

УДК 693.54:628.4036 (043.2)

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.34.1>

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЦИРКУЛЬОВАНИХ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ У СКЛАДІ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Грабовчак Валентина Валентинівна¹, Ковальчук Олександр Юрійович²

¹ кандидат технічних наук,
заступник декана факультету наземних споруд і аеродромів,
Державний університет «Київський авіаційний інститут»,
Київ, Україна,
e-mail: valentyna.hrabovchak@npp.nau.edu.ua, orcid: 0000-0002-6315-9639,

² кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку,
Київський національний університет будівництва та архітектури,
Київ, Україна,
e-mail: kovalchuk.oyu@gmail.com orcid: 0000-0001-6337-0488

Анотація. У цій статті проведено теоретичний аналіз можливості використання рециркульованих бетонних конструкцій у складі бетонних сумішей. Дана проблема вимагає особливої уваги, адже на сьогодні в Україні накопичилось вже майже 12 млн тонн будівельного брухту, яке зберігається на тимчасових звалищах і створює негативні екологічні ризики. Зважаючи на це в нашій країні вже досягли розуміння, що залишки від зруйнованих будівель належать до матеріальних ресурсів, які можна використовувати у будівельній галузі при виробництві матеріалів.

Мета – теоретичний аналіз особливостей використання рециркульованих бетонних конструкцій у складі бетонних сумішей.

Методологія дослідження передбачає дослідження впливу залишків органіки, продуктів горіння, тощо у складі рециркульованого заповнювача на властивості бетонної суміші та бетону на її основі.

Результати. Реалізація впровадження технологій з використанням рециркульованих бетонних конструкцій у складі бетонних сумішей дозволить підвищити ефективність використання таких матеріалів для будівництва та відновлення промислових комплексів хімічної, оборонної, сільськогосподарської та харчової галузей економіки, а також при спорудженні інфраструктурних та спеціальних об'єктів.

Наукова новизна. Визначення процесів зменшення дефектності структури рециркульованого заповнювача та бетону на його основі в цілому, ретельного підбору в'язучої речовини при проектуванні складу бетонної суміші з огляду на підвищену дефектність такого заповнювача як продукту переробки зруйнованих бетонних конструкцій, а також з огляду на можливу наявність в його складі залишків органічних сполук та продуктів горіння.

Практична значущість. Практична цінність цього дослідження полягає в його потенціалі для розвитку будівельної галузі, який відкриє можливість утилізації великотоннажних відходів бойових дій, а також дозволить розширити варіативність отримання бетонів різного призначення.

Ключові слова: бетон, будівельна суміш, відходи будівництва, рециркульовані заповнювачі, утилізація відходів, лужні цементы, будівельні конструкції, техногенні відходи, промисловість.

ВСТУП

Питання відбудови будівель та споруд, які зруйновані внаслідок російської військової агресії, досить актуальне на порядку денному. Оскільки для швидкого відновлення будівель як житлового, так і громадського призначення потрібні не лише економічні ресурси, а і матеріальні. До будівельних матеріалів ставлять високі вимоги щодо швидкого набору міцності, високих експлуатаційних показників та довговічності. Однак, зважаючи на економічне становище країни, науковці намагаються знайти підходи, які б дозволили будівельній галузі використовувати дешево, а іноді частково підготовлену сировину.

Враховуючи, що території України, внаслідок масштабних руйнувань будівель та споруд, накопичилось вже близько 10–12 млн тонн відходів [3], і щоденно їхній об'єм збільшується. Тому, навіть при раціональному використанні площі для будівельних відходів, серед яких уламки бетону, цегли, шматки деревини та інші, не можливо уникнути процесів і явищ, що порушують екологічну рівновагу в районах їх розміщення. Очевидно, що перспективним напрямом утилізації будівельного брухту це повторне його використання у складі бетонних сумішей. Так, як основним завданням будівельної галузі є відбудова України, незважаючи на майже щоденне руйнування будівель та брак ресурсів. Спілка виробників будівельних матеріалів прогнозує значний дефіцит будівельних матеріалів. Відповідно, вирішенням проблеми має стати використання продуктів переробки зруйнованих конструкцій як сировини для виготовлення нових матеріалів.

