заповнювачів до бетону для зниження радіаційного забруднення [Електронний ресурс] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, М. Ф. Друкований // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2020), м. Вінниця, 18-29 травня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/viewFile/10480>.
13. Олійник Ю. Г. Способи підвищення радіаційно-захисних властивостей бетонної суміші [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський // Матеріали XIV Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Сталий розвиток міст» (86-ї студентської науково-технічної конференції ХНУМГ ім. О. М. Бекетова) : в 4-х ч. / Ч. 1. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – С. 172-174.
14. Korniylo, I., Gnyp, O., Lemeshev, M., Bereziuk, O., Sivak, K., Romanova, M., ... & Narytnyk, T. (2022). *Scientific foundations in research in Engineering*. International Science Group.
15. Олійник Ю. Г. Аналіз будівельних матеріалів з радіаційно-захисними властивостями [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П.Ковальський // Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології промислового комплексу – 2021". – Херсон : ХНТУ, 2021. – Вип. 7. – С. 261-262.
16. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
17. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14–23 березня 2018 р. – Електрон.текст. дані.

- 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128>
18. Lysenko V. P. et al. Mobile robot with optical sensors for remote assessment of plant conditions and atmospheric parameters in an industrial greenhouse //Photronics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2021. – SPIE, 2021. – Т. 12040. – С. 80-89.
19. Drukovanyy M. Activation of gold-cement binding systems [Електронний ресурс] / М. Drukovanyy, V. Ocheretnyy, V. Kovalskiy // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12714>.

Боднар Павло Степанович — канд. техн. наук, директор, ТОВ «БМ-БУД», м Вишневе.

Горковлюк Ірина Ігорівна — студентка групи Б-21б, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: horkovliuk.ira@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Bodnar Pavlo S.- PhD in Engineering, Director, BM-BUD LLC, Vyshneve.

Horkovliuk Iryna I. — Faculty Construction Civil and Environmental Engineering Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : horkovliuk.ira@gmail.com

Kovalskiy Viktor P. — Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com