

С. О. Копилов, аспірант, Г. М. Черкашина, канд. техн. наук, доцент, О. В. Близнюк, канд. техн. наук, доцент, В. В. Лебедев, д-р техн. наук, професор, Д. В. Деріус, аспірант

## ВИКОРИСТАННЯ НОВОГО НАПОВНЮВАЧА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИТУ НА ОСНОВІ ВТОРИННОГО ТЕРМОПЛАСТУ

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків*

**Ключові слова:** деревинно-полімерний композит, вторинні термопласти, подрібнене скло, неорганічний наповнювач, фізико-механічні властивості, адгезія, експлуатаційні характеристики.

**Вступ.** Постає питання про залучення до використання нових промислових та побутових відходів при виготовленні композитних матеріалів тоді коли погіршується екологічна обстановка та дефіцит сировини. Відповідно до цього введення в виробництво нових видів відходів потребують удосконалення технології та підвищення глибини вивчення їх властивостей. Сучасні наукові досягнення та світовий досвід свідчать про широке впровадження використання вторинної сировини термопластів [1–5]. Використання вторинних термопластів у складі композиційних матеріалів частково вирішує екологічну проблему і є економічно доцільним [6–7]. Використання скла, як неорганічного наповнювача при виготовленні деревинно-полімерних композитів практично повністю не вивчена. Ці матеріали не мають обмежень за санітарно-технічними нормами в будівельній індустрії, мають комплекс цінних властивостей: хімічну стійкість, значну теплостійкість, морозостійкість та міцність.

У зв'язку з поширенням використання деревинно-полімерних композитів (ДПК) виявляються недоліки при їх використанні, які пов'язані зі зміною властивостей матеріалу в наслідок атмосферного впливу та подальшою руйнацією виробів. Найбільш перспективним напрямом створення ДПК з підвищеною стійкістю до кліматичних впливів є використання вторинної неорганічної сировини у якості подрібненого скла у процесі виробництва [9].

Рецептура виробів безпосередньо залежить від виду та умов експлуатації самих виробів і в кожному випадку підбирається індивідуально. Властивості одержаного композиту визначаються властивостями обраного полімеру та наповнювачів, частинок деревини та скла та характером зв'язкової взаємодії між ними [10–11]. Це визначає підходи в оптимізації властивостей ДПК. А саме: підбір полімерного зв'язуючого та модифікаторів з метою досягнення прийнятних міцнісних характеристик ДПК при максимальному наповненні. Вибір полімеру визначається індивідуальними перевагами та недоліками, властивостями виробів на їх основі [8].

Для управління технологічним процесом і властивостями ДПК до їх складу вводять різні добавки-модифікатори: антиокислювачі, антимікробні засоби, поверхнево-активні речовини-зв'язуючі, протиударні модифікатори, мастильні матеріали, температурні стабілізатори, пігменти, вогнезахисні засоби, світлостабілізатори та ін. З метою поліпшення експлуатаційних характеристик та технології отримання ДПК розробляються нові склади композитів і вносяться зміни в технологію їх отримання [12–14].

Деревинні відходи або утилізуються, або спалюються, що призводить до додаткового виснаження ґрунтів та забруднення повітряного басейну. У країнах, що постійно розвиваються, є підвищена потреба в альтернативних матеріалах вироблених з використанням відходів [15].

ДПК використовуються на відкритому повітрі, де вони піддаються впливу світло-погодних факторів на відміну від виробів з деревини. Вони можуть бути використані у будівельних конструкціях, включаючи настили, паркові лави, черепицю, паркани, ландшафтний дизайн деревини та віконні лиштви [16]. Їх також можна використовувати для внутрішнього застосування, як віконні та дверні рами, меблі та підлогу. Комерційна продукція ДПК має замінити різні продукти у різних галузях, особливо у будівництві.

**Мета статті** – створення нового складу ДПК з поліпшеним комплексом властивостей та використання інших нових видів відходів у якості подрібненого скла.