При правильному підході й налагоджені сортування, переробка і повторне використання будівельних відходів матиме величезний потенціал. Оскільки до будівельних відходів відносяться такі продукти як: бетон та залізобетон, цегла, метал, ґрунт, пісок, забруднений глиною, сантехкераміка, дерево, скло, гіпсокартон, пластмаса, асфальтобетон. За оцінками дослідників, за масовим вмістом 52% будівельних відходів становить бетон та залізобетон, 32% – кам'яні стінові матеріали (цегла, стінові блоки, піно- та газобетон), 8% – відходи асфальту та будівельних розчинів, 4% – відходи металів, 2% – відходи дерева та пластмас, 1% – керамічні вироби (сантехнічна кераміка, керамічна плитка), 1% – гіпсокартон, скло та інші відходи [7], які можна використовувати як засипку для доріг, заповнювачі до бетонів тощо.

Тому враховуючи дані проблеми, науковці намагаються розробити нові

ресурсозберігаючі та економічно вигідні технології для повторного використання будівельних відходів.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Повномасштабне вторгнення російської федерації на територію України призвело до величезних руйнувань будівель і споруд, при чому об'єми будівельного брухту щодня зростають. Значна кількість відходів руйнувань стане ще одним екологічним викликом для країни. За статистикою конфедерації будівельників України та Міністерства відновлення інфраструктури та регіонального розвитку на сьогодні пошкоджено та зруйновано більше 80 млн. м² житлового фонду, не враховуючи промислові будівлі та інфраструктурні об'єкти. Підрахунки експертів наводять орієнтовну кількість будівельних відходів яка утворюється від руйнування: двоповерховий будинок площею близько 180 м² можна отримати майже 492,6 тонн будівельного сміття та відходів (цегла – 248,7 тонн, залізобетон – 110 тонн, бетон – 125,8 тонн, метал – 7,5 тонн, деревина – 0,4 тонн, скло – 0,3 тонн), з п'ятиповерхового будинку (орієнтовна опалювальна площа 4 368 кв. м) – 9 073,4 тонн (цегла – 3 958,9 тонн, залізобетон – 4 401,2 тонн, бетон – 629 тонн, метал – 29,3 тонн, деревина 20,7 тонн, скло – 21,8 тонн [3]. В розрахунках враховували, що в пошкоджених будівлях використовували цеглу, залізобетон, бетон, металеві конструкції, дерево та скло. Розглянуті конструкції: стіни, міжповерхові перекриття, вікна, двері, елементи систем опалення, холодного та гарячого водопостачання та каналізації. Не враховували під час розрахунків меблі та побутову техніку.

Сьогодні вже ведеться робота із розбирання завалів від зруйнованих будинків та споруд. Значну частину відходів можуть повторно використовувати не тільки під час відбудови пошкоджених об'єктів, а й під час виробництва будівельних матеріалів. Відомо, що матеріали виготовлені на основі портландцементних систем не підлягають хімічному розкладанню та можуть бути утилізовані тільки шляхом механічної переробки [12]. У світовій практиці дедалі більше з'являється робіт науковців, що спрямовані на розв'язання цієї проблеми [11]. Водночас, використання подібних матеріалів також обумовлює появу недоліків, що неприйнятні традиційним бетонним конструкціям [10; 19]. Насамперед, питання обумовлено підвищеною дефектністю структури матеріалу самого рециркульованого заповнювача, який в процесі переробки і класифікації набуває дефектності структури (мікротріщин)

та, відповідно, погіршує властивості кінцевого продукту.

Для України питання використання будівельних відходів стоїть дуже гостро. Тому у вересні 2022 року Урядом було запроваджено законодавчу основу для іншого алгоритму поводження із будівельними відходами, що утворилися внаслідок руйнувань [8].

МЕТА

Проаналізувати технологічні рішення підвищення функціональних властивостей бетонів на основі використання рециркульованих заповнювачів, що утворилися внаслідок процесу переробки та класифікації залишків бетонних будівель і споруд, які зазнали руйнувань та пошкоджень внаслідок ведення бойових дій та збройної агресії.

Для досягнення мети пропонується застосувати накопичений досвід для направлення управління процесами структуроутворення у широкій гамі в'язучих речовин – від традиційного портландцементу до різних видів лужних цементів.

