

УДК 674.047

## ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ НОВОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

О. О. ПІНЧЕВСЬКА, доктор технічних наук, професор,  
Ю. П. ЛАКИДА, асистент

*Національний університет біоресурсів та природокористування  
України*

*E-mail: opinchewska@gmail.com, yuriy.lakyda@gmail.com*

**Анотація.** *Наведено методику виготовлення та випробування фізико-механічних властивостей нового композиційного матеріалу, отриманого методом роздавлювання. Проаналізовано результати технологічних та механічних властивостей отриманого деревинно-композиційного матеріалу руйнівним та неруйнівним методом. Визначено структуру деревинно-композиційного матеріалу.*

**Ключові слова:** *деревинно-композиційний матеріал, деревний компонент, роздавлювання тонкомірної деревини, технологічні властивості, механічні властивості.*

**Актуальність.** *Наявність на лісосіках значної кількості відходів у вигляді гілок, які не мають належного використання, спонукало до пошуку шляхів їх раціонального використання. Запропоновано застосувати їх для виготовлення деревинно-композиційного матеріалу. Особливістю нового композиційного матеріалу є використання як деревного компоненту збережених природних волокон деревини, що має підсилювати міцнісні характеристики. Це важливо у разі використання такого матеріалу у конструкційних елементах. Проте постає проблема визначення структури матеріалу, а саме діаметра отриманих волокон, їх розташування у плиті та виду в'язучого. Також необхідно дослідити технологічні та механічні властивості композиційного матеріалу на основі різного в'язучого, різної орієнтації волокон та кількості шарів.*

**Мета дослідження** – *розроблення структури нового композиційного матеріалу з використанням різних розмірів волокон деревної компоненти.*

**Матеріали і методи дослідження.** *Для проведення досліджень фізико-механічних властивостей було використано новий деревинно-композиційний матеріал із роздавлених волокон [1]. З фізичних властивостей досліджували вологість матеріалу, густину, водопоглинання та розбухання в воді по товщині. Визначення фізичних властивостей композиційного матеріалу проводили за ГОСТ 10634-88 [2]. Вимірювання довжини та ширини зразків проводили згідно з ГОСТ 10633-78 [3].*

*Для визначення механічних властивостей композиційного матеріалу було проведено дві серії досліджень. Для першої серії було виготовлено плити з різної структури:*

1) тришарову плиту, зовнішні шари з тонких волокон, внутрішні з товстих;

2) одношарову плиту з товстих волокон (6–10 мм);

3) двошарову плиту з тонких волокон, перпендикулярне розташування;

4) одношарову плиту з тонких волокон (1–5 мм).

Було проведено дослідження з визначення межі міцності та модуля пружності під час згинання, ударної в'язкості та питомого опору вириванню гвіздків. З отриманих результатів було визначено оптимальну конструкцію та в'язуче нового композиційного матеріалу.

Для другої серії досліджень було обрано фенолформальдегідне в'язуче та тришарову плиту з перпендикулярним розташуванням волокон:

1) тришарову плиту з дрібної фракції;

2) тришарову плиту з великої фракції;

3) тришарову плиту, зовнішні шари з дрібної фракції, внутрішні з великої;

4) тришарову плиту, зовнішні шари з великої фракції, внутрішні з дрібної.

В експериментальних зразках було досліджено межу міцності та модуль пружності тришарового матеріалу руйнівним та неруйнівним методами і визначено оптимальну величину волокон.

Руйнівний контроль деревини – це контроль, за допомогою якого руйнується вся заготовка або її частина, а отже інформація буде дійсною для цієї заготовки, виробу, який уже не може бути використаний. У такому випадку з партії виготовленого композиційного матеріалу буде вибрано певну кількість експериментальних зразків, які відобразатимуть усю інформацію про кожну плиту партії. Сучасний стан вимірювальної техніки дає можливість вимірювати механічні властивості не лише механічним, а й акустичним методом, не руйнуючи досліджуваний матеріал, а отже даючи повну інформацію про кожний виріб. Тому для визначення модуля пружності нового композиційного матеріалу було вирішено застосувати ультразвуковий метод [4]. Модуль пружності дослідних зразків композиційного матеріалу спочатку визначали акустичним методом, не руйнуючи зразок.

