

УДК 691.328:72.025.5:697.1/.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.38.2.2>

КЕРАМЗИТОБЕТОН ЯК МАТЕРІАЛ СУЧАСНОГО ТА РЕСТАВРАЦІЙНОГО БУДІВНИЦТВА

Баранович Любов Романівна¹, Баранович Андрій Миколайович²

¹ аспірант кафедри технології та організації будівництва,
старший викладач кафедри архітектури,
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького, Львів, Україна,
e-mail: duzhe.zliy.kit@gmail.com, orcid: 0000-0002-4521-311X

² старший викладач кафедри архітектури,
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького, Львів, Україна,
e-mail: duzhe.zliy.sobaka@gmail.com, orcid: 0000-0001-5783-7897

Анотація. У статті розглянуто особливості застосування легких бетонів та керамзитобетону у будівництві, реконструкції та реставрації будівель. Актуальність дослідження зумовлена зростанням цін на енергоносії та необхідністю зниження енерговитрат не лише на етапі виробництва матеріалів, а й під час експлуатації споруд. Проаналізовано історичний досвід використання легких бетонів – від Римської імперії до сучасних архітектурних об'єктів. Подано класифікацію легких бетонів за структурою та призначенням, наведено їхні фізико-механічні характеристики. Окрему увагу приділено керамзиту та керамзитобетону як екологічно чистим матеріалам із високими теплоізоляційними, звукоізоляційними та конструкційними властивостями. Розглянуто приклади їх застосування у сучасному будівництві, включаючи індивідуальні житлові будинки, громадські споруди, історичні пам'ятки та інфраструктурні об'єкти. Показано, що використання керамзитобетону сприяє зменшенню ваги конструкцій, скороченню часу будівництва, зниженню енерговитрат та підвищенню довговічності будівель. Узагальнено нормативні вимоги щодо термічного опору огорожувальних конструкцій відповідно до ДБН та європейських стандартів. Робота підкреслює перспективність застосування легких бетонів у контексті енергоефективного та екологічного будівництва.

Мета – обґрунтувати доцільність використання легких бетонів, зокрема керамзитобетону, у сучасному будівництві, реконструкції та реставрації будівель, проаналізувати їхні фізико-механічні та теплоізоляційні характеристики, а також визначити їхній вплив на енергоефективність, довговічність та екологічність споруд.

Методологія. Дослідження базується на аналізі нормативних документів (ДБН, ДСТУ), огляді наукових публікацій та практичних випадків використання керамзитобетону в будівництві й реконструкції. Використано порівняльний метод для оцінки його характеристик відносно традиційних матеріалів, а також узагальнення результатів досвіду застосування у сучасних та історичних об'єктах.

Результати. Аналіз наукових джерел, нормативної бази та практичних прикладів показав, що керамзитобетон має значний потенціал у сучасному будівництві, реконструкції та реставрації будівель. Дослідження підтвердило, що керамзитобетон відповідає вимогам чинних українських ДСТУ та ДБН, а також

може стати одним із ключових матеріалів у реалізації принципів енергоефективного та сталого будівництва.

Наукова новизна. У статті систематизовано переваги керамзитобетону як енергоефективного та екологічного матеріалу, узагальнено нормативні вимоги (ДСТУ, ДБН) до його характеристик, а також окреслено перспективи застосування у будівництві, реконструкції та реставрації з акцентом на зниження ваги конструкцій і збереження історичної автентичності.

Практична значущість. Отримані результати можуть бути використані у проектуванні та виконанні будівельних і реставраційних робіт для вибору оптимальних конструктивних рішень із керамзитобетону, що забезпечують зменшення навантаження на фундаменти, підвищення тепло- та звукоізоляції, а також економії матеріальних і енергетичних ресурсів.

Ключові слова: легкі бетони, керамзитобетон, керамзит, будівництво, реконструкція, реставрація будівель, пористі заповнювачі, енергоефективність, теплоізоляційні властивості, звукоізоляція, екологічність.

ВСТУП

Зі зростанням цін на енергоносії необхідним стає зниження енерговитрат не лише під час виробництва будівельних матеріалів, а й під час експлуатації споруд. Виходом у цій ситуації може бути підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій для нових та вже існуючих споруд. Для досягнення цієї мети варто використовувати під час спорудження будівель і споруд легкі бетони, зокрема бетони на пористих заповнювачах (керамзитобетон, перелітобетон тощо).