Методологія дослідження передбачає дослідження впливу залишків органіки, продуктів горіння, тощо у складі рециркульованого заповнювача на властивості бетонної суміші та бетону на її основі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В країнах Європи дуже широко використовують будівельні відходи як складові в'язучих матеріалів, наповнювачів, сухих будівельних сумішей тощо. В Україні лише з початком військового вторгнення російської федерації почали активно піднімати питання повторного використання будівельних відходів як складових компонентів будівельних матеріалів, з огляду на необхідність масової відбудови і потреби у залучення величезної кількості сировини для цього.

Одним із виходів для використання будівельних відходів є рециклінг, який вважається кращим варіантом для повторного використання залишків бетону. Однак для того, щоб розширити кількість відходів, які можна піддати рециклінгу, необхідно провести ряд досліджень впливу складових на структуру бетонної суміші, фізико-механічні властивості, експлуатаційні характеристики. Оскільки у складі будівельних відходів від зруйнованих будівель знаходиться не лише бетон, а й керамічні вироби, кам'яні стінові матеріали, відходи металів, відходи дерева та пластмас тощо. Сьогодні науковці активно займаються питанням використання матеріалів на основі рециркульованих

заповнювачів. Представники наукової школи НДІВМ ім. В.Д. Глуховського займаються вивченням питань спрямованого структуроутворення лужних цементів та бетонів на основі техногенної сировини. Результати досліджень підтвердили ефективність наукових підходів науковців НДІВМ, тому використовуючи накопичений досвід науковців Скурчинської Ж.В., Пушкарьової К.К., Рунової Р.Ф., Бродко О.А., Петропавловського О.М., Гоца В.І., Кривенка П.В., Грабовчак В.В. та Ковальчука О.Ю. та інших, дозволить розширити можливість використання рециркульованих конструкцій у складі бетонних сумішей.

Питання використання матеріалів на основі рециркульованих заповнювачів та лужних цементів активно досліджуються на світовому науковому ринку [17; 18], вивчаючи поведінку таких матеріалів в різних умовах експлуатації [13; 16]. Дослідники відзначають перспективність використання подібних систем та високі експлуатаційні показники, в той самий час відзначаючи підвищену вартість таких технологій та складність технології отримання матеріалу порівняно із традиційними цементними системами. Слід відмітити, що українська школа лужних цементів, яка є родоначальником таких матеріалів та має більше 65 років досвіду розробок матеріалів на їх основі, значно випереджає світові аналоги у плані розробки ресурсоефективних та економічних матеріалів, пропонуючи відносно дешеві та технологічні способи організації виробництва у найкоротші терміни.

Аналіз літературних джерел показує, що використання гібридних лужних цементів є ефективним для матеріалів загальнобудівельного та спеціального призначення, маючи у своєму складі продукти горіння та залишки органіки, матеріали виготовлені на основі лужних в'язучих характеризуються високими фізико-механічними та експлуатаційними властивостями.

Однак, використання техногенних рециркульованих продуктів у складі бетонних сумішей потребує ретельного вивчення їх впливу на властивості бетону, оптимізації технологічних процесів та проведення постійного контролю якості. При правильному підході рециркульований бетон може стати ефективним і екологічно чистим будівельним матеріалом. Оскільки проведення досліджень підтверджується значним світовим науковим інтересом та наявністю пілотних проєктів даного напрямку в Україні. Водночас, існуючі роботи з технології використання рециркульованих заповнювачів у складі бетонних сумішей не враховують досвід авторів в галузі розробки лужних

цементів і бетонів, а також матеріалів, що мають здатність до самозаліковування структури. Крім того, не враховується питання можливої наявності залишків органічних матеріалів та продуктів горіння, що утворились внаслідок ведення бойових дій. Обов'язкова умова – лабораторні дослідження, що визначають механічні властивості, параметри дроблення, рівень токсичності основних матеріалів. Розуміння цих факторів дозволить у подальшому застосовувати універсальні підходи. Адже питання раціонального, екологічно та матеріально вигідного поводження з відходами – це питання ефективності загального процесу відновлення.

АПРОБАЦІЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Наукові дослідження виконуються в рамках Держбюджетної тематики та будуть висвітлені у анованому звіті.

Результати досліджень оприлюднені:

- на XXIV Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Політ. Сучасні проблеми науки. Розвиток інфраструктури авіаційного транспорту», Київ 2024р. [1].