**Матеріали та методи.** Для досягнення поставленої мети у роботі було необхідно:

- визначити оптимальний склад ДПК з підвищеними фізико-механічними властивостями;
- визначити оптимальний вміст подрібненого скла та його вплив на фізико-механічні та експлуатаційні характеристики ДПК;
- дослідити вплив модифікації ДПК на фізико-механічні властивості у порівнянні з відомими промисловими зразками;
- дослідити фізико-механічні та експлуатаційні властивості ДПК і порівняти з раніше запропонованими зразками.

Об'єктами досліджень були: вторинний поліетилен; термопластичний поліуретан, нафто-полімерна смола; деревинні відходи меблевого виробництва; подрібнене скло, бензин.

Приготування ДПК виконували таким чином: до нафто-полімерної смоли додавали розчинник (бензин) і ретельно перемішували до однорідного розчину (модифікуючої суміші) 10–15 хв. В отриману модифікуючу суміш додавали деревинний наповнювач для просочування та перемішували протягом 5–10 хв. до повної гомогенізації суміші. До просоченого гомогенізованого деревинного наповнювача додавали подрібнене скло фракція 40–70 мкм та перемішували 5 хв. Гомогенізовану модифікуючу суміш висушували в лабораторній сушарці протягом 1 години за температури 70 °С, або лишали на 12 годин при кімнатній температурі на повітрі. Під час стадії просочування рідкою фазою деревинного наповнювача та сушки випаровувалося 12–15 % зайвого розчинника. Висушений наповнювач змішували з вторинною термопластичною сировиною (ПЕ та ТПУ) та виготовляли ДПК екструзійним методом на екструдері, відношення довжини до діаметру (L/D) якого становило 40, гвинт діаметром 30 мм зі швидкістю обертання 50 об/хв при температурі 190–195 °С.

Визначення густини зразків проводилося відповідно до ASTM-D-792. Визначення ударної в'язкості (ISO 180:2000), руйнівної напруги при згині (ISO 178:2010), твердості за Брінелем (ISO 2039-2) та міцність при ударі (ISO 6272-1:2002) зразків проводилось відповідно до міжнародних стандартів. Водопоглинання визначали відповідно до ASTM-D-570 [17], зносостійкість та усадку визначали відповідно до DIN 53 516, визначення зміни лінійних розмірів при нагріванні відповідно ISO 11501:1995.

**Результати.** Використання наповнювачів у вигляді подрібненого скла при виготовленні ДПК це ідеальне рішення. Це дозволяє використовувати переваги цих відходів для виробництва нових матеріалів з бажаними властивостями. Ці композити мають безліч переваг: високу міцність, водостійкість, низькі експлуатаційні витрати, прийнятна висока міцність та жорсткість, стійкість до біологічних впливів та руйнування. Більш того, вони є матеріалами рециклінгу, що дає додаткову екологічну перевагу.

Розроблені та досліджені фізико-механічні та експлуатаційні властивості ДПК, які наповнені подрібненим склом. Склад розроблених ДПК наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Склад розроблених ДПК

Композиція	Вторинний РЕ, %	Вторинний ТПУ, %	Нафто-полімер-на смола, %	Розчинник бензин Б-70, %	Відходи меблевого виробництва, %	Подрібнене скло, %
1	15	10	5	15	45	10
2	15	5	5	15	50	10
3	20	5	5	15	45	10
4	18	7	5	15	40	15
5	18	7	5	15	30	15
6	18	7	5	15	25	20
7	18	7	5	15	45	10
8	20	10	5	15	30	10
9	20	10	5	15	35	5
10	20	10	5	15	25	15

Результати фізико-механічних випробувань досліджуваних зразків ДПК наведено в табл. 2.

З результатів аналізу даних табл. 2 видно, що найбільш високі значення ударної в'язкості досліджених зразків ДПК спостерігаються для композитів № 5–9 (рис. 1).

