DOI: 10.59647/978-617-520-936-3/1

Використання рециркульованих заповнювачів при виготовленні бетонів загальнобудівельного призначення

Вікторія Зозулинець, доктор філософії [1,2] (ORCID: 0000-0002-8066-2033),
Роман Разумов, аспірант [1,] (ORCID: 0009-0004-8675-0298)

[1] *Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, пр-т Повітряних Сил, 31, Київ, Україна*

[2] *Науково-дослідний інститут в'яжучих речовин і матеріалів, 03037, пр-т Повітряних Сил, 31, Київ, Україна*

АНОТАЦІЯ

Наведено актуальність розробки бетонів загальнобудівельного призначення з використанням рециркульованих заповнювачів. Проведено аналіз літературних джерел у відповідності з тематикою напрямку даної розробки. Визначено мету та основні завдання досліджень. Наведено методи та особливості досліджень за даною тематикою, а також виокремлено цінність очікуваних результатів, отриманих в ході реалізації даного проєкту.

Ключові слова: бетон, рециркульований заповнювач, будівельні конструкції, експлуатація, ресурсозбереження виробництва.

1. ВСТУП

Сучасні науково-технічні розробки технологій використання твердих неорганічних відходів як заповнювачів у складі будівельних сумішей впевнено доводять, що такі проєкти дозволяють виявити значні резерви у ресурсозбереженні виробництва і сприяють зниженню собівартості кінцевої продукції. Відомі перспективні варіанти науково-технічних розробок, які передбачають комплекс заходів з вирішення проблем по зниженню собівартості будівельних виробів, скороченню витрат видобувних сировинних ресурсів і отриманні значних показників по економії паливно-енергетичних ресурсів. Технологічні рішення з використання у складі будівельних сумішей заповнювачів, отриманих з вторинних продуктів промислових виробництв відповідають вимогам діючих нормативно-технічних документів і достатньо широко використовуються на підприємствах виробничої бази будівництва.

Використання технологічно оброблених твердих неорганічних відходів як сировинних матеріалів у будівельних сумішах порівняно з традиційними ресурсами сприятимуть виявленню значних резервів для отримання нових матеріалів і забезпечать отримання позитивного економічного ефекту від зниження собівартості будівництва.

2. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ключові положення даного дослідження полягають у взаємозв'язку між вторинними продуктами як основою для виготовлення будівельних матеріалів нового покоління та структурними елементами готового продукту, призначення якого розкривається за рахунок відповідності вимогам конкурентоспроможних аналогів як на базовому так і на персоналізовані рівні.

Для України питання використання таких матеріалів постає ще більш гостро, оскільки за статистикою конфедерації будівельників України та Міністерства відновлення інфраструктури та регіонального розвитку на сьогодні пошкодженим та зруйнованим є більше 80 млн. м^2 житлового фонду, не рахуючи промислових будівель та інфраструктурних об'єктів. Більша частина таких структур підлягає демонтажу та утилізації, що обумовлює створення величезних депозитаріїв на землях аграрного та промислового фонду [1]. Крім того, лише для відновлення втраченого фонду будівель і споруд знадобиться величезна кількість будівельних матеріалів, і вже сьогодні Спілка виробників будівельних матеріалів прогнозує страшні дефіцити будівельних матеріалів по всіх позиціях. Відповідно, вирішенням проблеми має стати використання продуктів переробки зруйнованих конструкцій як сировини для виготовлення нових [2,3]. Також, в умовах масштабного відновлення передбачається значний дефіцит цементів (можливості по випуску традиційного цементу до 11 млн тон при прогнозованій потребі від 30 млн тон/рік), що може бути частково заповнений за рахунок використання лужних цементів, для чого в Україні є повна нормативна база.

Штучний камінь на основі лужних в'яжучих речовин, на відміну від інших цементних систем, характеризується високою стійкістю структури та довговічністю при впливі факторів, що викликають «розхитування» структури, що пов'язано зі зниженою основністю фазового складу гідратних новоутворень та його відмінністю від традиційних систем [4,5].

3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У відомих попередніх наукових-дослідних роботах особлива увага приділялась методам і засобам, які направлені на отримання високих експлуатаційних показників штучних вторинних заповнювачів та не враховував можливе забруднення таких сировинних матеріалів органічними сполуками за рахунок наслідків ведення бойових дій, тобто, пропонувалась здебільшого концепція використання якісного «чистого заповнювача» з ігноруванням необхідності використання всього об'єму рециркульованого заповнювача, що утворився.

У представленому дослідженні пропонується застосувати накопичений досвід для направленого управління процесами структуроутворення у широкій гамі в'яжучих речовин – від традиційного портландцементу до різних видів лужних цементів, а також використання досвіду розробки матеріалів, що здатні до самозаліковування

структури в рамках міжнародних проєктів, зокрема, COST Action CA15202.

Метою роботи є розробка бетонних сумішей та бетонів на їх основі з малодефектною макроструктурою при умові використання рециркульованих заповнювачів.