ВИСНОВКИ

Аналіз теоретичних досліджень показав, що розробка нових технологічних рішень з використання рециркульованих матеріалів у складі бетонних сумішей потребує поглибленого вивчення процесів формування структури матеріалу з метою отримання зниженої дефектності і, відповідно, підвищених фізико-механічних та експлуатаційних характеристик матеріалу.

Даний напрям дослідження відповідає концепції сталого розвитку людства та, в першу чергу, концепції відбудови України, оскільки окрім економічного має значний соціальний ефект за рахунок рециркуляції величезних об'ємів бетонних конструкцій та виробів, що утворились внаслідок ведення бойових дій. На теперішній час в Україні у багатьох громадах накопичуються значні завали зруйнованих бетонних конструкцій, що потребують переробки або утилізації. Їх раціональне використання дозволить не тільки зекономити природні корисні копалини, але й значно розширити можливості щодо широкомасштабної відбудови України.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Булкина П.О. Застосування відходів від руйнувань як сировини для виробництва будівельних матеріалів. *Політ. Сучасні проблеми науки : XXIV міжнар. наук.- практ. конф. студентів та молодих вчених, м. Київ 2–5 квітня 2024 р. Київ, 2024. С. 245–246.*

[2] Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В., Вплив лужного компонента на зміну показника лужності системи шлаколужного цементу при взаємодії з активними заповнювачами. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2020. Вип. 192. С. 6–11.*

[3] Коссе І. Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. *Хмарочос* : веб-сайт. URL: <http://surl.li/ztxslf> (дата звернення 03.09.2024).

[4] Настич І. Будівельне сміття: вирішення проблеми залежить від політичної волі та готовності впроваджувати реформи. *Property Times* : веб-сайт. URL: <http://surl.li/zckdld> (дата звернення 03.09.2024р.).

[5] Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. URL: <http://surl.li/ljoshb> (дата звернення: 21.10.2024).

[6] Поводження з відходами руйнації в Україні. Актуальні практики та необхідні зміни. 2024. 76 с. URL: https://zerowaste.org.ua/wp-content/uploads/2024/04/dodatok_1_zvit_vidhody_rujnacziyi_vijny_docx.pdf.

[7] Попович О.Р., Захарко Я.М. Мальований М.С. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Теорія і практика будівництва*, 2013 Вип. 755, С. 321–324.

[8] Постанова КМУ «Про затвердження Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України» веб-сайт. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення 10.10.2024 р.).

[9] Токарчук Д.М. Особливості утворення і поводження з відходами під час воєнних дій: досвід України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2022. № 2. С. 109–122. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2022-2-8>

[10] Bu C. et al. The durability of recycled fine aggregate concrete: A review. *Materials*, 2022, 15(3), 1110.

[11] F. de Andrade Salgado, F. de Andrade Silva. Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review. *Journal of Building Engineering*, 52, 104452 (2022).

[12] Ferronato N., Fuentes Sirpa R. C., Guisbert Lizarazu E. G., Conti F., Torretta V. Construction and demolition waste recycling in developing cities: management and cost analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023. 30 (9), 24377–24397

[13] Giannopoulou I. and others. High temperature performance of geopolymers based on construction and demolition waste. *Journal of Building Engineering*, 2023. 72, 106575.

[14] Kovalchuk O., Zozulynets V., Tomczak A., Warsza R., Ruvyn O., Grabovchak V. Mix Design of Acid Resistant Alkali Activated Materials for Reconstruction of the Building Constructions Damaged by the War. *International Journal of Conservation Science*. 2024. pp. 43–52.

[15] Krivenko P., Kovalchuk O., Zozulynets V. Alternative binders – high volume bauxite red mud alkali activated cements and concretes: Chapter. *Recycled Concrete. Technologies and Performance* / Edited by V. Tam, M. Soomro, A. Evangelista. Woodhead Publishing, 2022.

[16] Lancelotti I., Vezzali V., Leonelli C. Alkali activation for management of construction and demolition wastes coming from earthquake. *Procc. International conference Geopolymers 2023* (2023).

[17] Liu Yang and others. Durability of waste concrete powder-based geopolymer reclaimed concrete under carbonization and freeze-thaw cycles. *Construction and Building materials*, 2023. Volume 403, 133155.

