

**Зоя Павлівна Копинець<sup>1</sup>, Іван Миколайович Матюшенко<sup>2</sup>,  
Володимир Олександрович Маєвський<sup>3</sup>, Олександр Миколайович Удовицький<sup>4</sup>,  
Олег Богданович Ференц<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів  
Національний лісотехнічний університет України (Львів, Україна)  
E-mail: [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8977-6953>

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів  
Національний лісотехнічний університет України (Львів, Україна)  
E-mail: [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6475-1901>

<sup>3</sup>доктор технічних наук, професор, директор навчально-наукового інституту деревообробних технологій і дизайну,  
професор кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів  
Національний лісотехнічний університет України (Львів, Україна)  
E-mail: [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5820-9454>

<sup>4</sup>кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів  
Національний лісотехнічний університет України (Львів, Україна)  
E-mail: [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2234-806X>

<sup>5</sup>кандидат технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри технологій лісопиляння, столярних і дерев'яних будівельних виробів  
Національний лісотехнічний університет України (Львів, Україна)  
E-mail: [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4322-3952>

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ВІД ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПОЗИТІВ

Використання відходів деревообробних підприємств як сировини для будівельних композитів створює умови для одночасного вирішення проблеми зменшення виробничих витрат, а дослідження щодо застосування відходів деревообробного виробництва в будівництві є актуальним завданням. Для забезпечення енергоефективності споруд та високих теплоізоляційних показників будівельних композитів раціональним рішенням є введення до складу суміші органічних наповнювачів. Використання деревних відходів дасть змогу створити легкий та «теплий» композит для виготовлення стінових матеріалів.

**Ключові слова:** тирса; стружка; будівельний композит; коефіцієнт теплопровідності; міцність на стиск.  
Рис.: 4. Бібл.: 21.

**Актуальність теми дослідження.** Пошук шляхів зниження собівартості продукції в одних галузях з одного боку і проблема утилізації відходів від переробки сировини в інших галузях з іншого боку можуть взаємно вирішуватися. Використання відходів одних галузей як вторинної сировини для інших створює умови для одночасного вирішення екологічних питань та зменшення виробничих витрат.

Саме у будівництві використовується значна частина всіх невідновлюваних (випених) ресурсів. Зокрема, на будівельний сектор припадає майже 32 % світового споживання енергії, 24 % використання видобутої сировини, 25 % твердих відходів. Це призводить до значного впливу на більшість чинників забруднення навколишнього середовища: забруднення повітря, питної води, викиди парникових газів, зменшення озонового шару тощо [1; 2].

Також відомо, що на деревопереробних підприємствах утворюються за характеристиками різні відходи: тирса (деревинні частинки, утворені під час розпилювання деревини), стружка (деревинні частинки, утворені під час фрезерування і свердління деревини), кускові відходи (утворені під час поздовжнього та поперечного розкряю сортиментів з деревини), шліфувальний порошок [3]. Вирішення проблеми утилізації відходів від переробки деревинної сировини підприємствами лісопромислового комплексу можливе, окрім як для виготовлення деревинних композитів (стружкові і волокнисті

плити), так і шляхом застосування їх у виробництві будівельних композитів [4, 5]. Тому для взаємної оптимізації економічних та екологічних показників дослідження застосування відходів деревообробного виробництва в будівництві досить актуальне питання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для зведення стін індивідуальних житлових будинків найчастіше використовують такі класичні матеріали як цегла, газоблоки, керамоблоки [6]. Достатньо поширене використання деревини, зокрема у вигляді оциліндрованої колоди, профільованого (цільного чи клеєного) бруса, а також каркасних чи каркасно-панельних дерев'яних конструкцій [7]. Також використовують і поєднання різних матеріалів в конструкційних елементах, наприклад деревозалізобетонні перекриття [8; 9].

Відомі також вироби з нетрадиційних матеріалів, зокрема блоки на основі соломи [10], арболіт збірний або монолітний, різновидом якого є костробетон на костриці льону або технічної коноплі [11], на основі стебел ріпаку [5], фіброліт [12]. Ці матеріали з використанням природних поновлюваних наповнювачів можуть слугувати як «зелені» технологічні рішення в будівельному виробництві [11].

Попри застосування відомих будівельних матеріалів, ведуться дослідження з включення деревинних відходів у цементні композити для розробки нових будівельних матеріалів та виробів на їх основі з такими характеристиками, що давали б змогу використовувати їх для зведення будівель і споруд [13]. Існують деревинно-цементні композити із використанням деревинної золи для часткової заміни цементу та деревинних відходів для часткової або повної заміни традиційного заповнювача.