Відомо, що легкі бетони використовувалися ще за часів Римської імперії. Так, Пантеон (128 рік н. е.) був споруджений за принципом «від важчого до легшого»: базальт використовувався для спорудження фундаменту та нижніх стін із переходом до цегли та туфу у верхніх стінах та до найлегших під час виконання купола [1].

У цей період з'явився матеріал під назвою «сіре вапно», пізніше відомий як «римський цемент», що складався з домішок кремнезему, глинозему і оксидів заліза [15].

У 1922 р. вперше було використано конструкційний легкий бетон із використанням розширеного сланцю під час спорудження прибудови до спортзалу середньої школи Westport у Канзас-Сіті, США. Першою висотною будівлею став готель Park Plaza у Сент-Луїсі, США (нині – Chase-Park Plaza) на 28 поверхів. Легкий конструкційний бетон використовувався у каркасі та перекриттях [15].

Т. Брадекі та ін. [12] було зазначено про один із досить вражаючих об'єктів, під час будівництва якого було використано керамзитобетон, – це навіс Португальського павільйону, зведеного для виставки Експо – 1998 у Лісабоні (арх. А. Сізо). Бетонний навіс споруди перекриває проліт, який становить

понад 60 м, маючи при цьому товщину лише 20 см і будучи підвішеним на тросах.

Таким чином, легкий бетон використовувався не лише для індивідуального будівництва, а й у більш значних будівлях різного громадського призначення (церкви, готелі, багаторівневі гаражі, навчальні заклади тощо), під час спорудження різних гідротехнічних споруд (греблях, дамбах, мостах, морських платформ, портових споруд тощо), доріг [15; 17].

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідженням легких бетонів, зокрема керамзитобетонів, та впровадженням їх у будівництво займається багато вчених. Серед українських науковців варто відзначити Л. Дворкіна, С. Лаповську [5; 6], В. Сердюк [10], І.А. Столевича, О. Постернак, С. Петраш, А. Костюк [11], К. Каверіна, О. Бондаренко, О. Анопко, Д. Левківського, Т. Антошчук [17], Ю. Фамуляка, Б. Демчину, С. Філіпчук, О. Поляновську, Є. Бабица та ін. Серед європейських учених це – Т. Брадекі, А. Тофілюк, Б. Ухерек-Брадека [12], М. Хубертова, Р. Хела, Р. Ставіноха [16] та багато інших.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Легкі бетони мають густину нижче 2000 кг/м³ та класифікуються за своєю структурою на щільні, поризовані, крупнопористі та ніздрюваті. Ті бетони, що містять пористі заповнювачі, простір між якими повністю заповнений зв'язуючою речовиною, називаються щільними легкими бетонами. Якщо цей простір заповнений частково повітрям або іншими газовими вclusions, то це поризований легкий бетон. У крупнопористому бетоні дрібний заповнювач відсутній та обмежений

уміст в'язучого. Ніздрюваті бетони завдячують своїй структурі газоутворюючим добавкам, аерації або змішуванням із технічною піною [6].

Легкі бетони поділяються на:

- теплоізоляційні (густина – 300–500 кг/м³, міцність на стиск – 0,3 МПа);
- конструкційно-теплоізоляційні (густина – 500–1600 кг/м³, міцність на стиск – 1,0 МПа);
- конструкційні (густина – 1100–2000 кг/м³, міцність на стиск – 12,5 МПа) [5].

Теплоізоляційні легкі бетони призначаються, головним чином, для теплової ізоляції конструкцій; конструкційно-теплоізоляційні – для огорожуваних конструкцій будівлі; конструкційні – для несучих конструкцій будівель і споруд [5].

Матеріал керамзитобетон є екологічно чистим продуктом, що володіє такими властивостями, як легкість, негорючість, стійкість до вологи та хімічних речовин, теплоізоляційність, висока міцність на стиск, морозостійкість, звукоізоляційні властивості.

І керамзит, і керамзитобетон широко використовуються у будівельному секторі.

Уперше керамзит було отримано на початку XX ст., у 1908 р., шляхом випалювання легкої глини і сланцю в тунельній печі. Цей матеріал було запатентовано американцем Стефаном Хайдом, і в 1918 р. у США було розпочато його виробництво [10; 15].