Визначення межі міцності та модуля пружності під час згинання механічним методом проводили згідно зі стандартом ДСТУ EN 310:2003 [5]. Випробування проводилися на випробувальній розривній машині Р-5 (рис. 1 (а)). Визначення модуля пружності ультразвуковим методом проводили згідно стандартом ГОСТ 16483.31-74 [6] на ультразвуковому дефектоскопі УК-10ПМС (рис. 1 (б)).

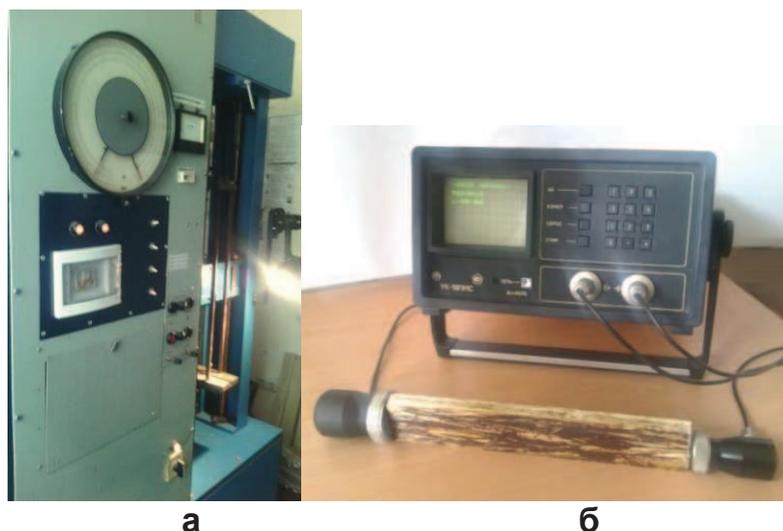


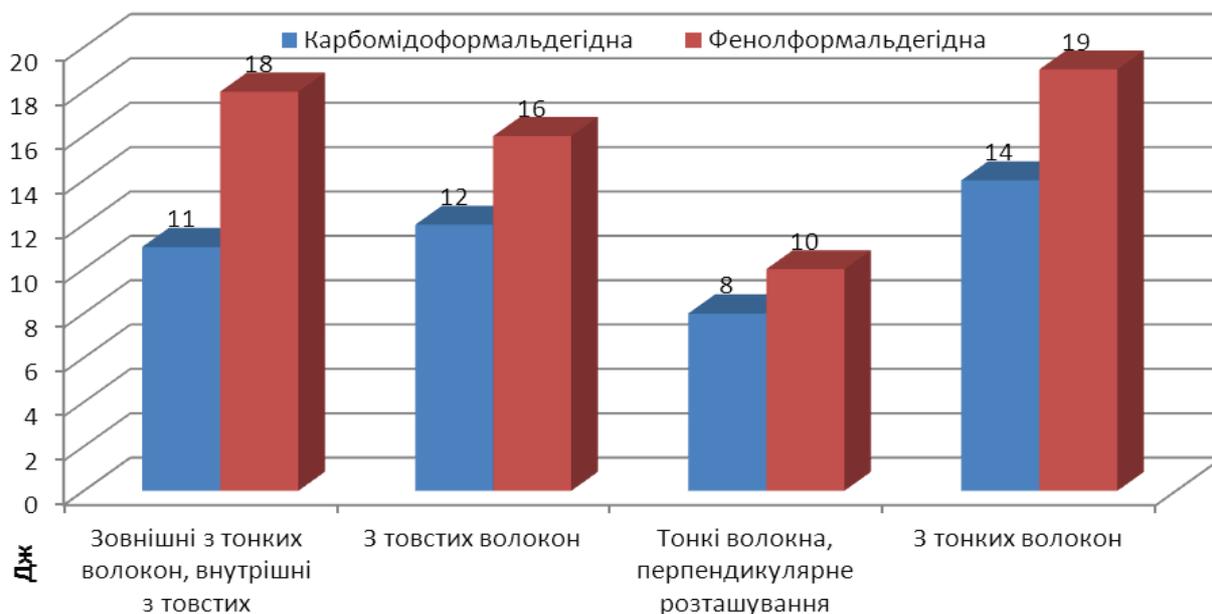
Рис. 1. а – випробувальна розривна машина Р-5, б – ультразвуковий дефектоскоп УК-10ПМС