[18] M. Alhawat, A. Ashour, G. Yildirim, A. Aldemir, M. Sahmaran. Properties of geopolymers sourced from construction and demolition waste: a review/ *J. Build. Eng.*, 50 (2022), Article 104104. 9

[19] Soomro F.A. et al. Shrinkage of concrete panels made with recyclable concrete aggregates. *Engineering technology and applied science research*, 2019, 9(2), 4027–4029.

[20] Stepanchuk O.V., Grabovchak V.V., Yang Shilin. Study on the application of fly ash in road and airport construction. *Теорія та практика дизайну*. Київ, НАУ, 2024. Вип. 31. С. 61–75.

REFERENCES

[1] Bulkina, P.O. (2024). Zastosuvannia vidkhodiv vid ruinovan yak syrovyny dlia vyrobnytstva budivelnykh materialiv [Use of demolition waste as raw material for the production of building materials]. *Flight. Modern problems of science: XXIV international science – practice conf. of students and young scientists*, 245–246 [in Ukrainian].

[2] Kovalchuk, O.Yu., & Zozulynets, V.V. (2020). Vplyv luzhnoho komponenta na zminu pokaznyka luzhnosti systemy shlakoluzhnoho tsementu pry vzaiemodii z aktyvnymy zapovniuvachamy. [The influence of the alkaline component on the change in the alkalinity index of the slag-alkaline cement system when interacting with active aggregates]. *Collection of scientific works of the Ukrainian State University of Railway Transport. Issue 192*, 6–11. [in Ukrainian].

[3] Kosse, I. Pereroblennia budivelnykh vidkhodiv: vyklyky ta mozhlyvosti dlia Ukrainy. [Processing of construction waste: challenges and opportunities for Ukraine] *Skyscraper. Website*. Retrieved from <http://surl.li/ztxslf> [in Ukrainian].

[4] Nastych, I. Budivelne smittia: vyrishennia problemy zalezhyt vid politychnoi voli ta hotovnosti vprovadzhuvaty reform [Construction waste: solving the problem depends on political will and readiness to implement reforms]. *Property Times* : Website. Retrieved from <http://surl.li/zckldd> [in Ukrainian].

[5] Pereroblennia budivelnykh vidkhodiv: vyklyky ta mozhlyvosti dlia Ukrainy [Site of journal «Ukrinform – aktualni novyny Ukrainy ta svitu»]. www.ukrinform.ua. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3826490-pereroblennia-budivelnih-vidhodiv-vikliki-ta-mozhlyvosti-dlia-ukraini.html> [in Ukrainian].

[6] Povodzhennia z vidkhodamy ruinatsii v Ukraini. Aktualni praktyky ta neobkhdni zminy. (2024)

[Handling of demolition waste in Ukraine. Current practices and necessary changes. 2024]. Retrieved from https://zerowaste.org.ua/wpcontent/uploads/2024/04/dodadok_1_zvit_vidhody_rujnacziy_vijny_docx.pdf. [in Ukrainian].

[7] Popovych, O.R., Zakharko, Y.M., & Drawnby, M.S. (2013). Problemy utylizatsii ta pererobky budivelnykh vidkhodiv. [Problems of disposal and processing of construction waste]. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Theory and practice of construction, Issue 755*, 321–324. [in Ukrainian].

[8] Postanova KМУ «Pro zatverdzhennia Poriadku upravlinnia vidkhodamy, shcho utvorylys u zviazku z z poshkodzhenniam (ruinuvanniam) budivel ta sporud vnaslidok boiovykh dii, terorystychnykh aktiv, dyversii abo provedenniam robot z likvidatsii yikh naslidkiv ta vnesennia zmin do deiakyykh postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy» [Resolution of the CMU "On approval of the Procedure for the management of waste generated in connection with the damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities, acts of terrorism, sabotage or carrying out work to eliminate their consequences and amending some resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine»] *Verkhovna Rada of Ukraine*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text>.

[9] Tokarchuk, D. (2022). Osoblyvosti utvorennia i povodzhennia z vidkhodamy pid chas voiennykh dii: dosvid Ukrainy [Peculiarities of waste generation and management during military operations: the experience of Ukraine]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky* 2, 109–122. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2022-2-8> [in Ukrainian].

[10] Bu, C. et al. (2022). The durability of recycled fine aggregate concrete: A review. *Materials*, 15(3), 1110. [in English].

[11] F. de Andrade Salgado, & F. de Andrade Silva. (2022) Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review. *Journal of Building Engineering*, 52, 104452 [in English].