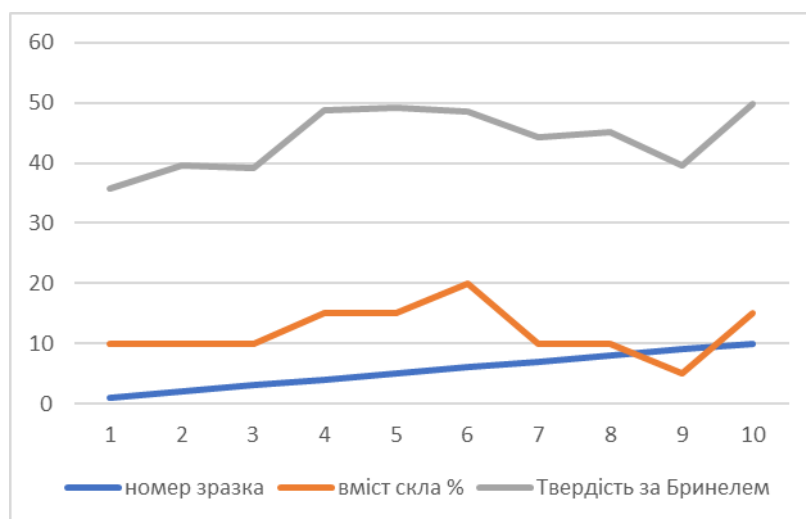


Рисунок 1 – Залежність твердості за Бринелем від вмісту скла

Найбільш високі значення твердості за Бринелем виявлено в досліджених зразках ДПК №5, №6, №8, №10. Це означає, що ефективно додавання відходів скла має бути в діапазоні 10–20 %.

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості зразків розроблених ДПК

Композит	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$a$ , кДж/м <sup>2</sup>	$\sigma$ , МПа	$H_c$	Міцність при ударі
1	1,28	13,4	35,8	35,8	h=35 розлом h=30 вм'ятина
2	1,31	12,8	36,4	39,6	h=35 вм'ятина h=30 розлом
3	1,26	13,1	31,7	39,2	h=35 роздавлений h=30 вм'ятина
4	1,38	13,8	37,8	48,8	h=35 вм'ятина h=30 розлом
5	1,36	14,9	40,4	49,2	h=35 вм'ятина h=20 розлом
6	1,41	15,6	42,3	48,6	h=35 вм'ятина h=30 розлом
7	1,39	16,5	38,2	44,2	h=35 вм'ятина h=30 розлом
8	1,38	18,2	40,1	45,1	h=35 вм'ятина h=30 розлом
9	1,33	18,4	39,7	39,7	h=35 роздавлений h=30 вм'ятина
10	1,41	18,6	41,5	49,8	h=35 вм'ятина h=30 розлом
Торгівельний зразок ДПК	1,148	2,74	18,2	48,57	h=10 вм'ятина h=15 розлом
Раніше запропонований(оптимізований)	1,143	12,6	15,5	34,8	h=35 роздавлений h=30 вм'ятина