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати фізичних властивостей нового композиційного матеріалу становили: густина матеріалу – 760–810 кг/м<sup>3</sup>, розбухання матеріалу у воді – 67 %, вологість експериментальних зразків – 8 %.

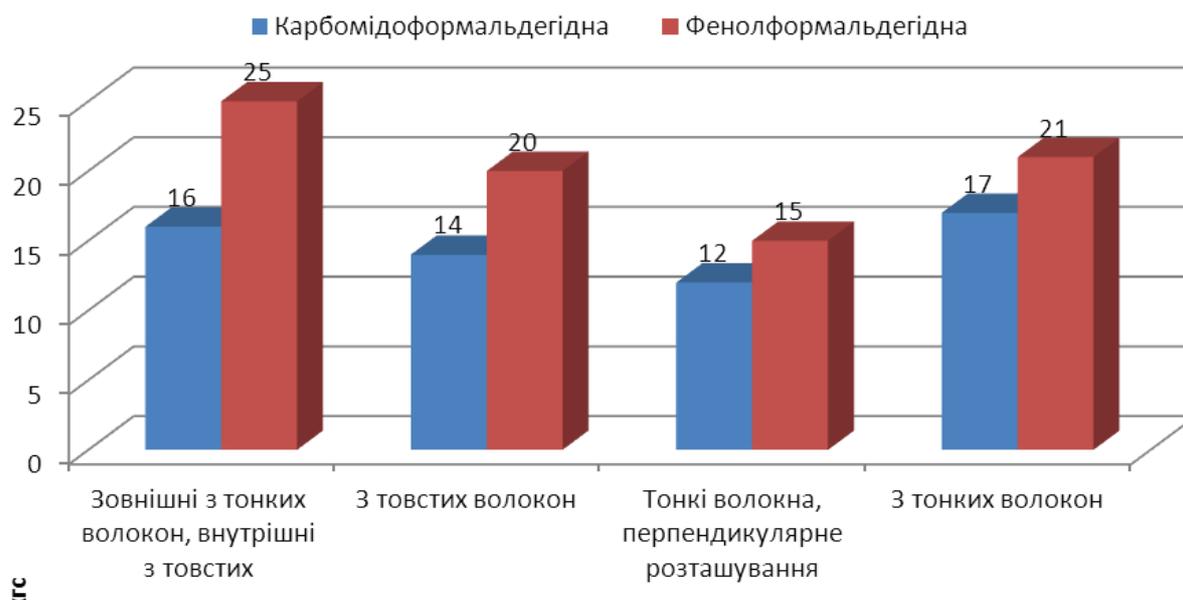
Результати першої серії експериментальних досліджень механічних і технологічних властивостей деревинно-композиційного матеріалу наведено на рис. 2, 3 і 4.



Рис. 2. Середні значення межі міцності під час згинання різних типів плит на карбомідоформальдегідному та фенолформальдегідному в'язучому



**Рис. 3. Середні значення ударної в'язкості різних типів плит на карбомідоформальдегідному та фенолформальдегідному в'язучому**



**Рис. 4. Середні значення питомого опору вириванню гвіздків різних типів плит на карбомідоформальдегідному та фенолформальдегідному в'язучому**

З наведених вище діаграм випробування механічних властивостей бачимо, що показники композиційного матеріалу, виготовленого на фенолформальдегідному в'язучому, в дослідженнях із визначення ударної в'язкості та питомого опору вириванню гвіздків є вищими на 20–30 %, ніж у зразках на карбомідоформальдегідному в'язучому. Результати випробування межі міцності під час згинання показали удвічі вищі результати для зразків, виготовлених із фенолформальдегідного в'язучого.

