

УДК 624.012.35, 624.012.35-183.4, 624.012.4-183.2

Мовчан О. Ю., аспірант будівельного факультету

Науковий керівник: Дікарев К. Б., к.т.н., доцент каф. ТБВ

*Український державний університет науки і технологій
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

АНАЛІЗ МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЛОКАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ ІЗ НЕЗНІМНИХ ОПАЛУБОК

Постановка проблеми. Великомасштабні руйнування житла й інфраструктури внаслідок воєнних дій створили в Україні нагальну потребу у швидкому та економічно доцільному будівництві [1-4]. Значна кількість населення, близько 10 мільйонів осіб, покинула країну, що ускладнює залучення кваліфікованої робочої сили [5-8]. Традиційні методи відбудови, які передбачають тимчасову опалубку, вимагають додаткових матеріальних ресурсів, суттєвих часових витрат і значної кількості працівників. Водночас у промислових регіонах України, зокрема в Дніпропетровській області, накопичено великі обсяги побічних продуктів металургійного виробництва, таких як шлак, а також відсіву з граніту, що може бути використаний як заповнювач у будівельних сумішах. Раціональне залучення цих відходів сприяє зниженню витрат на логістику, зменшенню екологічного навантаження та прискоренню відбудови за рахунок переходу на більш прості та уніфіковані технології зведення [9-13].

Мета дослідження. Завдання полягало в тому, щоб обґрунтувати можливість виготовлення збірних блоків для незнімної опалубки зі збереженням належної міцності та надійності споруд, а також довести, що використання гранітного відсіву чи металургійного шлаку як основних заповнювачів у бетоні дає результат, сумісний із вимогами до подібних конструкцій. Планувалося досягти зниження матеріало- й трудозатрат завдяки переробці локальних ресурсів і водночас спростити будівельний процес через зменшення кількості додаткових операцій, які вимагають тимчасові опалубні системи. Передбачалося, що така технологія допоможе відчутно скоротити час зведення та загальний кошторис відбудови, оскільки незнімна опалубка стає частиною конструкції, не потребує повторного зняття, а також передбачає застосування легких блоків, доступних для монтажу без спеціальної техніки.

Результати дослідження. У лабораторних умовах було виготовлено низку бетонних зразків кубічної та призматичної форми. Першу серію готували на основі гранітного відсіву, другу – із металургійним шлаком. Співвідношення складників становило одну частину цементу на дві частини піску та дві частини обраного заповнювача. В обох випадках після 28-добової витримки вимірювали міцність на стиск і на згин, а також модуль пружності. Зразки з гранітним відсівом продемонстрували середню міцність на стиск на рівні 9,5–11 МПа та

приблизно 2 МПа на вигин. Модуль пружності сягав близько 23×10^3 МПа. Зразки зі шлаком мали схожу міцність на стиск (близько 9,5 МПа), однакову з гранітною серією міцність на вигин (2 МПа) та дещо нижчий модуль пружності (21×10^3 МПа). Вимірювання геометричних параметрів перед руйнуванням свідчили про високу однорідність отриманих сумішей, що забезпечує передбачуваність результату. Таким чином, експеримент підтвердив, що обидва типи заповнювачів придатні для виробництва бетону, з якого можуть виготовлятися блоки незнімної опалубки, розраховані на помірні навантаження. Гранітний відсів дещо виграє за жорсткістю та варіацією міцності, але шлак також задовольняє вимоги за міцністю.

Висновки. Застосування незнімної опалубки з використанням локальних матеріалів може стати важливим технологічним рішенням для швидкої та економічно рентабельної відбудови пошкоджених об'єктів. Лабораторні дослідження підтвердили, що гранітний відсів і металургійний шлак забезпечують достатній рівень міцності та однорідності бетонних сумішей для конструкцій із невисоким або середнім експлуатаційним навантаженням. Такий підхід дає можливість прискорити спорудження будівель завдяки спрощенню процесу монтажу і відсутності необхідності розбирання опалубки, а також сприяє зниженню собівартості проєкту і зменшенню впливу на довкілля. Раціональне використання ресурсів, які вже є у великій кількості в різних промислових регіонах України, скорочує кількість відходів, зменшує логістичні витрати та мінімізує залежність від імпорتنих матеріалів. Це особливо актуально в ситуації з обмеженою кількістю робочої сили та гострою потребою в оперативних будівельних технологіях, що відповідають сучасним вимогам якості та сталого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kyiv School of Economics – \$155 billion – the total amount of damages caused to Ukraine's infrastructure due to the war, as of January 2024
2. Kyiv School of Economics – Damages to Ukraine's infrastructure due to the war have risen to \$170 billion – KSE Institute estimate as of November 2024
3. Andrea Shalal – Ukraine needs \$486 bln to recover, rebuild after nearly two years of war - World Bank, 2024
4. Chris York – Russia's full-scale invasion has destroyed at least 210,000 buildings in Ukraine, NYT analysis reveals, 2024
5. State Statistics Service of Ukraine; Ministry of Economy of Ukraine – official demographic and economic data (2021–2023).
6. Balázs Égert, Christine de La Maisonneuve – The impact of the war on human capital and productivity in Ukraine, 2023
7. Thomas Escritt – Ukraine's population has fallen by 10 million since Russia's invasion, 2024
8. Judith Kohlenberger, Isabella Buber-Ennser, Konrad Pędziwiatr, Bernhard Rengs, Ingrid Setz, Jan Brzozowski, Bernhard Riederer, Olena Tarasiuk, Ekaterina

Pronizius – High self-selection of Ukrainian refugees into Europe: Evidence from Kraków and Vienna, 2023

9. Nilimaa, J.; Gamil, Y.; Zhaka, V. Formwork Engineering for Sustainable Concrete Construction. *CivilEng* 2023, 4, 1098-1120.

10. Yang, Yibo & Chen, Baixi & Chen, Yong & Zhou, Huanyang & Liu, Fucui & Xie, Xiangming & Chen, Junsheng & Guo, Wenying & Wang, Hengchang. (2023). Performances of Concrete Columns with Modular UHPC Permanent Formworks Under Axial Load. *International Journal of Concrete Structures and Materials*.

11. Li, Wei & Lin, Xiaoshan & Bao, Ding Wen & Xie, Yi. (2022). A review of formwork systems for modern concrete construction. *Structures*.

12. Nathan Johnson, The pros and cons of permanent formwork systems for single dwelling wall construction

13. Mahdi Hosseini, Bingyu Jian, Haitao Li, Dong Yang, Ziang Wang, Zixian Feng, Feng Shen, Jian Zhang, Rodolfo Lorenzo, Ileana Corbi and Ottavia Corbi A Review of Fibre Reinforced Polymer (FRP) Reinforced Concrete Composite Column Members Modelling and Analysis Technique, Tech Science Press