Враховуючи сучасні реалії, все більше уваги надається застосуванню матеріалів, які б давали змогу ефективного використання сировинних ресурсів та були б енергоефективними. Важливим показником таких матеріалів є високий опір теплопередачі, оскільки застосування таких матеріалів дасть змогу зменшити втрати тепла через огорожувальні конструкції у зимовий період та використовувати меншу кількість енергоресурсів для опалення таких приміщень.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Використання відходів деревообробки (тирси, стружки, шліфувального порошку, кори) у виробництві будівельних матеріалів – це перспективний напрям циркулярної економіки. Однак, попри значну кількість досліджень, залишається низка технологічних та експлуатаційних проблем, які досі не розв'язані повною мірою.

Наприклад, деревина містить водорозчинні екстрактивні речовини, які сповільнюють процес гідратації цементу, що іноді негативно впливає до набору міцності або навіть розсіпання готового виробу. Створення універсального та екологічного методу нейтралізації цих речовин є актуальним завданням.

Деревинний заповнювач має пористу структуру і здатний вбирати воду в обсягах, що в рази перевищують його власну масу. Тому важливим є застосування стабільного гідрофобізатора, який би не знижував адгезію між деревиною та цементним каменем. Адже під час експлуатації деревобетони (арболіт, тирсобетон) «дихають», змінюючи лінійні розміри. Це призводить до появи тріщин у штукатурці та порушення цілісності конструкцій.

Невирішеним є питання прогнозування терміну служби таких сумішей у вологих середовищах. Внутрішня корозія органічного заповнювача за тривалого впливу вологи залишається малодослідженою. А отже можливе поступове руйнування структури матеріалу через 15–20 років експлуатації за несприятливих умов.

Відходи деревообробки часто є полідисперсними (від порошку до тріски). Тому неможливо отримати стабільні показники міцності та теплопровідності в промислових масштабах при використанні «сировини з купи».

Хоча деревобетони належать до важкогорючих матеріалів, високий вміст органіки створює певні ризики, які потрібно враховувати з огляду на особливості застосування таких матеріалів.

Тому огляд досліджень, щодо використання відходів від переробки деревинної сировини у будівельних композитах дасть змогу оцінити перспективи цього шляху.

**Мета дослідження.** Розглянути можливість використання відходів від переробки деревинної сировини для використання в будівельних композитах на мінеральних в'язучих в умовах нашої країни.

**Виклад основного матеріалу.** Питання використання відходів від переробки деревини як наповнювача у будівельних композитах є на цей час актуальним у світі, про що свідчать опубліковані результати досліджень.

Вивченню впливу деревинної стружки на властивості двох типів піщаних бетонів: з річковим та дюнным піском присвячена робота [14]. Вміст стружки у цьому дослідженні становив від 0 до 100 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону. Матриця піщаних бетонів складалася з піску, цементу, наповнювача (в основному подрібнених відходів з кар'єру (вапняку), отриманих шляхом просіювання з розміром отвору сита 80 мм), добавки та води. Отримані в цій роботі результати засвідчили, що завдяки додаванню деревинної стружки значно зменшується теплопровідність композиту (наприклад, з вмістом річкового піску з 1,30 Вт/(м·К) до 0,65 Вт/(м·К) з вмістом стружки 100 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону) хоча і зменшується механічна міцність (наприклад, з вмістом тільки річкового піску з 23,6 МПа до 6,2 МПа з вмістом стружки 100 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону). Тому автори цього дослідження констатують, що досліджуваний композит може мати застосування для теплоізоляції та як наповнювач, або для використання в конструкціях з низькою несучою здатністю, якщо вміст деревини невисокий. Також було встановлено, що збільшення вмісту стружки зменшує масу піщаних бетонів, помітно зменшуючи їхню щільність (для прикладу з вмістом річкового піску з 2100 кг/м<sup>3</sup> до 1430 кг/м<sup>3</sup> з вмістом стружки 100 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону).

В іншій роботі [13] досліджено властивості цементних будівельних композитів з мінеральними заповнювачами: одним типом піску та двома типами гравію (максимальним розміром до 10 мм та 16 мм). У процесі досліджень замінювали мінеральний заповнювач деревинною тріскою (максимальний розмір 16 мм), тирсою (максимальний розмір 4 мм) або їхньою сумішшю. Зафіксовано, що зі збільшенням вмісту деревинних частинок, як тріски, так і тирси знижується міцність на стискання досліджуваного композиту. Однак усі композити продемонстрували міцність при стиску понад 30 МПа. Також результати цього дослідження показали значне зниження теплопровідності для композиту з вмістом суміші деревинної тріски 171 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону та тирси 60 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону на 54 % та з вмістом тріски 214 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону на 52 % порівняно з контрольним взірцем (без вмісту деревинних частинок). Враховуючи одержані результати, на думку авторів статті [13], бетони, що містять до 20 % деревинної тріски та/або тирси, мають такі фізичні, механічні та довговічні властивості, що роблять їх придатними для використання як конструкційного матеріалу в будівництві, а також для виготовлення стовпів огорож, фасадних панелей та вуличних меблів.

