

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІСЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто ефективність використання місцевих матеріалів у складі сухих будівельних сумішей для житлового будівництва. Визначено основні технічні характеристики таких сумішей, їх економічні та екологічні переваги. Проведено порівняльний аналіз традиційних, місцевих та вторинних матеріалів за ключовими показниками. Доведено, що використання місцевих матеріалів та будівельних відходів дозволяє знизити витрати, покращити теплоізоляційні властивості будівель та зменшити негативний вплив на довкілля.

Ключові слова: сухі будівельні суміші, місцеві матеріали, екологічність, теплоізоляція, будівельні відходи, житлове будівництво.

Annotation

The article examines the efficiency of using local materials in dry building mixes for residential construction. The main technical characteristics of such mixtures, their economic and environmental benefits are determined. A comparative analysis of traditional, local, and secondary materials based on key indicators is carried out. It has been proven that the use of local materials and construction waste reduces costs, improves the thermal insulation properties of buildings, and decreases the negative environmental impact.

Keywords: dry building mixes, local materials, environmental sustainability, thermal insulation, construction waste, residential construction.

Вступ

Будівельна галузь є однією з найбільш ресурсномістких сфер економіки, що потребує значної кількості природних матеріалів та енергетичних ресурсів. Зростання вартості будівельних матеріалів, необхідність зменшення екологічного навантаження та підвищення енергоефективності будівель стимулюють пошук альтернативних рішень. Використання місцевих матеріалів у складі сухих будівельних сумішей дозволяє суттєво знизити витрати та забезпечити відповідність матеріалів до кліматичних умов конкретного регіону.

Сучасне житлове будівництво вимагає інтеграції інноваційних технологій та матеріалів, що сприяють покращенню економічних та екологічних показників. В умовах глобальної економіки зростаючих вимог до сталого розвитку використання місцевих матеріалів для виробництва сухих будівельних сумішей стає за рахунок зниження витрат, аспекту підвищення доступності та забезпечення екологічної безпеки будівельних процесів [1-3].

Технічні характеристики та особливості сухих сумішей

Сухі будівельні суміші на основі місцевих матеріалів повинні відповідати високим стандартам якості та бути здатними до швидкого та ефективного використання на будівельному майданчику. До таких сумішей відносяться різноманітні види штукатурок, суміші для підлоги, клеї для плитки, цементні розчини та інші компоненти, які активно застосовуються в будівництві [1]. Важливою характеристикою є можливість застосування місцевих природних компонентів, таких як пісок, глина, вапно, мінеральні добавки та інші.

Для досягнення бажаних технічних властивостей, таких як міцність, морозостійкість, водо- та вологостійкість, суміші мають бути адаптовані до місцевих кліматичних умов. Це означає, що вони повинні добре володіти адгезією до різних поверхонь, бути стійкими до зовнішніх впливів і мати можливість зберегти свою стабільність у різних погодних умовах.

Використання місцевих матеріалів

Використання місцевих матеріалів має низку переваг. По-перше, це знижує витрати на транспортування, що є аспектом у будівництві, де логістичні витрати можуть складати значну частину загальних витрат. По-друге, місцеві матеріали не забезпечують доступність та економічну ефективність, що важливо для зниження вартості будівництва, особливо в умовах економічних обмежень [3-4]. По-третє, використання матеріалів, що знаходяться поблизу будівельних об'єктів, дозволяє скоротити викид CO₂, що підтримується під час транспортування, що в свою чергу скорочує екологічний слід будівництва (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння традиційних і місцевих матеріалів для будівельних сумішей

Критерій	Традиційні матеріали (цемент, гіпс, полімери)	Місцеві матеріали (глина, зола, натуральні волокна)
Вартість	Висока – через виробництво та транспортування	Низька – використання природних матеріалів
Міцність (МПа)	15–40	5–15
Теплоізоляція	Середня	Висока
Екологічність	Низька – великі викиди CO ₂	Висока – мінімальний вплив на довкілля
Морозостійкість	Висока	Середня (залежить від добавок)

Нещодавні дослідження, проведені в Україні та за кордоном, підтверджують ефективність використання місцевих матеріалів для сухих будівельних сумішей. Крім того, дослідження показали, що застосування місцевих мінералів та відходів сільськогосподарського виробництва може значно підвищити характеристики міцності та термостійкості сумішей. Інші дослідження вказують на економічну доцільність використання місцевих ресурсів, зниження витрат на транспортування та підвищення енергоефективності будівель. Крім того, науковці відзначають зниження екологічного впливу за використання місцевих матеріалів [3-5].