[12] Ferronato, N., Fuentes Sirpa, R. C., Guisbert Lizarazu, E. G., Conti, F., & Torretta, V. (2023). Construction and demolition waste recycling in developing cities: management and cost analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (9), 24377–24397 [in English].

[13] Giannopoulou, I. and others. (2023). High temperature performance of geopolymers based on construction and demolition waste. *Journal of Building Engineering*, 72, 106575 [in English].

[14] Kovalchuk, O., Zozulynets, V., Tomczak, A., Warsza, R., Ruvyn, O., Grabovchak, V. (2024). Mix Design of Acid Resistant Alkali Activated Materials for Reconstruction of the Building Constructions Damaged by the War. *International Journal of Conservation Science*. 43–52. [in English].

[15] Krivenko, P., Kovalchuk, O., Zozulynets, V. (2022). Alternative binders – high volume bauxite red mud alkali activated cements and concretes: Chapter. *Recycled Concrete. Technologies and Performance* . V Tam, M. Soomro, A. Evangelista (Ed.). Woodhead Publishing [in English].

[16] Lancelotti, I., Vezzali, V., & Leonelli C. (2023). Alkali activation for management of construction and demolition wastes coming from earthquake. *Procc. International conference Geopolymers* [in English].

[17] Liu Yang and others. (2023). Durability of waste concrete powder-based geopolymer reclaimed concrete under carbonization and freeze-thaw cycles. *Construction and Building materials*, Volume 403, 133155 [in English].

[18] Alhawat, M., Ashour, A., Yildirim, G., Aldemir, A., & Sahmaran, M. (2022), Properties of geopolymers

sourced from construction and demolition waste: a review. *J. Build. Eng.*, 50 Article 104104. [in English].

[19] Soomro, F.A. et al. (2019). Shrinkage of concrete panels made with recyclable concrete aggregates. *Engineering technology and applied science research*, 9(2), 4027-4029. [in English].

[20] Stepanchuk, O.V., Grabovchak, V.V., & Yang, Shilin. (2024) Study on the application of fly ash in road and airport construction. *Theory and practice of design*. K., NAU, Issue. 31. 61–75 [in Ukrainian].

ABSTRACT

Hrabovchak V., Kovalchuk O. Peculiarities of using recycled concrete structures as part of concrete mixtures

This article provides a theoretical analysis of the possibility of using recycled concrete structures as part of concrete mixtures. This problem requires special attention, because today almost 12 million tons have accumulated in Ukraine. tons of construction scrap, which is stored in temporary landfills and creates negative environmental risks. Considering this, our country has already reached the understanding that the remains of destroyed buildings belong to material resources that can be used in the construction industry in the production of materials.

The goal is a theoretical analysis of the features of using recycled concrete structures as part of concrete mixtures.

The research methodology involves the study of the impact of organic residues, combustion products, etc. in the composition of recycled aggregate on the properties of the concrete mixture and concrete based on it.

The results. The implementation of technologies using recycled concrete structures in the composition of concrete mixtures will allow to increase the efficiency of using such materials for the construction and restoration of industrial complexes of the chemical, defense, agricultural and food sectors of the economy, as well as in the construction of infrastructure and special facilities.

Scientific novelty. Determination of the processes of reducing the defectiveness of the structure of recycled aggregate and concrete based on it as a whole, careful selection of the binder when designing the composition of the concrete mixture, taking into account the increased defectiveness of such aggregate as a product of the processing of destroyed concrete structures, as well as taking into account the possible presence in its composition residues of organic compounds and combustion products.

Practical significance. The practical value of this research lies in its potential for the development of the construction industry, which will open the possibility of disposal of large-tonnage waste of combat operations, and will also allow to expand the variability of obtaining concrete for various purposes.

Keywords: concrete, construction mix, construction waste, recycled aggregates, waste disposal, alkaline cements, building structures, man-made waste, industry.

AUTHOR'S NOTE:

Grabovchak Valentina, Candidate of Technical Sciences, Deputy Dean of the Faculty of Ground Structures and Airfields, State University «Kyiv Aviation Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: grabovchakvv@gmail.com, orcid: 0000-0002-6315-9639

Kovalchuk Oleksandr, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Vice-Rector for Scientific Work and Innovative Development, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: kovalchuk.oyu@gmail.com, orcid: 0000-0001-6337-0488