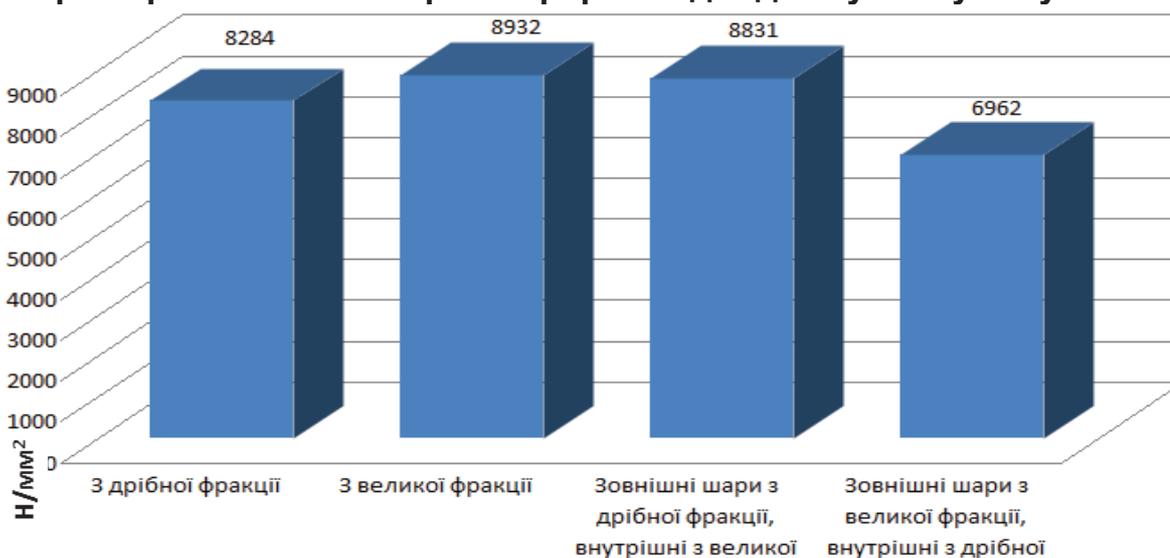
Також бачимо, що зразки двох основних фракцій другої та четвертої групи (одношарові окремо з тонких та товстих волокон) не показали значних відмінностей у механічних властивостях. Високі результати межі міцності композиційного матеріалу зумовлено виготовленням плити з паралельним розташуванням волокон та випробуванням його лише у напрямку головної осі, яка збігається з напрямком розташування волокон плетив. Дослідні зразки одношарових плит втрачали формостійкість та розламувались уздовж волокон, а для двошарової плити характерним було жолоблення після витримки, тобто вони мали непласку форму.

Зважаючи на це, в другій серії дослідів було заплановано виготовити тришарову плиту на фенолформальдегідному в'язучому з перпендикулярним розташуванням волокон різних розмірів.