Керамзитний заповнювач має сферичну форму гранул, умовна густина яких коливається в межах 0,66...1,35. Насипна густина варіюється від 334 до 800 кг/м³. Водопоглинання – близько 10...25% [20].

Як матеріал керамзит має безліч застосувань:

- керамзитовий гравій і щебінь використовується як:
- легкий заповнювач у бетоні;
- теплоізоляційна засипка для утеплення горищ, дахів, підлог;
- у ландшафтному дизайні як дренажні шари, для мульчування ґрунту, для декоративного покриття клумб;
- легка основа під час будівництва доріг;
- теплоізоляція трубопроводів;
- керамзитовий пісок використовується у сухих сумішах, легких стяжках, кладочних розчинах.

Готовий керамзитобетон може мати такі характеристики: міцність на стиск у межах – 23...60 МПа; густина – 1290...2044 кг/м³; міцність на розтяг – 1,86...2,77 МПа; модуль пружності – 13,1...23 МПа, що демонструє кращі показники конструкційної

ефективності, ніж у звичайних бетонів нормальної густини [20].

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій новозбудованих житлових та громадських будівель за ДБН В.2.6-31:2021 становить для зовнішніх стін $R_{qmin} = 3,50...4,00$ м²·К/Вт; для покриття – $R_{qmin} = 5,50...6,00$ м²·К/Вт; для перекриття – $R_{qmin} = 4,00...5,00$ м²·К/Вт.

У країнах Європи ці характеристики регламентуються національними стандартами та Директивою 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель із загальною тенденцією до підвищення норм для досягнення стандарту «майже нульового енергоспоживання» (NZEB). У Німеччині показники R_{qmin} для зовнішніх стін становлять 3,50...4,00 м²·К/Вт; для покрівлі – 5,00...6,00 м²·К/Вт; для підлоги – 3,00...4,00 м²·К/Вт. У Франції відповідно – 3,70 м²·К/Вт; 6,00 м²·К/Вт; 3,2 м²·К/Вт. У Польщі – 3,00 м²·К/Вт; 4,50 м²·К/Вт; 2,50 м²·К/Вт. У Швеції – 4,00...5,00 м²·К/Вт; 6,00...7,00 м²·К/Вт; 3,50...4,50 м²·К/Вт [4; 14].

Широкий спектр використання керамзитобетону у будівництві надає нам цікаві приклади його використання. Так, у роботі М. Хубертової та ін. [16] зазначається, що керамзитобетон використовується не лише під час спорудження нових будівель, а й під час реконструкції старих історичних пам'яток. Автори відзначають, що легкий конструкційний керамзитобетон, який використовували у плитах перекриття, зменшив вагу будівлі XV ст., що позитивно вплинуло на її конструкцію у цілому. Також автори відзначили використання збірних елементів із керамзитобетону під час спорудження таких будівель, як багатофункціональний зал у Карлових Варах, трибуни спортивного стадіону Еден у Празі, балконні огорожі для реконструкції панельних будинків, виготовлення різних навісів для автомобілів, санвузлів для квартир і готелів.

Цікавими для будівельників, архітекторів та дизайнерів будуть легкий керамзитобетон з облицюванням та легкий бетон із готовою поверхнею. М. Хубертовою та ін. [16] було зазначено, що із цього матеріалу було побудовано декілька будівель у Швейцарії та Німеччині. Відзначаються такі характеристики монолітних одношарових конструкцій, як довговічність, економія (немає необхідності наносити штукатурні шари чи інші покриття, також немає потреби у додатковій теплоізоляції), висока архітектурно-дизайнерська цінність через цікаву текстуру поверхні.

Польські автори Т. Брадекі та ін. [12] пропонують використовувати під час зведення однокімнатних будинків технологію збірних конструкцій із розширеного керамзитобетону, яка заснована на їхньому власному досвіді. Зазначається, що стіни з розширеного керамзитобетону, як правило, мають висоту 285 см (більша висота стін призводить до значного здорожчання транспортування); товщина зовнішніх і несучих стін становить 15 см, а перегородок – 10 см; виконання нависаючих елементів є проблематичним через конструктивні обмеження перекриттів. Для кращої теплоізоляції зовнішні стіни були утеплені пінопластом 20 см, завдяки чому коефіцієнт теплопередачі U_c був значно нижчим, ніж у стін виконаних кладкою ($0,18 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$). Окрім того, порівняно з традиційною технологією зведення індивідуальних будинків із штучних матеріалів технологія збірних плит із розширеного керамзитобетону значно зменшує час реалізації готового проекту.

