

*В.В. Грабовчак, к.т.н.,  
М.В. Бурдейний, В.С. Грабовчак,  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

### **Теоретичні передумови використання рециркульованих заповнювачів у складі бетонних сумішей та бетонів**

*Мета дослідження полягає у визначенні перспектив використання рециркульованих бетонних конструкцій для приготування бетонних сумішей та бетонів. Проведені теоретичні дослідження дають підставу стверджувати, що значна частина рециркульованих заповнювачів може бути повторно використана не лише у вигляді засипки під час відновлення пошкоджених об'єктів, а і при виробництві будівельних матеріалів. Однак для того щоб розширити кількість відходів які можна піддати переробці для повторного використання, необхідно провести ряд досліджень впливу залишків органіки, продуктів горіння на властивості бетонної суміші та бетону.*

### **Постановка проблеми**

Через російські обстріли наша країна щодня зазнає великих руйнувань будівель та споруд (рис.1). Залишки від руйнувань підприємств, житлових будівель, об'єктів інфраструктури – все це становить проблему для довкілля. Адже відходи необхідно кудись подіти. Складування їх у звалище небезпечне, оскільки значна кількість відходів серед яких уламки бетону залізобетону, цегли, шматки деревини, метал, ґрунт, пісок забруднений глиною, сантехкераміка, скло, гіпсокартон, пластмаса, асфальтобетон, не лише накопичуються, а також впливають екологічне становище країни.



Рис.1. Зруйнована будівля внаслідок обстрілу

Тому проблема утилізації будівельних відходів є досить актуальним питанням сьогодення. Очевидно, що серед перспективних напрямків утилізації будівельного брухту – це повторне його використання у складі будівельних матеріалів.

Слід зазначити, що 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 [1].

Тому враховуючи дані проблеми, науковці намагаються розробити нові ресурсозберігаючі та економічно вигідні технології для повторного використання будівельних відходів. Переробка будівельного сміття для вторинного застосування може знизити потребу у використанні природних ресурсів, дозволить звільнити площі які накопичені брухтом. А це відповідає стратегії вторинного використання ресурсів, яка спрямована на те, що бетонні відходи подрібнюються і використовуються як перероблений заповнювач, або у вигляді порошку у складі цементу та бетону [2].

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 росії почали активно піднімати питання повторного використання відходів від зруйнованих будівель як складових компонентів будівельних матеріалів. Будівельні відходи належать до 4-го класу небезпеки, які займають великі площі території. Одним із виходів для повторного використання будівельних відходів є рециклінг, який вважається кращим варіантом для повторного використання залишків бетону. Отримана вторсировина може застосовуватись як засипка для спорудження доріг, облаштування фундаментів, для загальнобудівельних робіт. Однак для того щоб розширити кількість відходів які можна піддати переробці, необхідно провести ряд досліджень впливу залишків органіки, продуктів горіння, тощо у складі рециркульованого заповнювача на властивості бетонної суміші - це фізико-механічні властивості, питання підвищеної дефектності штучного рециркульованого заповнювача, експлуатаційні характеристики.

Питанням повторного використання будівельних відходів займаються багато вітчизняних та закордонних дослідників. Виходячи з цього, слід відмітити, що дослідження властивостей рециркульованих заповнювачів і їхнього гранулометричного складу є досить актуальним завданням. Отримання заповнювачів для бетонів із будівельного лому здійснюють шляхом подрібнення бетону, залізобетону та інших відходів з подальшою класифікацією отриманої суміші. В результаті даного поділу окремо отримують подрібнену деревину, пластик, щебінь. Далі щебінь ділять на фракції 10–20, 20–40, 40–80 мм, відсів з розмірами частинок менше 5 мм доцільно використовувати як наповнювач для виготовлення ніздрюватих бетонів та будівельних розчинів. На переробку склопродукцим підприємствам відправляють відходи у вигляді склобою. Відходи деревини використовують для отримання тепла, пластик - на підприємства для переплавлення та виготовлення вторинної продукції [3].

Використання щебеню із будівельного брухту дозволяє знизити собівартість бетону майже на 25% [3] на відміну від бетону який отриманий на основі природнього щебеню. Також слід відмітити, що рециркульований

заповнювач може характеризуватись більшою пористістю та нерівністю поверхні порівняно з природними матеріалами, що може впливати на фізико-механічні властивості та довговічність бетону. Один з критичних аспектів — забезпечення достатньої адгезії між цементним каменем і рециркульованими заповнювачами. Наявність залишків старого цементного каменю на поверхні заповнювачів може як покращувати, так і погіршувати цю адгезію залежно від умов виготовлення суміші. Тому для розширення області застосування рециркульованих заповнювачів необхідне проведення широкої номенклатури досліджень, розроблення нормативної документації, яка надає рекомендації процесів переробки, сортування, утилізації та повторного використання відходів, створення програм зі стимулювання підприємств які розробляють технології для використання відходів від зруйнованих будинків у складі цементів та бетонів.

### Висновок

Отже, теоретичні дослідження показали, що для застосування рециркульованих заповнювачів у складі бетонних сумішей та бетонів, важливо проводити ретельний аналіз їхніх властивостей впливу на міцність і довговічність, а також адаптувати технологічні процеси виготовлення бетону. Використання рециркульованих заповнювачів у складі бетонних сумішей є важливим напрямом досліджень і розвитку у сфері будівельних матеріалів.

### Список літератури

1. Попович О.Р., Захарко Я.М. Мальований М.С. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів/ Попович О.Р., Захарко Я.М. Мальований М.С. Вісник Національного університету Львівська політехніка. Теорія і практика будівництва, Вип.755, 321-324.

2. Трикоз Л.В., Зінченко О.С., Никитинський А.В., Романенко О.В. Оцінювання гранулометричного складу вторинних заповнювачів, отриманих із відходів бетону / Л.В. Трикоз, О.С. Зінченко, А.В. Никитинський, О.В. Романенко. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/19219/1/Trykoz.pdf> (Дата звернення 06.09.2024р.)

3. Попович О.Р., Захарко Я.М., Мальований М.С. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів / О.Р. Попович , Я.М. Захарко, М.С. Мальований. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4723/59-321-324.pdf> (Дата звернення 06.09.2024р.)

4. Поводження з відходами руйнацій URL: [https://city.zerowaste.org.ua/wiki/keruvannya\\_vidkhodamy\\_ruynuvannya](https://city.zerowaste.org.ua/wiki/keruvannya_vidkhodamy_ruynuvannya) (Дата звернення 06.09.2024р.)