Місцеві матеріали, такі як глина, вапно, пісок, зола, доменний шлак, природні волокна (солома, льон), дозволяють створювати ефективні сухі будівельні суміші для штукатурки, кладки, вирівнювання підлог та утеплення. Додавання відходів промисловості та будівельного сектору, наприклад, подрібненого бетону чи цегли, сприяє повторному використанню матеріалів та зменшенню будівельного сміття.

Ефективні сухі будівельні суміші повинні відповідати наступним критеріям [1, 4]:

- Міцність (МПа): 5-40 (залежно від складу та пропорцій в'язучих матеріалів).
- Теплопровідність (Вт/м·К): 0,12-0,7 (чим нижче значення, тим кращі теплоізоляційні властивості).
- Щільність (кг/м³): 500-1800 (залежно від використаних компонентів).
- Адгезія (МПа): 0,5-2,5 (залежно від складу та обробки поверхні).
- Вологостійкість: покращується шляхом додавання гідрофобізуючих компонентів (цементу, вапна, полімерних добавок).
- Морозостійкість (цикли): 25-100 (залежно від кліматичних умов та складу суміші).

Сучасні дослідження в галузі будівництва показують, що використання місцевих матеріалів у сухих будівельних сумішах може значно підвищити їх технічні характеристики. Наприклад, дослідження показують, що додавання місцевого шлаку та золи в цементні суміші підвищує їх міцність на стиск на 15-20%, а також підвищує термостійкість і водостійкість [4].

1. Міцність : Використання місцевих добавок, таких як пісок та глина, дозволяє досягти міцності суміші на рівнях 25-30 МПа для цементних розчинів.

2. Термостійкість : Додавання природних матеріалів забезпечує термостійкість сумішей до 300°C, що є виробництвом для будівель, які підвищуються до високих температур.

3. Екологічність : Впровадження місцевих матеріалів знижує витрати енергії на виробництво та транспортування, що дозволяє знизити викиди CO₂ на 10-15%.

4. Вартість використання місцевих матеріалів може зменшити загальну вартість будівництва на 10-20%, за рахунок зниження витрат на транспортування та доступність ресурсів.

Використання місцевих матеріалів для виготовлення штукатурних розчинів і розчинів для кладки відкриває нові перспективи для зниження витрат та покращення якості будівельних робіт. Місцеві матеріали, такі як вапняк, глина та природний пісок, використовують для створення екологічно чистих сумішей з високими характеристиками міцності та водо- та морозостійкості. Дослідження показали, що застосування місцевих добавок у штукатурні розчини може підвищити адгезію до різних поверхонь

і забезпечити тривале збереження фасадів у різних кліматичних умовах. Крім того, місцеві розчини для кладки демонструють високу міцність на стиск до 15-20 МПа, що робить їх ідеальними для зведення стійких стін, зменшуючи використання при використанні імпортованих матеріалів. Це також дозволяє забезпечити більшу енергоефективність будівель, зменшуючи потребу в додаткових теплоізоляційних матеріалах. Так, штукатурні розчини для фасадів володіють такими характеристиками [6-9]: міцність на стиск – до 20-25 МПа; морозостійкість – до 50 циклів заморожування/розморожування; водопоглинання – $\leq 10\%$, що гарантує захист фасадів від вологості та атмосферних впливів. Ці переваги роблять місцеві матеріали вигідним варіантом для штукатурки та кладки, підвищуючи не тільки економічну ефективність, але й довговічність конструкції.