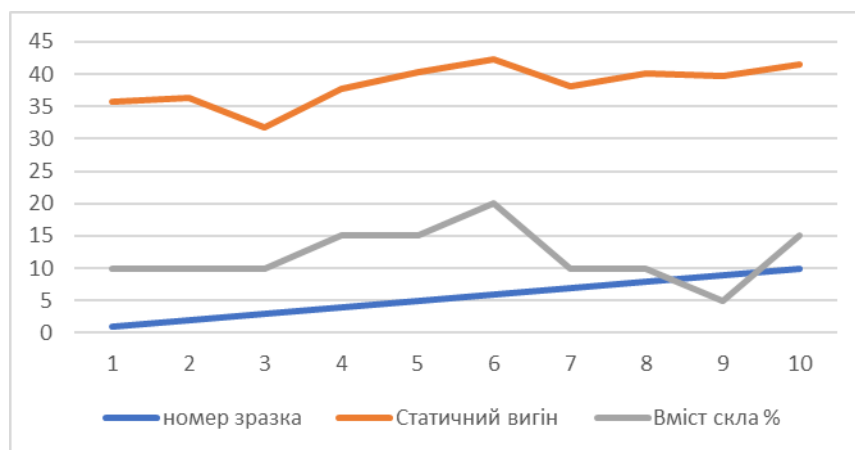


Рисунок 2 – Залежність статичного вигину від вмісту скла

При збільшенні вмісту частинок скла у композиті відзначається підвищення показника ударної в'язкості матеріалу та підвищення показника плинності розплаву [16]. Особливо значне підвищення фізико-механічних властивостей при розмірі частинок подрібненого скла 40–70 мкм. Але треба зазначити, що вміст скла до 5 % дає середні значення властивостей, а при вмісту від 30 % і більше приводить до різкого падіння.

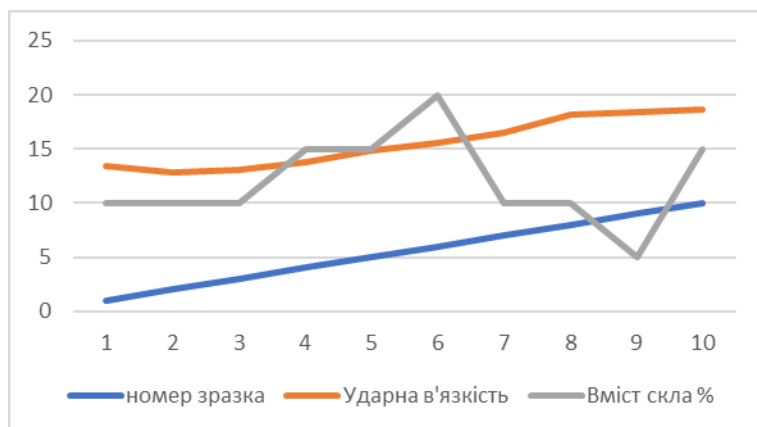


Рисунок 3 – Залежність ударної в'язкості від вмісту скла

Як видно з рис. 3, показник ударної в'язкості приблизно стабільний для всіх зразків в межах його вмісту 10–20 %. Підвищення показника у зразках №8–10 пов'язано скоріш зі збільшеною вагою полімерної матриці, яка в цих зразках становить 30 %.

Результати експлуатаційних випробувань досліджуваних зразків ДПК наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Експлуатаційні властивості розроблених ДПК

Композит	Водопоглинання, W, %	Зносостійкість, м	Зносостійкість, V	Зміна розмірів в інтервалі +30 <sup>0</sup> C ;+80 <sup>0</sup> C	Зміна розмірів -15 <sup>0</sup> C, %
1	+1,11	0,015	0,287	не виявлено	не виявлено
2	+1,12	0,013	0,279	не виявлено	не виявлено
3	+1,12	0,011	0,285	не виявлено	не виявлено
4	+0,98	0,017	0,272	не виявлено	не виявлено
5	+0,96	0,014	0,258	не виявлено	не виявлено
6	+0,9	0,013	0,283	не виявлено	не виявлено
7	+0,96	0,016	0,270	не виявлено	не виявлено
8	+1,02	0,014	0,252	не виявлено	не виявлено
9	+1,18	0,016	0,258	не виявлено	не виявлено
10	+0,93	0,052	0,275	не виявлено	не виявлено
Торгівельний зразок ДПК	+10,8	0,309	0,296	довжина+1,98 товщина+6,78	довжина-0,97 товщина-2,77 ширина -1,22
Раніше запропонований (оптимізований)	+1,13	0,101	0,27	не виявлено	не виявлено

З результатів аналізу даних табл. 3 видно, що при підвищенні вмісту відходів скла зменшується водопоглинення зразків. Найбільш високі значення експлуатаційних характеристик досліджених зразків ДПК спостерігаються для композитів №5–10. З результатів порівняльного аналізу фізико-механічних та експлуатаційних властивостей відомих промислових зразків с запропонованим складом ДПК виявлено, що запропонований композит за показниками на багато доцільніший та має кращі показники ніж промислові зразки. Варто зазначити, що промислові зразки виготовлені з первинної сировини, а запропонований композит з вторинної.