У дослідженні [15] проведено аналіз властивостей цементних будівельних композитів із використанням природних заповнювачів. Розмір дрібного заповнювача становив 4,75 мм (просіювання на ситі № 4), а максимальний розмір крупного заповнювача становив 12,5 мм. Приготовано та проаналізовано чотири бетонні суміші: контрольна суміш (цемент, пісок та крупний заповнювач), в інших трьох сумішах 5, 10 та 15 % піску замінювали на тирсу. Результати цього дослідження показали, що збільшення кількості тирси у зразках бетону знижує міцність при стиску. Міцність при стиску зразків, у яких 5 % піску замінено тирсою, через 28 днів твердіння становила 26,2 МПа, за заміни 10 % піску

тирсою – 20,1 МПа, а за заміни 15 % піску тирсою – 15,9 МПа. Тому автори [15] рекомендують у бетонних конструкціях використовувати композит з вмістом 5 % тирси.

У роботі [16] проведено дослідження будівельного композиту з глини та тирси. Вміст тирси в композиті становив 2, 4, 6, 8 та 10 %. У роботі встановлено теплові характеристики не випаленої цегли, як контрольного зрізця без тирси. Вимірювання теплових характеристик композитів з різним відсотковим вмістом тирси проводили після стабілізації їхньої маси. Зі збільшенням вмісту тирси знижується щільність композиту (від 1985,45 кг/м<sup>3</sup> за вмісту тирси 2 % до 1648,51 кг/м<sup>3</sup> за вмісту тирси 10 %). Результати дослідження показують, що додавання тирси позитивно впливає на теплові властивості не випалених матеріалів на основі глини. Теплопровідність розроблених у роботі [16] композитів змінюється від 0,87 Вт/(м·К) до 0,63 Вт/(м·К), що є нижче порівняно з контрольним зрізцем (0,90 Вт/(м·К)). Отже, інтеграція тирси може бути корисною для розробки термoeфективних легких будівельних матеріалів.

Проводили дослідження будівельних композитів з вмістом глини, піску та тирси в роботі [17]. Заміщали в композиті з вмістом 30 % глини та 70 % піску (контрольний зрізець) пісок тирсою 10, 20, 30 та 40 %. Міцність при стиску контрольного зрізця становила 2,1 МПа, а зрізців із заміною піску на тирсу 2,19; 2,43; 2,19; 2,05 МПа відповідно до відсотка тирси в композиті. Як бачимо, найвищий показник міцності при стиску за 20 % вмісту тирси в композиті.

Використання глини у цементних будівельних композитах також розглядають в іншій роботі [18]. Досліджено властивості цементного будівельного композиту з цементу та піску (контрольний зрізець) та композитів із заміщенням частини цементу на глину. Результати експериментальних досліджень свідчать, що додавання менш як 5 % сирової глини за масою до суміші має мінімальний вплив на міцність при стиску (після 28 днів твердіння зафіксовано зниження міцності при стиску на 10,9; 26,7; 41,1; 56,8; 55,7 та 63,7 % для рецептур М5, М10, М15, М20, М25 та М30 відповідно порівняно з контрольним зрізцем), але зменшує теплопровідність (додавання глини в кількості 5 % знизило теплопровідність на 3,4 %, а при додаванні глини в кількості 30 % теплопровідність зменшилася з 0,88 Вт/(м·К) до 0,81 Вт/(м·К)). За думкою авторів композит, у якому додано менше ніж 5 % сирової глини, можна використовувати, як конструкційний матеріал, а композит, у якому додано понад 5 % сирової глини за вагою, підходить для застосувань, де прийнятна нижча механічна міцність.

Дослідження композиту, у якому поєднано цемент, глину, вапно та тирсу [19], показало за складу композиту у такій пропорції: цемент 20 %, глина 50 %, вапно 10 %, тирса 20 % достатню його міцність при стиску (3,32 МПа) для застосування його як конструкційно-теплоізоляційного матеріалу несучих стін у малоповерховому будівництві.

Отже, як бачимо з наведених досліджень, проводиться активна робота над заміщенням матеріалів з непоновлюваних джерел (пісок, щебінь) на поновлювані матеріали, тобто деревинні. У деяких роботах також пропонують частково замінювати цемент на такий природний матеріал, як глина.

Згідно з Л. Й. Дворкіним [20], легкі бетони мають середню щільність, яка не перевищує 2000 кг/м<sup>3</sup>, важкі бетони мають щільність від 2000 до 2500 кг/м<sup>3</sup>. За призначенням бетони поділяють на теплоізоляційні, конструкційно-теплоізоляційні й конструкційні. У будівництві найбільше застосовують конструкційно-теплоізоляційні легкі бетони. Переважно їх використовують для виготовлення стінових панелей, плит перекриттів та інших конструкцій у житлово-цивільному і промисловому будівництві. Для теплової ізоляції використовують теплоізоляційні бетони, які мають щільність від 300 кг/м<sup>3</sup> до 500 кг/м<sup>3</sup>, міцність при стиску від 0,5 МПа до 2,5 МПа, теплопровідність від 0,12 Вт/(м·К) до 0,24 Вт/(м·К). Для огорожува-