Т. Брадекі Т. та ін. [12] було зазначено такі переваги будівництва з готових збірних керамзитобетонних плит:

- скорочення часу на виконання робіт;
- загалом зменшення кількості мокрих процесів (мурування, бетонування, штукатурення);
- зниження споживання електроенергії на будмайданчику;
- зменшення до мінімуму будівельних відходів.

О.М. Грицаєнко пропонує використовувати для утеплення фасадів теплоізоляційну штукатурку, до складу якої входять «...цемент, вапно, хімічні домішки, але замість наповнювача піску використовується широка лінійка наповнювачів: пінопласт, відходи деревинного виробництва, вермікуліт, перлітова крихта, дрібнофракційний керамзит, спінене скло, пемзовий наповнювач, що й зумовлює основні властивості теплоізоляційної штукатурки» [3].

Із керамзитобетону виготовляється велика кількість готових виробів:

- блоки для кладки (стінові, перегородкові);
- панелі та плити перекриттів (армовані та неармовані), зовнішні стінові панелі, міжповерхові перекриття, плити для дахів;
- збірні конструкції;
- монолітні теплоізоляційні шари.

Отже, використання керамзитобетону досить широке. Не варто забувати про використання керамзиту й у розчинах, теплоізоляційній штукатурці і як основу для дренажних та теплоізоляційних шарів.

ВИСНОВКИ

Легкі бетони та керамзитобетон є важливими сучасними матеріалами, що поєднують у собі конструкційну надійність, довговічність та високі теплоізоляційні властивості. Їх застосування у будівництві, реконструкції та реставрації будівель забезпечує зниження навантаження на конструкції, підвищення енергоефективності та створення комфортного мікроклімату в приміщеннях.

Історичний розвиток використання легких бетонів – від споруд Римської імперії до сучасних об'єктів – підтверджує їх універсальність і доведену ефективність у різних архітектурних та інженерних рішеннях. Сучасні технології дають змогу виготовляти широкий спектр виробів із керамзитобетону (блоки, панелі, збірні конструкції, монолітні теплоізоляційні шари), що розширює можливості його застосування у новому будівництві та відновленні існуючого житлового й громадського фонду.

Таким чином, використання легких бетонів на пористих заповнювачах, зокрема керамзитобетону, відповідає сучасним вимогам до енергоефективності, екологічності та економічності будівництва, а також має значний потенціал у збереженні архітектурної спадщини та розвитку сталого будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Баранович Л., Баранович А. Бетон: історія виникнення та шлях його прогресу як передового будівельного матеріалу. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Архітектура та будівництво»*. Львів, 2024. С. 78–85. DOI: <https://doi.org/10.31734/architecture2024.25.078>.
- [2] Будівельні матеріали і конструкції підземних споруд. Основи розрахунку : навчальний посібник / уклад.: С.М. Стовпник, А.Л. Ган, Л.В. Шайдецька. Київ : КНУ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 120 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/a06196c6-a3b7-4147-8e88-c7123c62d807/content>
- [3] Грицаєнко О.М., Попруга Д.В., Потабрик М.О. Теплоізоляційна штукатурка. *Розвиток промисловості та суспільства* : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. Кривий Ріг, 2022. С. 85. URL: <https://www.knu.edu.ua/storage/files/2/Наука/Конференції/Конференції%202022/Розвиток/Тези%20конф.%20СТАЛИЙ%20РОЗВИТОК%20-%202022.pdf.pdf>
- [4] ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ : Мінрегіон України, 2022. 27 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996
- [5] Дворкін Л.Й. Архітектурне матеріалознавство : підручник. Рівне : НУВГП, 2022. 560 с.
- [6] Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство : підручник. Рівне : НУВГП, 2016. 448 с.

[7] Будівельне матеріалознавство : підручник / П.В. Кривенко та ін. Київ : Ліра-К, 2012. 624 с.

