

СПОСОБИ СТВОРЕННЯ РАДІАЦІЙНО-БЕЗПЕЧНОГО БУДІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто способи впливу наповнювачів в будівельних матеріалах на зниження їх радіоактивності, проаналізовано властивості утворених матеріалів з радіаційно-захисними добавками та визначено ефективність їх застосування.

Ключові слова: будівельні матеріали, бетони, радіоактивність, радіаційно-захисні властивості, важкі заповнювачі.

Abstract

The methods of influence of fillers in building materials on the reduction of their radioactivity are considered, the properties of the formed materials with radiation-protective additives are analyzed and the efficiency of their application is determined..

Keywords: building materials, concrete, radioactivity, radiation-protective properties, heavy aggregates.

Вступ

Для розробки ефективних радіаційно-безпечних бетонів необхідно виконати аналіз того, як взаємодіє речовина з іонізуючим випромінюванням та встановити ефективні матеріали для захисту від дії іонізуючого випромінювання.

На основі аналізу різних видів радіоактивних випромінювань відомо, що проблема радіаційного захисту зводиться до послаблення нейтронного та β - випромінювання, які по різному взаємодіють з речовиною. Послаблення випромінювання в захисному матеріалі залежить від характеру випромінювання, його енергії, хімічного складу та щільності матеріалу [1-3].

Результати дослідження

Для забезпечення ефективного захисту від іонізуючого випромінювання останнім часом створюються композиційні матеріали, що поєднують позитивні якості двох чи декількох матеріалів чи двох фаз одного матеріалу. У радіаційно-захисному композиційному матеріалі розрізняють матрицю й наповнювачі, що армують. В даний час наука відкриває нові можливості одержання композиційних матеріалів, що задовольняють вимогам гарантованого захисту шляхом створення матеріалів з наповнювачами без вмісту важких елементів. Створені композиції з питомою міцністю і питомим модулем пружності в 2-5 разів більшими, ніж у звичайних конструкційних матеріалах і сплавах [4-6].

Проникаюча здатність електромагнітних видів іонізуючих випромінювань в матеріалі в більшій мірі залежить від щільності та складу цього матеріалу. Найбільш ефективно електромагнітні іонізуючі випромінювання послаблюються при зіткненні з елементами, що володіють високими атомними номерами. Тому для захисту від рентгенівського і γ - випромінювань доцільно використовувати бетони на важких заповнювачах, таких як барит, залізна руда, лімоніт, магнетит, металевий скрап [7-9].

В якості сировини для радіаційно-захисних бетонів використовується баритова руда. До складу баритової руди входять мінерал барит $BaSO_4$, кремнезем SiO_2 , оксиди заліза Fe_3O_4 , оксид алюмінію Al_2O_3 , оксид магнію MgO і оксид кальцію CaO . Щільність баритових бетонів становить від 2,7 до 3,8 т/м³, міцність на стиск 16-30 МПа, на розтяг не більше 3 МПа. Але недоліками таких бетонів є висока схильність усадочних деформацій і слабка стійкість до циклічних температурних впливів, що обумовлено неоднаковим по кристалічним осям температурним розширенням $dx = 19 \cdot 10^{-6} K^{-1}$; $dy = 22 \cdot 10^{-6} K^{-1}$; $dz = 35 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ [2-3].

Радіонукліди містяться у в'язучих (цементі, вапні, гіпсі), які виготовляються із карбонатної сировини і гіпсового каменю, які мають порівняно зменшений вміст радіонуклідів. Основними радіоактивними ізотопами, які зустрічаються у гірських породах і мають вплив на радіоактивність

будівельних матеріалів, є калій-40, радіонукліди урану U-238 і торію Th-232 та продукти їх радіоактивного розпаду: радон-222 і радон-220 (торон). Саме на радон, а особливо продукти розпаду Ra-226, і в тому числі вивільнений із будівельних матеріалів, припадає найбільша доза опромінення [10-12].

Відомі роботи Комаровського А. Н., Сердюка В. Р. та ін. згідно з якими краще використовувати дисперсні заповнювачі для бетонів, щоб зменшити розшарування бетонної суміші, підвищити якість бетону, в тому числі радіаційно-захисні властивості. Серед матеріалів на дисперсних заповнювачах слід відмітити радіаційно-захисні композиції, що розроблені на основі радіаційно стійкого безусадного в'язучого. Вони складаються з високоміцного сульфатостійкого портландцементу ГР-2, добавки мікрокремнезему, та заповнювача чавунного пилу, суміш якого вміщує 88,2% оксидів заліза, а решта – чавун. Досліджені властивості даного матеріалу показали його переваги перед іншими матеріалами (значна кількість хімічно зв'язаної води, безусадність в інтервалі температур 20-300 °С, тріщиностійкий та високоміцний), але ще невизначені його фізико-механічні властивості та корозійна стійкість матеріалу [4, 7].