льних конструкцій будівель використовують, як правило, конструкційно-теплоізоляційні легкі бетони щільністю від 500 кг/м<sup>3</sup> до 1400 кг/м<sup>3</sup>, їхня теплопровідність – від 0,17 Вт/(м·К) до 0,40 Вт/(м·К), міцність при стиску – від 2,5 МПа до 10 МПа. Для несучих конструкцій будівель і споруд використовують конструкційні легкі бетони: їхня щільність становить від 1400 кг/м<sup>3</sup> до 1800 кг/м<sup>3</sup>, теплопровідність від 0,58 Вт/(м·К) до 0,40 Вт/(м·К), міцність при стиску від 15 МПа до 50 МПа.

Як показують результати дослідження в роботі [14], без вмісту деревинної стружки бетон за щільністю відноситься до важких, а вже при додаванні 20 кг/м<sup>3</sup> деревинної стружки переходить до класу легких бетонів, оскільки його щільність стає нижчою 2000 кг/м<sup>3</sup> (рис. 1).

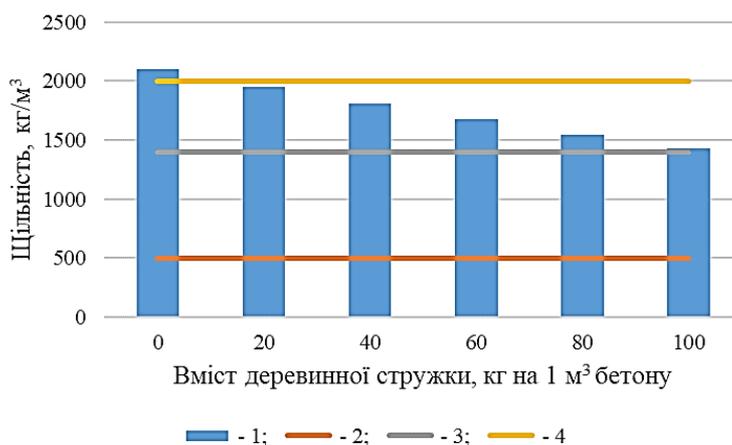


Рис. 1. Залежність щільності композиту від вмісту деревинної стружки:

- 1 – щільність композиту, кг/м<sup>3</sup> (побудовано авторами за даними [14]);
- 2 – верхня межа щільності теплоізоляційного легкого бетону згідно з [20];
- 3 – верхня межа щільності конструкційно-теплоізоляційного легкого бетону згідно з [20];
- 4 – верхня межа щільності конструкційного легкого бетону згідно з [20]

Згідно з класифікацією Л. Й. Дворкіна [20] за міцністю при стиску композит з вмістом деревинної стружки 40 % і більше можна віднести до конструкційно-теплоізоляційного легкого бетону, а нижче 40 % – до конструкційного легкого бетону (рис. 2).

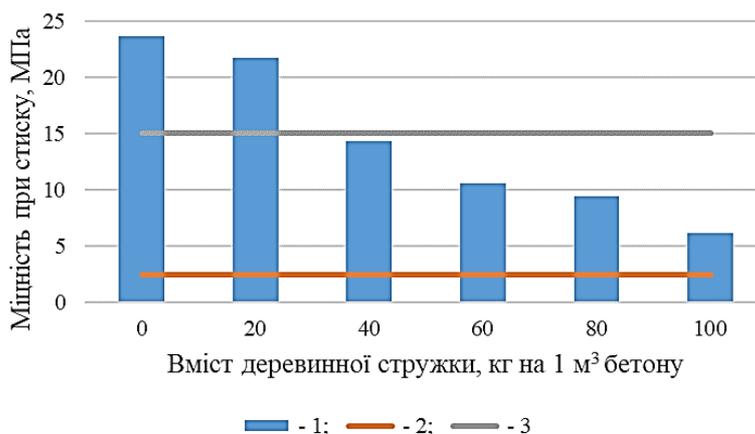


Рис. 2. Залежність міцності композиту при стиску від вмісту деревинної стружки:

- 1 – міцність композиту при стиску, МПа (побудовано авторами за даними [14]);
- 2 – нижня межа міцності при стиску конструкційно-теплоізоляційного легкого бетону згідно з [20];
- 3 – нижня межа міцності при стиску конструкційного легкого бетону згідно з [20].

За вмісту деревинної стружки 100 кг на 1 м<sup>3</sup> бетону теплопровідність є нижчою за 0,66 Вт/(м·К), що відповідає теплопровідності керамзитобетону на керамзитовому піску щільністю 1800 кг/м<sup>3</sup>. Решта композитів має теплопровідність нижче 1,51 Вт/(м·К), що відповідає теплопровідності важких бетонів (рис. 3).