[8] Осипенко В.І., Поздєєв С.В., Тищенко І.Ю. Будівельні матеріали та їхня поведінка за дії високих температур : навчальний посібник. Черкаси, 2011. 170 с. URL: https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/3381/1/Kon-LM_cor_ispr1-5.pdf

[9] Пашенко Т.М., Світла З.І. Будівельне матеріалознавство : навчальний посібник. Київ : Аграрна освіта, 2009. 434 с.

[10] Сердюк В.Р. Тенденції виробництва керамзиту та використання керамзитобетону в сучасному будівництві. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2018. № 3. С. 14–22. URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2224>

[11] Бетони на пористих заповнювачах у будівництві / І.А. Столевич та ін. *Теорія та практика дизайну*. 2024. № 32. С. 63–69. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.32.8>.

[12] Bradecki T., Tofiluk A., Uherek-Bradecka B. Challenges in the design of prefabricated single-family buildings with expanded clay technology – selected architectural and environmental aspects. *Civil and Environmental Engineering Reports*. 2022. Vol. 32, No. 4. P. 323–344. DOI: <https://doi.org/10.2478/ceer-2022-0061>.

[13] Camões A., Ferreira R.M. Technological evolution of concrete: from ancient times to ultra high performance concrete. In: *Structures and Architecture / Cruz (Ed.). London : Taylor & Francis Group*, 2010. URL: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/17654/1/ICSA2010_AC%26RMF_final.pdf (дата звернення: 14.04.2025).

[14] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). *Official Journal of the European Union*. 2010. L 153. P. 13–35. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/eng>

[15] Expanded shale, clay and slate institute. Reference Manual for the Properties and Applications of Expanded Shale, Clay and Slate Lightweight Aggregate. April 2007. 1484 p. URL: <https://www.escsi.org/wp-content/themes/escsi/assets/images/0%20Reference%20Manual%20Cover%20Page%20Preface%20and%20TOC.pdf>

[16] Hubertova M., Hela R., Stavinoha R. Expanded clay thermo insulating concrete. Central Europe towards Sustainable Building. *Material Efficiency. CESB10 Prague. 30 June – 2 July 2010*. P. 1–8. https://www.cesb.cz/cesb10/papers/3_materials/098.pdf

[17] Kaverin K., Bondarenko O., Anopko D., Levkivskyi D., Antoshchuk T. Modified high strength lightweight-aggregate concrete based on expanded clay: composition, structure, properties. *Transfer of Innovative Technologies*. 2023. Vol. 6, No. 1. P. 103–117. DOI: <https://doi.org/10.32347/tit.2023.61.0103>.

[18] Steiger R.W. The history of concrete. Part 1: From portland cement to structural concrete. *Concrete Journal. Aberdeen Publishing*. July 1995. P. 584–587. URL: <https://pita.ess.washington.edu/tswanson/wp-content/uploads/sites/9/2018/10/The-History-of-Concrete.pdf>

[19] Steiger R.W. The history of concrete. Part 2: From portland cement to structural concrete. *Concrete Journal. Aberdeen Publishing*. August 1995. P. 644–647. <https://www.scribd.com/document/478629938/1995-b-Steiger-The-History-of-Concrete>

[20] Vijayalakshmi R., Ramanagopal S. Structural Concrete using Expanded Clay Aggregate: A Review. *Indian Journal of Science and Technology*. 2018. Vol. 11, No. 16. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i16/121888>.

REFERENCES

[1] Baranovych, L., & Baranovych, A. (2024). Beton: istoriia vynykennia ta shliakh yoho prohrasu yak peredovoho budivelnogo materialu [The history of the emergence of concrete as a progressive building material]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu pryrodokorystuvannia. Seriiia «Arkhytektura ta budivnytstvo»*, 78–85. <https://doi.org/10.31734/architecture2024.25.078> [in Ukrainian].

[2] Stovpnyk, S.M., Han, A.L., & Shaidetska, L.V. (2019). Budivelni materialy i konstruktzii pidzemnykh sporud. *Osnovy rozrakhunku* [Building materials and structures of underground structures. Basics of calculation] (Navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti 184 «Hirnyctvo»). KPI im. Ihoria Sikorskoho. Retrieved from: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/a06196c6-a3b7-4147-8e88-c7123c62d807/content> [in Ukrainian].