Таблиця 4 – Порівняльна характеристика основних показників запропонованого композиту та промислових зразків

Композит	Водопоглинення, W, %	Зносостійкість, м	$\alpha$ , кДж/м <sup>2</sup>	$\sigma$ , МПа	Зміна розмірів в інтервалі +30°C; +80 °C	$H_{\delta}$	Міцність при ударі
№4	+0,98	0,008	13,8	37,8	не виявлено	48,8	h=35 в м'ятина h=30 розлом
№5	+0,96	0,014	14,9	40,4	не виявлено	49,2	h=35 в м'ятина h=30 розлом
№6	+0,9	0.016	15,6	42,3	не виявлено	48,6	h=35 в м'ятина h=30 розлом
№7	+0,96	0.052	16,5	38,2	не виявлено	44,2	h=35 в м'ятина h=30 розлом
Торгівельний зразок ДПК	+10,8	0,309	2,74	18,2	довжина +1,98 товщина +6,78	48,57	h=10 в м'ятина h=15 розлом
Раніше запропонований (оптимізований)	+1,13	0,101	12,6	15,5	не виявлено		h=35 в м'ятина h=30 розлом

Аналіз результатів комплексу експериментальних досліджень показав, що досліджувані показники якості зразків ДПК, до складу яких запропоновано ввести подрібнене скло, мають поліпшений комплекс як фізико-механічних, так і експлуатаційних характеристик. Це пов'язано з тим, що в результаті взаємодії з модифікованим деревним наповнювачем має місце покращена адгезія з полімерною матрицею. Часточки подрібненого скла виконують роль армуючого агенту.

Таким чином, встановлено, що оптимальний склад для створення ефективного ДПК с підвищеним комплексом фізико-механічних і експлуатаційних характеристик у зразків №8–10, якщо використовувати 30 % полімерної матриці в композит, та у зразків № 5–7, якщо використовувати 25 % полімерної матриці.

**Висновки.** Таким чином, аналіз накопиченого до цього часу наукового та виробничого досвіду свідчить про переваги введення запропонованого подрібненого скла до складу ДПК з метою отримання виробів з підвищеними експлуатаційними властивостями.

В даній статті наведені дослідження та розробки процесів одержання ДПК, модифікованих неорганічним наповнювачем у вигляді подрібнених скляних відходів.

Досліджено вплив вмісту подрібнених скляних відходів на фізико-механічні та експлуатаційні характеристики зразків ДПК. Визначено оптимальний склад ДПК с підвищеними фізико-механічними, так і експлуатаційними характеристиками.

