

УДК 624. 692. 721.

Малий Р. С., студент гр БЦІм-25-1

Науковий керівник: Іванова Г. П., к.т.н., доцент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ УЛАМКІВ ЗРУЙНОВАНИХ СПОРУД ДЛЯ СТВОРЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ У 3D-ДРУЦІ БУДІВЕЛЬ

Сучасні виклики у будівельній галузі, зокрема відновлення інфраструктури після воєнних дій, вимагають пошуку інноваційних технологій, які поєднують економічність, швидкість та екологічність. Одним із перспективних напрямів є 3D-друк будівель із застосуванням бетонних сумішей, виготовлених на основі уламків зруйнованих споруд. Такий підхід дозволяє не лише знизити витрати на нові матеріали, але й вирішує проблему утилізації великої кількості будівельних відходів (рис.1).



Рисунок 1 – Процес

будівництва будівель з

використанням 3D-друку

Використання вторинної сировини може скоротити витрати на до 30-40% у порівнянні з традиційним виробництвом бетону. Зменшення часу на підготовку матеріалів завдяки переробці уламків на місці руйнувань. Поєднання із технологією 3D-друку дає можливість швидко відновлювати житло та об'єкти інфраструктури, особливо у зонах після надзвичайних ситуацій чи бойових дій. Може бути ефективним у концепції «циркулярної економіки», де відходи перетворюються на ресурси.

Переваги (рис.2):

- 1). Економічні-значне зниження собівартості матеріалів.
- 2). Екологічні-зменшення обсягів будівельного сміття та викидів CO<sub>2</sub> при виробництві цементу.
- 3). Логістичні-зниження потреби у транспортуванні матеріалів, адже відходи можна переробляти безпосередньо на місці.
- 4). Технологічні-сумісність з сучасними установками для 3D-друку дозволяє формувати конструкції складних форм.

Недоліки та проблеми:

- 1). Нестабільність якості вторинної сировини-уламки можуть містити домішки (метал, деревину, скло), що ускладнює переробку.
- 2). Неоднорідність міцності - склад важко стандартизувати, що може вплинути на надійність конструкцій.
- 3). Потреба у спеціальному обладнанні для сортування, дроблення та подрібнення відходів.
- 4). Нормативні обмеження-відсутність усталених стандартів на використання такого бетону у 3D-друці.

5). Тривалі наукові дослідження-потрібні випробування на довговічність, морозостійкість, вологопоглинання.

Створення нових видів в'язучих речовин (наприклад, геополімерів), які краще поєднуються з вторинними заповнювачами. Розробка мобільних дробильно-сортувальних комплексів для використання безпосередньо на будмайданчиках. Впровадження цифрового контролю складу бетонної суміші для забезпечення стабільної якості. Державні та міжнародні програми підтримки для стимулювання екологічних технологій у будівництві.



Рисунок 2 – Порівняння ефективності будівництва з використанням 3D-друку зі звичайними методами

Використання уламків зруйнованих споруд як основи для бетонних сумішей у 3D-друці є перспективним напрямом, що може стати ключовим інструментом у відбудові України після масштабних руйнувань. Попри наявні технічні та нормативні виклики, потенціал цієї технології у сфері економії ресурсів, екології та швидкого відновлення інфраструктури є надзвичайно високим. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію складу бетонів та розробку стандартів для їхнього масового впровадження.

#### Перелік посилань:

1. <https://bigkyiv.com.ua/u-knuba-rozroblyayut-beton-dlya-3d-druku-budivel-z-ulamkiv-zrujnovanyh-sporud/>
2. <https://thepage.ua/ua/experts/3d-druk-dlya-vidbudovi-zrujnovanoyi-infrastrukturi-yak-vikoristati>
3. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-792>
4. Ivanova, H., Olishevskaya, S., Kravchenko, K., Kulivar, V. Prerequisites for the implementation of directed impact of microwave radiation on the properties of cement-based solutions and concrete // Збірник наукових праць НГУ. – Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2025. – № 80. – С. 142-149 <https://doi.org/10.33271/crpnmu/80.142>