[3] Hrytsaienko, O.M., Popruha, D.V., & Potabryk, M.O. (2022). Teploizolatsiina shtukaturka [Thermal insulation plaster]. *Rozvytok promyslovosti ta suspilstva: materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii*, 85. Kryvyi Rih. Retrieved from: <https://www.knu.edu.ua/storage/files/2/Наука/Конференції/Конференції%202022/Розвиток/Тези%20конф.%20СТАЛИЙ%20РОЗВИТОК%20-%202022.pdf> [in Ukrainian].

[4] Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. (2022). DBN V.2.6-31:2021. Teplova izolatsiia ta enerhoefektyvnist budivel [Thermal insulation and energy efficiency of buildings]. Kyiv. Retrieved from: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996 [in Ukrainian].

[5] Dvorkin, L.Y. (2022). Arkhytekturne materialoznavstvo [Architectural materials science]. Rivne: NUVHP, 560 p. [in Ukrainian].

[6] Dvorkin, L.Y., & Lapovska, S.D. (2016). Budivelne materialoznavstvo [Building materials science]. Rivne: NUVHP, 448 p. [in Ukrainian].

[7] Kryvenko, P.V., Pushkaryova, K.K., Baranovskiy, V.B., Kochevych, M.O., Hasan, Yu.H., Konstantynivskiy, B.Ya., & Raksha, V.O. (2012). Budivelne materialoznavstvo [Building materials science]. Kyiv: Lira-K, 624 p. [in Ukrainian].

[8] Osypenko, V.I., Pozdiev, S.V., & Tyshchenko, I.Yu. (2011). Budivelni materialy ta yikh povedinka pry dii vysokokh temperatur [Building materials and their behavior at high temperatures]. Cherkasy. Retrieved from: https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/3381/1/Kon-LM_cor_ispr1-5.pdf [in Ukrainian].

[9] Pashchenko, T.M., & Svitla, Z.I. (2009). Budivelne materialoznavstvo [Building materials science]. Kyiv: Ahrarna osvita, 434 p. [in Ukrainian].

[10] Serdiuk, V.R. (2018). Tendentsii vyrobnytstva keramzytu ta vykorystannia keramzytobetonu v suchasnomu budivnytstvi [Trends of Expanded Clay Production and Use of Expanded-clay Concrete in Modern Construction]. Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu, (3), 14–22. Retrieved from: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2224> [in Ukrainian].

[11] Stolevych, I.A., Posternak, O.O., Petrash, S.V., Kostiuk, A.I., & Urazmanova, N.F. (2024). Betony na porystykh zapovniuvachakh v budivnytstvi [Concretes on porous aggregate in building]. Teoriia ta praktyka dyzainu, (32), 63–69. <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.32.8> [in Ukrainian].

[12] Bradecki, T., Tofiluk, A., & Uherek-Bradecka, B. (2022). Challenges in the design of prefabricated single-family buildings with expanded clay technology – Selected architectural and environmental aspects. Civil and Environmental Engineering Reports, 32(4), 323–344. <https://doi.org/10.2478/ceer-2022-0061> [in English].

[13] Camões, A., & Ferreira, R.M. (2010). Technological evolution of concrete: from ancient times to ultra high performance concrete. In P. J. da Sousa Cruz (Ed.), Structures and architecture (pp. 1571–1578). Taylor & Francis Group. Retrieved from: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/17654/1/ICSA2010_AC%26RMF_final.pdf [in English].

[14] European Parliament, & Council of the European Union. (2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Union, L 153, 13–35. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/eng> [in English].

[15] Expanded Shale, Clay and Slate Institute. (2007, April). Reference manual for the properties and applications of expanded shale, clay and slate lightweight aggregate (p. 1484). Retrieved from: <https://www.escsi.org/wp-content/themes/escsi/assets/images/0%20Reference%20Manual%20Cover%20Page%20Preface%20and%20TOC.pdf> [in English].

[16] Hubertova, M., Hela, R., & Stavinoha, R. (2010, June 30 – July 2). Expanded clay thermo insulating concrete. In Central Europe towards sustainable building: Material efficiency (CESB10) (pp. 1–8). Prague. Retrieved from: https://www.cesb.cz/cesb10/papers/3_materials/098.pdf [in English].

[17] Kaverin, K., Bondarenko, O., Anopko, D., Levkivskyi, D., & Antoshchuk, T. (2023). Modified high strength lightweight-aggregate concrete based on expanded clay: Composition, structure, properties. Transfer of Innovative Technologies, 6(1), 103–117. <https://doi.org/10.32347/tit.2023.61.0103> [in English].