## Література

1. Nicolae M., Camelia M. A meta-synthesis of review studies on wood–polymer composites: Mapping the current research landscape. *Polymers*. 2026. Vol. 18, No. 1. P. 63.
2. Ramli R. A. A comprehensive review on utilization of waste materials in wood plastic composite. *Materials Today Sustainability*. 2024. Vol. 27. 100889.
3. Kaseem M., Hamad K., Deri F., Ko Y. G. Material properties of polyethylene/wood composites: A review of recent works. *Polymer Science Series A*. 2015. Vol. 57, No. 6. P. 689–703.
4. Kopylov S., Cherkashina A., Bliznyuk O., Gorbunov K., Petrov S., Filenko O., Makhonin M., Tsereniuk O. Secondary thermoplastic modified wood-polymer composite with increased technological, mechanical and dielectric properties. *Journal of Research Updates in Polymer Science*. 2024. Vol. 13. P. 112–121.
5. Kopylov S. O., Cherkashina H. M., Lavrova I. O., Chernogor T. T. Wood-polymer composite from secondary thermoplastics with enhanced properties. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2025. No. 2. P. 4–10.
6. Khan A., Mishra A., Thakur V. K., Pappu A. Towards sustainable wood–plastic composites: Polymer types, properties, processing and future prospects. *RSC Sustainability*. 2025. Vol. 3, No. 7. P. 2833–2862.
7. Teacă C. A., Shahzad A., Duceac I. A., Tanasă F. The re-/up-cycling of wood waste in wood–polymer composites for common applications. *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 16. P. 3467.
8. Kuzman M. K., Ayrilmis N., Sernek M., Kariz M. Effect of selected printing settings on viscoelastic behaviour of 3D printed polymers with and without wood. *Materials Research Express*. 2019. Vol. 6, No. 10. 105362.
9. Rajak D. K., Wagh P. H., Linul E. Manufacturing technologies of carbon/glass fiber-reinforced polymer composites and their properties: A review. *Polymers*. 2021. Vol. 13, No. 21. P. 3721.
10. Gallagher L. W., McDonald A. G. The effect of micron sized wood fibers in wood plastic composites. *Maderas. Ciencia y Tecnología*. 2013. Vol. 15, No. 3. P. 357–374.
11. Gardner D. J., Han Y., Wang L. Wood–plastic composite technology. *Current Forestry Reports*. 2015. Vol. 1, No. 3. P. 139–150. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0016-6>
12. Близнюк О. В., Черкашина Г. М., Лебедев В. В., Копилов С. О. Технологія одержання виробів із полімерів (лабораторний практикум). Харків. 2023. 258 с.
13. Haggag E., Mokhtar S. M. Wood-plastic composites. *Advanced Composites Materials – Analysis of Natural Fiber Composites*. 2011.
14. Oliveros-Gaviria C., Cumbalaza E., Mina-Hernandez J. H., Valencia-Zapata M. E., Suarez-Bonilla J. N., Martinez-Mera N. Wood plastic composite based on recycled high-density polyethylene and wood waste (sawdust). *Polymers*. 2024. Vol. 16, No. 22. P. 3136.
15. Ayrilmis N., Kuzmin A. M., Masri T., Yagoub M., Sedira L., Pantyukhov P. Effects of reinforcement by both waste glass and barley straw on water resistance, mechanical, and thermal properties of polyethylene composite. *BioResources*. 2025. Vol. 20, No. 3. P. 5967–5987.
16. Jiang Q., Yang F., Nie M., Chen N., Han D., Liu B. Upgrading mixed plastic wastes to prepare wood plastic composites via solid mechanochemical method. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 214. 118498.

17. ASTM D570-98. Standard test method for water absorption of plastics. ASTM International. 2010. 4 p.

## Bibliography (transliterated)

1. Nicolae M., Camelia M. A meta-synthesis of review studies on wood–polymer composites: Mapping the current research landscape. *Polymers*. 2026. Vol. 18, No. 1. P. 63.

2. Ramli R. A. A comprehensive review on utilization of waste materials in wood plastic composite. *Materials Today Sustainability*. 2024. Vol. 27. 100889.

3. Kaseem M., Hamad K., Deri F., Ko Y. G. Material properties of polyethylene/wood composites: A review of recent works. *Polymer Science Series A*. 2015. Vol. 57, No. 6. P. 689–703.

4. Kopylov S., Cherkashina A., Bliznyuk O., Gorbunov K., Petrov S., Filenko O., Makhonin M., Tsereniuk O. Secondary thermoplastic modified wood-polymer composite with increased technological, mechanical and dielectric properties. *Journal of Research Updates in Polymer Science*. 2024. Vol. 13. P. 112–121.

5. Kopylov S. O., Cherkashina H. M., Lavrova I. O., Chernogor T. T. Wood-polymer composite from secondary thermoplastics with enhanced properties. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2025. No. 2. P. 4–10.