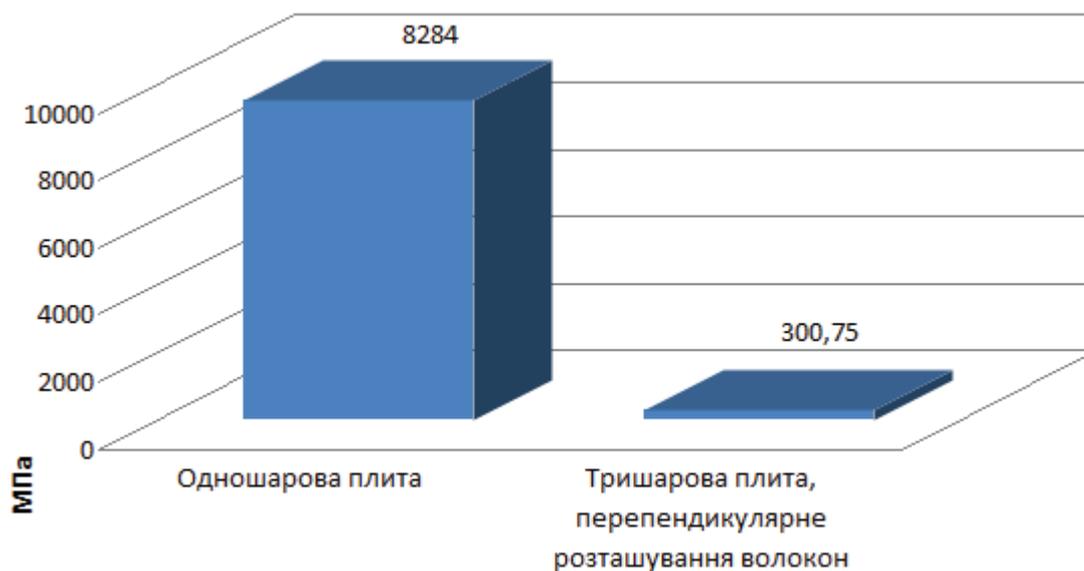
Результати експериментальних досліджень із визначення межі міцності та модуля пружності під час згинання механічним та ультразвуковим методами наведено на рис. 5, 6 і 7.



**Рис. 5. Середні значення межі міцності під час згинання різних типів тришарової плити на фенолформальдегідному в'язучому**



**Рис. 6. Середні значення модуля пружності під час згинання різних типів тришарової плити на фенолформальдегідному в'язучому**



**Рис. 7. Середні значення модуля пружності, визначеного ультразвуковим методом на фенолформальдегідному в'язучому**

За результатами досліджень межі міцності та модуля пружності механічним методом було встановлено, що у перших трьох групах зразків плит межа міцності та модуль пружності приблизно однакові. У четвертій групі зразків показники на 20 % нижчі. Тому для полегшення технологічного процесу виготовлення нового композиційного матеріалу можна рекомендувати застосування волокон однакової товщини.

Метод визначення модуля пружності ультразвуковим методом є доцільним тільки у випадку, якщо матеріал складається з одного шару паралельно направлених волокон. За перпендикулярного розташування волокон швидкість звуку, що проходить через зразок, гальмується в середньому шарі уперек розташованих волокон.

**Висновки і перспективи.** При розробленні структури нового деревинно-композиційного матеріалу було визначено доцільність використання фенолформальдегідної смоли, яка збільшує міцність матеріалу на 20-30 %. Також матеріал має бути тришаровим із перпендикулярним розташуванням більших за розміром волокон, що забезпечить однакові механіко-технологічні властивості матеріалу та зменшить вартість матеріалу і технологічного процесу.

Отриманий новий композиційний матеріал показав високі механічні властивості: його межа міцності при згині становила 29,8–37,6 Н/мм<sup>2</sup>. Для порівняння: плити OSB – 9–17 Н/мм<sup>2</sup> (загального призначення) та 26–30 Н/мм<sup>2</sup> (підвищеної міцності). Модуль пружності нового композиційного матеріалу при згині становив 6962–10104 Н/мм<sup>2</sup>. Для порівняння: плити т OSB – 2500 Н/мм<sup>2</sup> (загального призначення) та 4800 Н/мм<sup>2</sup> (підвищеної міцності). Розглянуто особливості структури матеріалів, пресованих із деревинно-клейової композиції, визначено залежність їхніх механічних властивостей від розташування і розмірів деревинного компоненту.