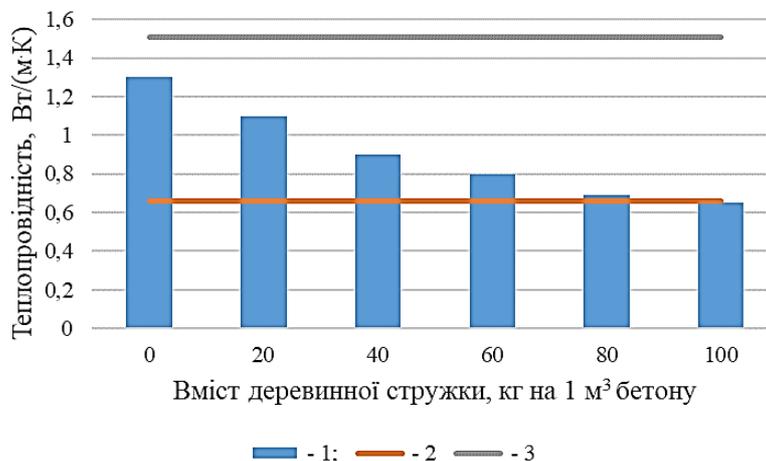


Рис. 3. Залежність теплопровідності композиту від вмісту деревинної стружки:  
 1 – теплопровідність композиту, Вт/(м·К) (побудовано авторами за даними [14]);  
 2 – найбільша теплопровідність легких бетонів згідно з [21];  
 3 – теплопровідність важкого бетону згідно з [21]

При заміщенні в композиті з глини та піску частини піску тирсою у роботі [17] отримано такі результати щодо його міцності при стиску, що згідно з класифікацією [20] ці композити можна віднести до теплоізоляційних матеріалів (рис. 4).

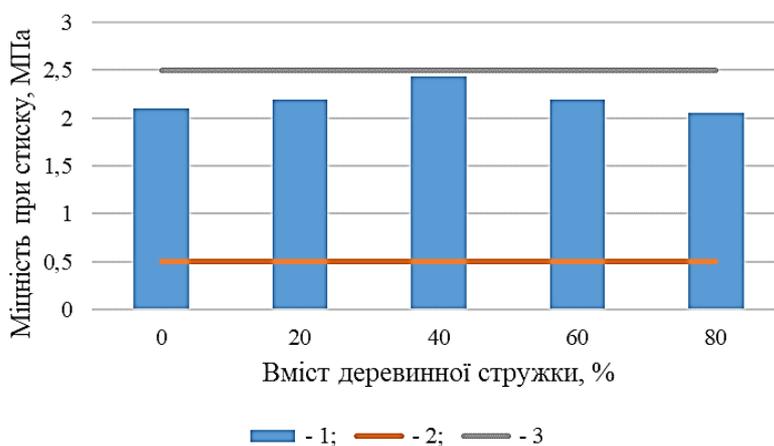


Рис. 4. Залежність міцності композиту при стиску від вмісту деревинної стружки:  
 1 – міцність композиту при стиску, МПа (побудовано авторами за даними [17]);  
 2 – нижня межа міцності при стиску теплоізоляційного легкого бетону згідно з [20];  
 3 – верхня межа міцності при стиску теплоізоляційного легкого бетону згідно з [20].

**Висновок.** Для забезпечення високих теплоізоляційних показників будівельних композитів раціональним рішенням є введення до складу суміші органічних наповнювачів – відходів від переробки деревинної сировини, зокрема тирси та стружки. Використання деревних відходів дасть змогу створити легкий та «теплый» композит, що одночасно має вирішити проблему утилізації відходів від переробки сировини деревообробної

промисловості. Спираючись на сучасний світовий досвід та чисельні наукові дослідження, ми вважаємо перспективним розширення сфери застосування глини як активного компонента в цементних будівельних композитах. Таким чином, поєднання глини, цементу та деревинних заповнювачів відкриває шлях до створення екологічно безпечних, економічно вигідних та енергоощадних стінових матеріалів, які відповідатимуть сучасним вимогам сталого будівництва.