Перспективи використання відходів від зруйнованих будівель для виготовлення сухих будівельних сумішей (СБС)

Використання відходів із зруйнованих будівельних матеріалів для виготовлення сухих будівельних сумішей (СБС) є перспективним напрямком у будівельній галузі, що дозволяє зменшити кількість будівельних відходів та одночасно знизити витрати на нові матеріали [1, 4]. Рециркуляція таких матеріалів, як бетон, цегла, пісок та інші, забезпечує високі механічні властивості сумішей і зменшує екологічний слід будівництва. Відновлення зруйнованих матеріалів також вирішує проблему утилізації відходів, які виникають під час реконструкції та демонтажу старих будівель. Технічні характеристики СБС:

1. **Міцність суміші:** Відходи від зруйнованих конструкцій можуть підвищити міцність розчинів до 30 МПа при належному подрібненні та обробці.
2. **Екологічність:** використання цих відходів знижує споживання в первинних ресурсах і зменшує викиди CO₂ на 20-25%.
3. **Вартість:** Це дозволяє знизити собівартість будівництва на 15-20%, зменшуючи потребу в нових матеріалах.

У таблицях 2-3 наведено порівняння характеристик СБС, що включають суміші на основі традиційних матеріалів, місцевих матеріалів, відходів промисловості та відходи від зруйнованих будівель для виготовлення сухих будівельних сумішей. Дані таблиць 2-3 показують, що використання відходів промисловості та будівництва може бути ефективним способом зниження вартості та впливу на довкілля при виготовленні сухих будівельних сумішей.

Таблиця 2 – Порівняння матеріалів на основі відходів промисловості та будівництва

Матеріал	Джерело	Основні характеристики
Доменний шлак	Металургійне виробництво	Підвищує міцність, покращує морозостійкість
Зола-винос	ТЕС, спалювання вугілля	Покращує теплоізоляцію, знижує усадку
Подрібнений бетон	Демонтаж будівель	Використовується для вирівнювання підлог, заміна піску
Цегляний бій	Будівельні відходи	Висока міцність, гарна сумісність із вапном

Таблиця 3 – Порівняння СБС на основі різної сировини

Критерій	Традиційні матеріали (цемент, гіпс, вапно, полімери)	Місцеві матеріали (глина, вапно, натуральні волокна)	Відходи промисловості (доменний шлак, зола-винос, мікрокремнезем)	Відходи від зруйнованих будівель (подрібнений бетон, цегляний бій, будівельний пил)
Вартість	Висока – через виробництво, транспортування, енергозатратність	Низька – добуваються на місці, потребують мінімальної обробки	Низька – вторинне використання, зменшення витрат на утилізацію	Низька – мінімальні витрати на отримання, але потрібне сортування та подрібнення
Міцність	Висока (цементні суміші – 15-40 МПа)	Середня (глиняні та вапняні суміші – 5-15 МПа)	Висока (може покращувати характеристики цементних сумішей)	Середня (може бути підвищена з додаванням цементу або полімерних добавок)
Вплив на навколишнє середовище	Високий – велике споживання енергії, викиди CO ₂	Низький – екологічні матеріали, мінімальний вуглецевий слід	Низький – зменшення відходів, вторинне використання	Низький – повторне використання матеріалів, зменшення кількості будівельного сміття

Таким чином, використання відходів від зруйнованих будівель для виготовлення сухих будівельних сумішей є ефективним і екологічно доцільним рішенням для сталого розвитку будівельної галузі.

Висновки

Ефективні сухі будівельні суміші на основі місцевих матеріалів мають значний потенціал у житловому будівництві завдяки своїй доступності, економічності, екологічності та високим технічним характеристикам. Використання таких матеріалів сприяє розвитку сталого будівництва та зменшенню впливу на навколишнє середовище. Економічні та екологічні переваги:

1. Зниження витрат: використання місцевих матеріалів та відходів промисловості дозволяє зменшити собівартість сумішей у порівнянні з традиційними цементно-піщаними розчинами.
2. Енергоефективність: покращені теплоізоляційні властивості сприяють зниженню витрат на опалення житлових приміщень.
3. Зменшення екологічного навантаження: повторне використання матеріалів допомагає зменшити будівельні відходи та скоротити викиди CO₂ від виробництва цементу.