### Список використаних джерел

1. Pinchevska O. O. On importance of characteristics of wood component of composition materials / O.O. Pinchevska, Y.P. Lakyda. – Technical university in Zvolen. XXI Symposium «Adhesives in woodworking industry». – Zvolen, 2013. – P. 178–181.
2. ГОСТ 10634-88. Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств. – Введ 1990-01-01– М. : Издательство стандартов, 2002. – 8 с. (Межгосударственный стандарт)
3. ГОСТ 10633-78. Плиты древесностружечные. Общие правила подготовки и проведения физико-механических испытаний. – Введ 1980-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1978. – 6 с. (Межгосударственный стандарт).
4. Kawamoto S. Acoustic emission and acousto-ultrasonic techniques for wood and wood-based composites – A review. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-134 / Sumire Kawamoto, Sam R. Williams. – Madison, WI : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2002. –16 p.
5. ГОСТ 16483.31-74. Древесина. Резонансный метод определения модулей упругости и сдвига и декремента колебаний. – Введ 1975-01-07. – М. : Издательство стандартов, 1981. – 8 с. (Межгосударственный стандарт).
6. ДСТУ EN 310:2003.Плити деревні. Визначення модуля пружності та границі міцності під час згинання. – Заявл. 2004-10-01. – Національний стандарт України, 2004. – 5 с.

### References

1. Pinchevska, O. O. (2013). On importance of characteristics of wood component of composition materials. Technical university in Zvolen. XXI Symposium “Adhesives in woodworking industry”. Zvolen, 178–181.
2. GOST. Wood particle boards. Methods for determination of physical properties. № 10634-88, published 01.01.1990, 8 p. (Interstate standard).
3. GOST. Wood particle boards. General requirements in testing physical and mechanical properties. № 10633-78, published 01.01.1980, 6 p. (Interstate standard).
4. Kawamoto, S., Williams, S. R. (2002). Acoustic emission and acousto-ultrasonic techniques for wood and wood-based composites. A review. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-134. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 16.
5. GOST. Wood. Resonance method for determination of modulus of elasticity and shear and decrement vibrations. № 16483.31-74. published 07.01.1975, 8 p. (Interstate standard).
6. DSTU EN.Wood-based panels. Determination of modulus and elasticity in bending and of bending strength. № 310:2003, published 01.10.2004, 2004, 5 p. (National standard of Ukraine).

## ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Е. А. Пинчевская, Ю. П. Лакида

**Аннотация.** Приведены методика изготовления и испытания физико-механических свойств нового композиционного материала полученного методом раздавливания. Проанализированы результаты технологических и механических свойств полученного древесно-композиционного материала разрушительным и неразрушающим методом. Определена структура древесно-композиционного материала.

**Ключевые слова:** древесно-композиционный материал, древесный компонент, раздавливание тонкомерной древесины, технологические свойства, механические свойства

## FOUNDATION OF RATIONALE STRUCTURE OF THE NEW COMPOSITE MATERIAL

O. O. Pinchevska, Y. P. Lakyda

**Abstract.** The methodology for production and testing of physical and mechanical properties of a new composite material, obtained by application of crushing method is presented in this article. The results of technological and mechanical properties of the obtained wood composition material by destructive and non-destructive methods are analyzed. A structure of the wood composition material is ascertained.

**Keywords:** wood-composite material, wood components, wood crushing tonkomirnoyi technological properties, mechanical properties.

УДК 674.093.26

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА КІНЕТИКУ ПРОГРІВАННЯ ПАКЕТА ШПОНУ

В. В. ФОРΟΣ, аспірант \*

Національний університет біоресурсів і природокористування  
України

E-mail: vitjok.foros@gmail.com

П. А. БЕХТА, доктор технічних наук, професор

Національний лісотехнічний університет України

E-mail: bekhta@ukr.net

**Анотація.** Досліджено вплив параметрів інфрачервоного випромінювання (температури інфрачервоних випромінювачів, тривалості інфрачервоного прогрівання) на кінетику прогрівання пакета шпону. Встановлено вплив інфрачервоного випромінювання на

---

\* Науковий керівник – доктор технічних наук, професор П. А. Бехта.