### Список використаних джерел

1. Doodoo, A., Gustavsson, L., & Tettey, U. Y. (2019). Effects of end-of-life management options for materials on primary energy and greenhouse gas balances of building systems. *Energy Procedia*, 158, 4246–4253. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.802>.
2. Benachio, G. L. F., Freitas, M. D. C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>.
3. Маєвський, В. О., Копинець, З. П., Ковбасюк, В. М., Миськів, Є. М., & Якуба, М. М. (2019). Технологічні аспекти регулювання витрат деревинної сировини під час виготовлення віконних блоків з тришарового клеєного бруса. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, (18), 208–216. <https://doi.org/10.15421/411922>.
4. Підгорна, О. В., Абрамович, В. С., & Бондар, А. В. (2018). Будівельні матеріали та виробни на основі відходів деревини. *XLVII Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання*. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4928>.
5. Копанський, М. М., Козак, Р. О., & Кусняк, І. І. (2024). Характеристики деревинних композитів на основі стебел ріпаку та мінерального в'язучого. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*, (50), 473–475. <https://doi.org/10.36930/42245008>
6. Козел, М. М. (2024). Аналіз сучасних архітектурно-конструктивно-технологічних систем зведення стін однородинного житла (на прикладі західних областей України). *Нові технології в будівництві*, (45), 10–17. <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2024.45.2>.
7. Максимів, В. М., Горбачова, Л. Н., & Хмарик, Л. В. (2013). Аналіз теплотехнічних характеристик стін різних конструкцій у дерев'яному домобудуванні. *Науковий вісник НЛТУ України*, (23.12), 191–197. [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23\\_12/191\\_Mak.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_12/191_Mak.pdf).
8. Шехоркіна, С. Є., Нікіфорова, Т. Д., & Буцька, О. Л. (2020). Оцінка вертикальних переміщень гібридних дерево-залізобетонних будівель. *Науковий вісник будівництва*, 2(100), 149–157. <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/en/article/view/292>.
9. Ceccotti, A. (2002). Composite concrete-timber structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 4(3), 264–275. <https://doi.org/10.1002/pse.126>.
10. Мазурак, А., Мазурак, О., Ковалик, І., & Михайлечко, В. (2019). Конструктивно-технологічні рішення зовнішніх огорожень стін із солом'яних блоків. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Архітектура і сільськогосподарське будівництво*, (20), 53–58. [http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbu/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/Vldau\\_2019\\_20\\_13.pdf](http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vldau_2019_20_13.pdf).
11. Бікс, Ю. С., & Ратушняк, О. Г. (2018, 13-15 листопада). *Енергоефективний теплоблок. Інноваційні технології в будівництві. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції*. Вінниця, Україна.
12. Веселівський, Р. Б., & Половко, А. П. (2013). Дослідження вогнестійкості огорожувальних конструкцій з фібролітовою нез'ємною опалубкою. *Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні: VIII Міжнар. наук.-практ. конф.* Миколаїв, Україна.
13. Dias, S., Tadeu, A., Almeida, J., Humbert, P., António, J., de Brito, J., & Pinhão, P. (2022). Physical, mechanical, and durability properties of concrete containing wood chips and sawdust: An experimental approach. *Buildings*, 12(8), 1277. <https://doi.org/10.3390/buildings12081277>.

14. Bederina, M., Marmoret, L., Mezreb, K., Khenfer, M. M., Bali, A., & Quéneudec, M. (2007). Effect of the addition of wood shavings on thermal conductivity of sand concretes: Experimental study and modelling. *Construction and Building Materials*, 21(3), 662–668. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.12.008>.
15. Muhedin, D. A., Qadir, S. J., Hamakareem, M. I., & Rash, A. J. H. (2020). Effect of sawdust as partial replacement of sand in concrete. *Journal of Duhok University*, 23(2), 658–664. <https://surl.li/kzrnly>.
16. Charai, M., Sghiouri, H., Mezrhab, A., Karkri, M., Elhammouti, K., & Nasri, H. (2020). Thermal performance and characterization of a sawdust-clay composite material. *Procedia Manufacturing*, 46, 690–697. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.098>.
17. Jokhio, G. A., Mohsin, S. M. S., & Gul, Y. (2018). Two-fold sustainability–Adobe with sawdust as partial sand replacement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 342(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/342/1/012069>.
18. Drissi, M., Horma, O., Mezrhab, A., & Karkri, M. (2024). Exploring raw red clay as a supplementary cementitious material: Composition, thermo-mechanical performance, cost, and environmental impact. *Buildings*, 14(12), 3906. <https://doi.org/10.3390/buildings14123906>.
19. Химич, В. М., Копинець, З. П., & Рутковська, І. З. (2024). Розроблення композитів з вмістом відходів від переробки деревинної сировини. *Матеріали 76-ї науково-практичної конференції студентів, аспірантів та слухачів Малої лісової академії НЛТУ України*. Львів, Україна. [https://drive.google.com/file/d/10TRRZZeowAmWhQCzNpUJIS\\_Y9q8TBiPk/view](https://drive.google.com/file/d/10TRRZZeowAmWhQCzNpUJIS_Y9q8TBiPk/view).
20. Дворкін, Л. Й. (2017). *Будівельне матеріалознавство: Навчально-довідковий посібник*. НУВГП.
21. ДСТУ 9191:2022. (2022). *Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель*. ДП «УкрНДНЦ».