Розробка та впровадження сухих будівельних сумішей на основі місцевих матеріалів є актуальним напрямком для житлового будівництва, особливо в регіонах з обмеженими ресурсами або складними логістичними умовами. Такі суміші можуть використовуватися для:

- Оштукатурювання та облицювання стін
- Кладочних розчинів для будівництва стін із цегли та блоків
- Вирівнювальних підлогових сумішей
- Утеплення будинків за допомогою легких та пористих компонентів

Отже, застосування ефективних сухих будівельних сумішей на основі місцевих матеріалів може значно підвищити загальну ефективність будівельних процесів. По-перше, це дозволяє зменшити витрати часу на доставку матеріалів і, відповідно, на їх укладання та використання. Сухі суміші, як правило, прості в кампанії, після чого вони потребують лише додавання води перед використанням. Це забезпечує зручність та швидкість при виконанні робіт, а також зменшує кількість відходів, інші суміші постачаються у вигляді готових до застосування порошкових сумішей. По-друге, такі суміші не дозволяють підвищити якість і довговічність будівельних конструкцій. Використання місцевих матеріалів забезпечує кращу інтеграцію з навколишнім середовищем, оскільки ці матеріали, як правило, добре адаптовані до конкретних кліматичних і географічних умов.

Застосування місцевих матеріалів у будівництві має і певні задачі. Однією із них є необхідність розробки нових рецептур і технологій для досягнення бажаних властивостей сумішей з місцевих матеріалів. Це потребує додаткових досліджень і тестування для забезпечення їх відповідності стандартам якості. Також одним з аспектів є питання стандартизації та сертифікації таких матеріалів, що дозволяють забезпечити їх впровадження на масштабному рівні. Для цього необхідно створити механізми контролю за якістю місцевих матеріалів та їх сумішей, щоб вони відповідали вимогам будівельних норм і стандартів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасні українські будівельні матеріали, виробы та конструкції: науково-практичний довідник / за ред. К.К. Пушкарьової. К.: Асоціація «ВСВБМВ», 2012. 664 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови. [Чинний від 2011-06-01]. К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. 42 с. (Національний стандарт України).
3. Дворкін Л.Й., Мироненко А.В. Будівельні матеріали та виробы із застосуванням промислових відходів: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2019. 298 с.
4. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Марчук В.В. Ефективні сухі будівельні суміші та розчини на їх основі: монографія. Київ : Каравела, 2024. 348 с.
5. Бондар А.В., Ковальський В.П., Бурлаков В.П., Матвійчук Є.Р. Утилізація відходів промисловості шляхом виготовлення на їх основі сухих будівельних сумішей. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К: ДЕА, 2018. № 3(22). С. 21-24.
6. Дворкін Л.Й., Пушкарьова К.К., Дворкін О.Л., Кочевих М.О. Використання техногенних продуктів у будівництві: Навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2009. 330 с.
7. Суханевич М.В. Поводження з відходами та їх використання для одержання будівельних матеріалів”. Навчальний посібник. К. : КНУБА, 2011. 152 с.

8. Гасан Ю.Г., Мохорт М.А., Суханевич М.В. Будівельні матеріали з відходів паливно-енергетичної, гірничо-видобувної та збагачувальної промисловості. Конспект лекцій. К. : КНУБА, 2009. 60 с.

9. Гасан Ю.Г., Мохорт М.А. Переробка відходів чорної і кольорової металургії та паливної промисловості у будівельні матеріали. Конспект лекцій. К. : КНУБА, 2008. 44 с.

Іродова Наталія Юрїївна – магістр групи Б-23мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Бондар Олександр Васильович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Бондар Альона Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Науковий керівник: Бондар Альона Василівна – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Irodova Nataliya Yuriivna – Master of Group B-23mz, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bondar Oleksandr Vasyliovych – Postgraduate Student, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bondar Alona – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), Associate Professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua

Supervisor: Bondar Alona – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bondarav@vntu.edu.ua