6. Khan A., Mishra A., Thakur V. K., Pappu A. Towards sustainable wood–plastic composites: Polymer types, properties, processing and future prospects. *RSC Sustainability*. 2025. Vol. 3, No. 7. P. 2833–2862.

7. Teacă C. A., Shahzad A., Duceac I. A., Tanasă F. The re-/up-cycling of wood waste in wood–polymer composites for common applications. *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 16. P. 3467.

8. Kuzman M. K., Ayrilmis N., Sernek M., Kariz M. Effect of selected printing settings on viscoelastic behaviour of 3D printed polymers with and without wood. *Materials Research Express*. 2019. Vol. 6, No. 10. 105362.

9. Rajak D. K., Wagh P. H., Linul E. Manufacturing technologies of carbon/glass fiber-reinforced polymer composites and their properties: A review. *Polymers*. 2021. Vol. 13, No. 21. P. 3721.

10. Gallagher L. W., McDonald A. G. The effect of micron sized wood fibers in wood plastic composites. *Maderas. Ciencia y Tecnología*. 2013. Vol. 15, No. 3. P. 357–374.

11. Gardner D. J., Han Y., Wang L. Wood–plastic composite technology. *Current Forestry Reports*. 2015. Vol. 1, No. 3. P. 139–150. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0016-6>

12. Blyzniuk O. V., Cherkashyna H. M., Lebediev V. V., Kopylov S. O. Tekhnolohiia oderzhannia vyrobiv iz polimeriv (laboratornyi praktykum). Kharkiv. 2023. 258 p.

13. Hagggar E., Mokhtar S. M. Wood-plastic composites. *Advanced Composites Materials – Analysis of Natural Fiber Composites*. 2011.

14. Oliveros-Gaviria C., Cumbalaza E., Mina-Hernandez J. H., Valencia-Zapata M. E., Suarez-Bonilla J. N., Martinez-Mera N. Wood plastic composite based on recycled high-density polyethylene and wood waste (sawdust). *Polymers*. 2024. Vol. 16, No. 22. P. 3136.

15. Ayrlimis N., Kuzmin A. M., Masri T., Yagoub M., Sedira L., Pantyukhov P. Effects of reinforcement by both waste glass and barley straw on water resistance, mechanical, and thermal properties of polyethylene composite. *BioResources*. 2025. Vol. 20, No. 3. P. 5967–5987.

16. Jiang Q., Yang F., Nie M., Chen N., Han D., Liu B. Upgrading mixed plastic wastes to prepare wood plastic composites via solid mechanochemical method. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 214. 118498.

17. ASTM D570-98. Standard test method for water absorption of plastics. ASTM International. 2010. 4 p.

УДК 678.046.52:364

С. О. Копилов, аспірант, Г. М. Черкашина, канд. техн. наук, доцент, О. В. Близнюк, канд. техн. наук, доцент, В. В. Лебедєв, д-р техн. наук, професор, Д. В. Деріус, аспірант

### **ВИКОРИСТАННЯ НОВОГО НАПОВНЮВАЧА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИТУ НА ОСНОВІ ВТОРИННОГО ТЕРМОПЛАСТУ**