### References

1. Dodoo, A., Gustavsson, L., & Tettey, U. Y. (2019). Effects of end-of-life management options for materials on primary energy and greenhouse gas balances of building systems. *Energy Procedia*, 158, 4246–4253. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.802>.
2. Benachio, G. L. F., Freitas, M. D. C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>.
3. Maievskiy, V. O., Kopynets, Z. P., Kovbasiuk, V. M., Myskiv, Ye. M., & Yakuba, M. M. (2019). Tekhnolohichni aspekty rehulivannia vytrat derevynnoi syrovyny pid chas vyhotovlennia vikonnykh blokv z trysharovoho kleienoho brusa [Technological aspects of regulating wood raw material consumption during the manufacture of window blocks from three-layer glued beams]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy – Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, (18), 208–216. <https://doi.org/10.15421/411922>.
4. Pidhorna, O. V., Abramovych, V. S., & Bondar, A. V. (2018). Budivelni materialy ta vyroby na osnovi vidkhodiv derevyny [Building materials and products based on wood waste]. *XLVII Naukovo-tekhnichna konferentsiia fakultetu budivnytstva, teploenerhetyky ta hazopostachannia – XLVII Scientific and Technical Conference of the Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply*. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4928>.
5. Kopanskyi, M. M., Kozak, R. O., & Kusniak, I. I. (2024). Kharakterystyky derevynnykh kompozytiv na osnovi stebel ripaku ta mineralnogo viazhuchoho [Characteristics of wood composites based on rapeseed stalks and mineral binder]. *Lisove hospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovisht – Forestry, forestry, paper and woodworking industries*, (50), 473–475. <https://doi.org/10.36930/42245008>.
6. Kozel, M. M. (2024). Analiz suchasnykh arkhitekturno-konstruktyvno-tekhnologichnykh system zvedennia stin odnorodynnoho zhytla (na prykladi zakhidnykh oblastei Ukrainy) [Analysis of modern architectural, structural and technological systems for the construction of walls in single-family dwellings (based on the example of the western regions of Ukraine)]. *Novi tekhnolohii v budivnytstvi – New technologies in construction*, (45), 10–17. <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2024.45.2>.

7. Maksymiv, V. M., Horbacheva, L. N., & Khmaryk, L. V. (2013). Analiz teplotekhnichnykh kharakterystyk stin riznykh konstruksii u derevianomu domobuduvanni [Analysis of the thermal characteristics of walls of various designs in wooden house construction]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine*, (23.12), 191–197. [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23\\_12/191\\_Mak.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_12/191_Mak.pdf).
8. Shekhorkina, S. Ye., Nikiforova, T. D., & Butska, O. L. (2020). Otsinka vertykalnykh peremishchen hibrydnykh derevo-zalizobetonnykh budivel [Assessment of vertical movements of hybrid timber-reinforced concrete buildings]. *Naukovyi visnyk budivnytstva – Scientific Bulletin of Construction*, 2(100), 149–157. <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/en/article/view/292>
9. Ceccotti, A. (2002). Composite concrete-timber structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 4(3), 264–275. <https://doi.org/10.1002/pse.126>.
10. Mazurak, A., Mazurak, O., Kovalyk, I., & Mykhailechko, V. (2019). Konstruktyvno-tekhnologichni rishennia zovnishnykh ohorodzen stin iz solomianykh blokiv [Design and technological solutions for external wall cladding made of straw blocks]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Arkhitektura i silskohospodarske budivnytstvo – Bulletin of Lviv National Agrarian University. Architecture and Agricultural Construction*, (20), 53–58. [http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbu/cgiir-bis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/Vldau\\_2019\\_20\\_13.pdf](http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiir-bis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vldau_2019_20_13.pdf).
11. Biks, Yu. S., & Ratushniak, O. H. (2018, November 13-15). Enerhoefektyvnyi teploblok. Innovatsiini tekhnologii v budivnytstvi. In *Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, Vinnytsia, Ukraina – Enerhoefektyvnyi teploblok. Innovatsiini tekhnologii v budivnytstvi (2018): Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii*.
12. Veselivskiy, R. B., & Polovko, A. P. (2013). Doslidzhennia vohnestiikosti ohorodzhuvalnykh konstruksii z fibrolitovoio neziemnoiu opalubkoio [Research on the fire resistance of enclosing structures with fibrolite permanent formwork]. *Problemy ekolohii ta enerhozberezhennia v sudnobuduvanni: VIII Mizhnar. nauk.-prakt. konf., Mykolaiv, Ukraina – Environmental and energy conservation issues in shipbuilding: VIII International Scientific and Practical Conference*.
13. Dias, S., Tadeu, A., Almeida, J., Humbert, P., António, J., de Brito, J., & Pinhão, P. (2022). Physical, mechanical, and durability properties of concrete containing wood chips and sawdust: An experimental approach. *Buildings*, 12(8), 1277. <https://doi.org/10.3390/buildings12081277>.
14. Bederina, M., Marmoret, L., Mezreb, K., Khenfer, M. M., Bali, A., & Quéneudec, M. (2007). Effect of the addition of wood shavings on thermal conductivity of sand concretes: Experimental study and modelling. *Construction and Building Materials*, 21(3), 662–668. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.12.008>.
15. Muhedin, D. A., Qadir, S. J., Hamakareem, M. I., & Rash, A. J. H. (2020). Effect of sawdust as partial replacement of sand in concrete. *Journal of Duhok University*, 23(2), 658–664. <https://surl.li/kzrnly>.
16. Charai, M., Sghiouri, H., Mezrhab, A., Karkri, M., Elhammouti, K., & Nasri, H. (2020). Thermal performance and characterization of a sawdust-clay composite material. *Procedia Manufacturing*, 46, 690–697. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.098>.
17. Jokhio, G. A., Mohsin, S. M. S., & Gul, Y. (2018). Two-fold sustainability–Adobe with sawdust as partial sand replacement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 342(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/342/1/012069>.
18. Drissi, M., Horma, O., Mezrhab, A., & Karkri, M. (2024). Exploring raw red clay as a supplementary cementitious material: Composition, thermo-mechanical performance, cost, and environmental impact. *Buildings*, 14(12), 3906. <https://doi.org/10.3390/buildings14123906>.
19. Khymych, V. M., Kopynets, Z. P., & Rutkovska, I. Z. (2024). Rozroblennia kompozytiv z vmistom vidkhodiv vid pererobky derevynnoi syrovyny [Development of composites containing waste from wood processing]. *Materialy 76-yi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta slukhachiv Maloi lisovoi akademii NLTU Ukrainy, Lviv, Ukraina – Proceedings of the 76th Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Listeners of the Small Forest Academy of the National Forestry University of Ukraine, Lviv, Ukraine*. [https://drive.google.com/file/d/10TRRZZeowAmWhQCzNpUJIS\\_Y9q8TBiPk/view](https://drive.google.com/file/d/10TRRZZeowAmWhQCzNpUJIS_Y9q8TBiPk/view).