[18] Steiger, R.W. (1995, July). The history of concrete. Part 1: From Portland cement to structural concrete. Concrete Journal, 584–587. Retrieved from: <https://pita.ess.washington.edu/tswanson/wp-content/uploads/sites/9/2018/10/The-History-of-Concrete.pdf> [in English].

[19] Steiger, R.W. (1995, August). The history of concrete. Part 2: From Portland cement to structural concrete. Concrete Journal, 644–647. <https://www.scribd.com/document/478629938/1995-b-Steiger-The-History-of-Concrete> [in English].

[20] Vijayalakshmi, R., & Ramanagopal, S. (2018). Structural concrete using expanded clay aggregate: A review. Indian Journal of Science and Technology, 11(16), 1–12. <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i16/121888> [in English].

ABSTRACT

Baranovych L., Baranovych A. Expanded Clay Concrete as a Material for Modern and Restoration Construction

The article examines the features of using lightweight concrete and expanded clay concrete in construction, reconstruction, and restoration of buildings. The relevance of the research is determined by the rising cost of energy resources and the need to reduce energy consumption not only at the stage of material production but also during the operation of buildings. The historical experience of using lightweight concretes – from the Roman Empire to modern architectural objects – is analyzed. A classification of lightweight concretes by structure and function is presented, along with their physical and mechanical characteristics. Particular attention is paid to expanded clay and expanded clay concrete as environmentally friendly materials with high thermal insulation, sound insulation, and structural properties. Examples of their application in modern construction are considered, including individual residential houses, public buildings, historical monuments, and infrastructure facilities. It is shown that the use of expanded clay concrete contributes to reducing structural weight, shortening construction time, lowering energy consumption, and increasing the durability of buildings. Regulatory requirements for the thermal resistance of enclosing structures are summarized in accordance with Ukrainian DBN and European standards. The study highlights the prospects of applying lightweight concretes in the context of energy-efficient and sustainable construction.

Purpose: to substantiate the feasibility of using lightweight concretes, in particular expanded clay concrete, in modern construction, reconstruction, and restoration of buildings; to analyze their physical, mechanical, and thermal insulation characteristics; and to determine their impact on energy efficiency, durability, and sustainability of buildings.

Methodology. The research is based on the analysis of regulatory documents (DBN, DSTU), a review of scientific publications, and practical case studies of using expanded clay concrete in construction and reconstruction. A comparative method is applied to evaluate its characteristics relative to traditional materials, as well as generalization of application results in modern and historical buildings.

Results. The analysis of scientific sources, regulatory framework, and practical examples demonstrated that expanded clay concrete has significant potential in modern construction, reconstruction, and restoration of buildings. The study confirmed that expanded clay concrete meets the requirements of current Ukrainian DSTU and DBN standards and can become one of the key materials in implementing energy-efficient and sustainable construction principles.

Scientific novelty. The article systematizes the advantages of expanded clay concrete as an energy-efficient and eco-friendly material, summarizes regulatory requirements (DSTU, DBN) for its properties, and outlines prospects for its application in construction, reconstruction, and restoration, with emphasis on reducing structural weight and preserving historical authenticity.

Practical relevance. The obtained results can be applied in the design and implementation of construction and restoration projects for selecting optimal structural solutions with expanded clay concrete, ensuring reduced foundation loads, improved thermal and acoustic insulation, as well as saving material and energy resources.

Keywords: lightweight concrete, expanded clay concrete, expanded clay, construction, reconstruction, restoration of buildings, porous aggregates, energy efficiency, thermal insulation properties, sound insulation, sustainability.

AUTHOR'S NOTE:

Baranovych Lyubov, Postgraduate Student at the Department of Construction Technology and Organization, Senior Lecturer at the Department of Architecture, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine, e-mail: duzhe.zliy.kit@gmail.com, orcid: 0000-0002-4521-311X.

Baranovych Andrii, Senior Lecturer at the Department of Architecture, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine, e-mail: duzhe.zliy.sobaka@gmail.com, orcid: 0000-0001-5783-7897.

Стаття подана до редакції: 25.08.2025.

Стаття прийнята до опублікування: 30.09.2025.

Стаття опублікована: 20.11.2025.