У статті представлено результати дослідження створення деревинно-полімерного композиту на основі вторинних термопластів із використанням нового неорганічного наповнювача у вигляді подрібнених скляних відходів. Доведено, що застосування скла фракцією 40–70 мкм сприяє підвищенню адгезії між деревинним наповнювачем та полімерною матрицею, формуючи армувальну структуру з покращеними показниками міцності, твердості та зносостійкості. Показано, що вторинний поліетилен і термопластичний поліуретан у поєднанні з модифікованими деревинними частинками забезпечують формування стабільної матричної фази зі зниженою чутливістю до водопоглинання. Порівняння фізико-механічних характеристик нових композиційних матеріалів з промисловими зразками демонструє значне підвищення ударної в'язкості, міцності при згині та стійкості до термічної деформації. Встановлено, що оптимальна кількість подрібненого скла у складі композиту становить 10–20 %, оскільки це зменшує водопоглинання майже у десять разів порівняно з відомими аналогами. Дослідження також виявили, що перевищення вмісту скла понад 25–30 % призводить до погіршення структурної цілісності та зниження механічних властивостей. Композиції, що містять 25–30 % полімерної матриці та оптимізовану частку неорганічного наповнювача, продемонстрували найкращий комплекс характеристик: ударну міцність до 18,6 кДж/м<sup>2</sup>, міцність при згині до 42,3 МПа та мінімальні розмірні зміни при різких температурних коливаннях. Отримані результати підтверджують, що використання подрібнених скляних відходів у складі деревинно-полімерного композиту є ефективним екологічним рішенням, яке дозволяє утилізувати вторинну сировину, підвищити експлуатаційні властивості композитів і розширити сфери їх застосування в будівництві та зовнішній інфраструктурі.

**Ключові слова:** деревинно-полімерний композит, вторинні термопласти, подрібнене скло, неорганічний наповнювач, фізико механічні властивості, адгезія, експлуатаційні характеристики.

S. O. Kopylov, G. M. Cherkashina, O. V. Blyznyuk, V. V. Lebedev, D. V. Derius

## USE OF A NEW FILLER IN THE PRODUCTION OF A WOOD-POLYMER COMPOSITE BASED ON SECONDARY THERMOPLASTIC

The article presents the results of a study on the creation of a wood-polymer composite based on secondary thermoplastics using a new inorganic filler in the form of crushed glass waste. It is proven that the use of glass with a fraction of 40–70  $\mu\text{m}$  contributes to increasing the adhesion between the wood filler and the polymer matrix, forming a reinforcing structure with improved indicators of strength, hardness and wear resistance. It is shown that recycled polyethylene and thermoplastic polyurethane in combination with modified wood particles provide the formation of a stable matrix phase with reduced sensitivity to water absorption. Comparison of the physical and mechanical characteristics of new composite materials with industrial samples demonstrates a significant increase in impact strength, bending strength and resistance to thermal deformation. It has been established that the optimal amount of crushed glass in the composition of the composite is 10–20%, since this reduces water absorption by almost ten times compared to known analogues. Studies have also shown that exceeding the glass content by more than 25–30% leads to a deterioration in structural integrity and a decrease in mechanical properties. Compositions containing 25–30% of polymer matrix and an optimized proportion of inorganic filler demonstrated the best set of characteristics: impact strength up to 18.6 kJ/m<sup>2</sup>, bending strength up to 42.3 MPa and minimal dimensional changes during sharp temperature fluctuations. The results obtained confirm that the use of crushed glass waste in the composition of wood-polymer composite is an effective environmental solution that allows for the utilization of secondary raw materials, increase the performance properties of composites and expand their scope of application in construction and external infrastructure.

**Keywords:** wood-polymer composite, secondary thermoplastics, crushed glass, inorganic filler, physical and mechanical properties, adhesion, performance characteristics.

*Отримано редколегією 12.11.2025*

*Копилов Сергій Олександрович (Serhii Kopylov), аспірант Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, <https://orcid.org/0000-0003-1984-4468>;*

*Черкашина Ганна Миколаївна (Anna Cherkashina), канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, <https://orcid.org/0000-0002-5239-6364>;*

*Близнюк Олександр Вікторович (Oleksandr Blyzniuk), канд. техн. наук, доцент, доцент Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, <https://orcid.org/0000-0001-7273-5768>;*

*Лебедев Володимир Володимирович (Volodimir Lebedev), д-р техн. наук, професор, професор Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, <https://orcid.org/0000-0001-6934-2349>;*

*Деріус Денис Владиславович (Denis Derius), аспірант Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, <https://orcid.org/0009-0005-8711-2228>.*