20. Dvorkin, L. I. (2017). *Budivelne materialoznavstvo: Navchalno-dovidkovyi posibnyk. NUVHP [Building Materials Science: Educational and Reference Guide]*. NUVGP.

21. DSTU 9191:2022. (2022). *Teploizoliatsiia budivel. Metod vyboru teploizoliatsiinoho materialu dlia uteplennia budivel [Thermal insulation of buildings. Method for selecting thermal insulation material for insulating buildings]*. *Derzhavne pidpriemstvo "Ukrainskyi naukovo-doslidnyi instytut standartyzatsii, sertyfikatsii ta yakosti"* – State Enterprise 'Ukrainian Scientific Research Institute for Standardisation, Certification and Quality.

Дата першого надходження статті до видання: 24.11.2025  
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 07.12.2025

UDC 691+674

**Zoya Kopynets<sup>1</sup>, Ivan Matiushenko<sup>2</sup>, Volodymyr Mayevskyy<sup>3</sup>,  
Oleksandr Udovyttskyi<sup>4</sup>, Oleh Ferents<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor of Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products  
Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)

**E-mail:** [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-8977-6953>

<sup>2</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor of Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products  
Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)

**E-mail:** [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-6475-1901>

<sup>3</sup>Doctor of Sciences, Professor, Director of Educational-Scientific Institute of Woodworking and Design, Professor of Department of  
Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products. Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)

**E-mail:** [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5820-9454>

<sup>4</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor of Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products  
Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)

**E-mail:** [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-2234-806X>

<sup>5</sup>PhD in Technical Sciences, associate Professor, Head of Department of Saw-Milling, Joinery and Wooden Building Products.  
Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)

**E-mail:** [tlsdbv@nltu.edu.ua](mailto:tlsdbv@nltu.edu.ua). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-4322-3952>

## PROSPECTS FOR USING WOOD PROCESSING WASTE IN THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION COMPOSITES

*The woodworking industry produces various types of waste, including sawdust (small particles from sawing), shavings (from milling and drilling), lump waste, and fine sanding dust. Using these materials as secondary resources for other industries is an effective way to reduce production costs. Because of this, researching how to apply wood waste in the construction sector is a very relevant task, as it helps to balance economic goals with environmental protection.*

*Current research focuses on using wood processing by-products to create new building composites. There is a strong movement to replace non-renewable materials, such as sand and crushed stone, with renewable wood-based alternatives. One interesting proposal is to partially replace cement with clay, which is a natural and widely available material. Preliminary tests on a composite made from a mixture of cement, clay, lime, and sawdust have shown positive results. This material is strong enough to be used for load-bearing walls in low-rise buildings, providing both structural integrity and insulation.*

*In the modern world, improving the energy efficiency of buildings is a top priority. To ensure that building materials provide high levels of thermal insulation, a practical solution is to add organic fillers – specifically wood waste like sawdust and shavings – into the mixture. Using these wood by-products results in a composite that is both lightweight and "warm" (thermally efficient).*

*This approach solves two problems at once: it provides high-quality building materials and offers a way to recycle industrial waste. Ultimately, combining clay, cement, and wood aggregates creates wall materials that are environmentally safe, cost-effective, and energy-saving. These materials perfectly meet the modern requirements for sustainable construction.*

**Keywords:** sawdust; wood shavings; lump waste; building composite; thermal conductivity; compressive strength.

**Fig.:** 4. **References:** 21.