Основні завдання:

- дослідити залежність властивостей бетонної суміші на основі рециркульованих заповнювачів та бетонів на її основі від характеристик самого рециркульованого заповнювача;
- вивчити вплив модифікаторів різної природи на процеси самозаліковування структури бетонів на основі рециркульованих заповнювачів;
- дослідити вплив різних видів в'яжучих речовин на структурні особливості бетонів на основі рециркульованих заповнювачів на різних рівнях структури;
- вивчити довготривалі експлуатаційні властивості розроблених бетонів, які впливають на довговічність та нормативний термін експлуатації конструкцій.

3.1. Методи та особливості досліджень

Під час вирішення поставленої проблеми передбачається проведення комплексу фізико-хімічних, фізико-механічних досліджень та комп'ютерної мікроскопії для виявлення основних закономірностей формування структури і властивостей бетонів з використанням як традиційного портландцементу, так і лужних цементів в системі R_2O – RO – Al_2O_3 – SiO_2 – H_2O, а також вивчення впливу ефективних добавок-модифікаторів, вибраних за аналітичними дослідженнями та наявним досвідом виконавців, що у комплексі дозволить направлено формувати структуру матеріалів та прогнозувати їх властивості з метою зменшення дефектності структури.

Вивчення особливостей процесів структуроутворення лужних цементів проводитимуться із застосуванням комплексу фізико-механічних та фізико-хімічних методів досліджень на зразках штучного каменю.

Підбір складу та виготовлення зразків виконуватиметься згідно ДСТУ Б В. 2.7-69-98 ДСТУ Б В.2.7-25:2011.

Консистенцію бетонних сумішей оцінюватимуть за значеннями осадки конуса (ОК) згідно ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Визначення міцності бетону на стиск проводитиметься на зразках-кубах з розміром ребра 10 см за ДСТУ Б В.2.7-223:2009.

Морозостійкість бетонних зразків визначатиметься за ДСТУ Б В. 2.7-49-96 за третім прискореним методом. Температура заморожування бетонних зразків при цьому становить (-45±5) °С. Як критерії оцінки морозостійкості бетонів визначатимуться: втрата міцності, втрата ваги та лущення поверхні бетону.

3.2. Цінність очікуваних результатів досліджень

У представленому дослідженні пропонується застосувати накопичений досвід для направленого управління процесами структуроутворення у широкій гамі в'яжучих речовин – від традиційного портландцементу до різних видів лужних цементів, а також використання досвіду розробки матеріалів, що здатні до самозаліковування. Буде вивчено процеси регідратації цементного пилу, що наявний у вторинному щебені та його внесок у формування міцності та структури матеріалу. Також буде вивчено механізми впливу на процеси структуроутворення модифікуючих добавок різного механізму дії.

Очікувані результати досліджень дозволять розширити застосування лужних в'яжучих речовин у будівельному виробництві та забезпечать можливість підвищення довговічності матеріалів, надійності будівель та споруд, зокрема, житлових будівель та виробництв оборонного сектора. Також виконання робіт за даним дослідженням дозволить збільшити використання техногенних відходів, представлених бетонними будівлями і спорудами, що потребують негайної та повної утилізації.

Очікувані результати досліджень проєкту будуть цікавими для муніципалітетів міст, селищ і об'єднаних територіальних громад, які постраждали від збройної агресії росії. Реалізація наведених досліджень дозволить вирішити проблему утилізації великотонажних промислових відходів і сприятиме швидшому будівництву та відновленню інфраструктури й житлового фонду завдяки отриманню великої кількості вторинного рециркульованого заповнювача. Також буде розширено можливості використання в'яжучих речовин, що може забезпечити високі темпи повоєнного відновлення.

4. ВИСНОВКИ

Представлене наукове 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 завалі зруйнованих бетонних конструкцій, о потребують переробки або утилізації. Їх раціональне використання дозволить не тільки зекономити природні корисні копалини, але й значно розширити можливості щодо широкомасштабної відбудови України.

Список літератури

[1] Грамович М. Україна готується виробляти будівельні матеріали з перероблених будівельних відходів. *UAPortal* (2023)

[2] Troian V., Gots V., Keita E., Roussel N., Angst U., Flatt R. Challenges in material recycling for postwar reconstruction. *Rilem technical letters*, (2022), 7, 139-149.

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

[4] Krivenko, P., Petropavlovskyi, O., Kovalchuk, O., Rudenko, I., Konstantynovskyi, O. (2020). Enhancement of alkali-activated slag cement concretes crack resistance for mitigation of steel reinforcement corrosion. *E3S Web of Conferences*, 166, 06001.

[5] Krivenko P.V., Kovalchuk O.Yu. (2020). Influence of type of alkaline activator on durability of alkali activated concrete using aggregates capable to alkali-silica reaction. *Key Engineering materials*. ISSN: 1662-9795, Vol. 864, pp. 180-188.