При введенні будівельних об'єктів в експлуатацію, де передбачено постійне перебування людей, потужність поглиненої дози гамма-випромінювання в повітрі не повинна перевищувати 0,28 мкГр/год або 30 мкР/год [13-15].

Згуровським М. З. та ін. запропоновано спосіб виготовлення бетону, при якому попередньо змішують воду з цементом для отримання цементного клею, який в подальшому піддають ультразвуковій кавітаційній обробці та додають в суміш піску, щебню та інших компонентів за умови накладання вібраційних низькочастотних та ультразвукових коливань до бетону при заповненні форми виробу, в цементний клей перед здійсненням ультразвукової кавітаційної обробки додатково додають дрібнодисперсний порошок вольфраму або його сплаву і здійснюють кавітаційну обробку при підвищеному статичному тиску, а ультразвукові коливання у бетон при заповненні форми виробу вводять при тиску, нижче атмосферного, та здійснюють з інтенсивністю, що перевищує поріг виникнення кавітації в усьому об'ємі бетонної суміші [16].

Висновки

На підставі конструкційних матеріалів створюються радіаційно-захисні матеріали нового класу, засновані на дисперсних системах, що дозволяють зменшити товщину і вагу матеріалу одночасно, підвищити їхні захисні властивості в 2-3 рази за рахунок зниження вагової частки металевого матеріалу і можливості повного його виключення. Виготовлення таких матеріалів базується на наукових відкриттях різного роду ефектів і аномальних явищ в області взаємодії іонізуючих випромінювань з багатокомпонентними полідисперсними середовищами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Непийвода А. А. Дрібнозернисті безусадні бетони на чавунних заповнювачах [Текст] / А. А. Непийвода // – Вінниця : ВНТУ, 2010.
2. Постолатій М. О. Радіаційна небезпека будівельних матеріалів [Текст] / М. О. Постолатій, 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. 68-69 с.
3. 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.
4. Патент України на корисну модель № 72987. Радіаційно-захисний матеріал і спосіб його одержання / Є. О. Джур, М. М. Межуєв; 16. 05. 2005.
5. 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.
6. 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.
7. Новіков Н. В. Джерела радіоактивності будівельних матеріалів / Н. В. Новіков, С. В. Самченко // Баритсодержащие радиационнозащитные строительные материалы – Вестник РУДН. RUDN Journal of Engineering Researches, 2020. – С. 94-98.
 8. Христич О.В. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів [Текст] / О.В. Христич, В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. – С. 184.
 9. Войтюк Д. О. Вплив опромінення джерел природного походження на людину [Текст] / Д. О. Войтюк, 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. 16-17.
 10. Аналіз радіоактивності будівельних матеріалів для житлового та громадського будівництва / Швець В. В., Бондар, А. В., Друкований, О. М. ВНТУ, 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19491>.
 11. Ковальський В. П. Джерела радіоактивності будівельних матеріалів / В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков, Н. А. Акімов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.Б. Бекетова, 2019. – С. 94-95.
 12. Ковальський В.П. Застосування червоного бокситового шламу у виробництві будівельних матеріалів // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2005. – № 1 (49). – С. 55-60.
 13. 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/10480/8795>
 14. Христич О.В., Лемешев М.С. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18 – 23.
 15. Бондар А. В. Використання поверхнево-активних речовин у якості поризуючої добавки до сухих будівельних сумішей / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. В. Бондар // Науковотехнічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – Вінниця: ВНТУ, 2011. – № 1. – С. 33-40.
 16. База патентів України Спосіб виготовлення бетону – Режим доступу: <http://uapatents.com/5-108260-sposib-vigotovlennya-betonu.html>.

Друкований Михайло Федорович — доктор технічних наук, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : drukovanuy@vntu.edu.ua

Олійник Юлія Григорівна – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : yuliaoliynyk3@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Mykhaylo Drukovanuy — Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia

Yulia Oliynyk – graduate student, faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Viktor Kovalskiy – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia