

УДК 539.3

О. С. Чапюк*

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0283-1863>

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, Луцьк, Україна, 43018

О. О. Гомон

старший лаборант

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, Луцьк, Україна, 43018

О. В. Петренко

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8870-8534>

Кафедра будівельного виробництва

Національний університет «Львівська Політехніка», вул. Степана Бандери, 12, Львів, Україна, 79013

*автор-кореспондент, e-mail: ochapiuk1983@gmail.com

Особливості роботи модифікованої епоксидною смолою деревини хвойних порід

Цитувати як:

Чапюк, О.С., Гомон, О.О., Петренко, О.В. (2025). Особливості роботи модифікованої епоксидною смолою деревини хвойних порід. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 23, 395-402. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-34](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-34)

© 2025, О. С. Чапюк, О. О. Гомон, О. В. Петренко.

Анотація. У статті розглянуто удосконалення способів модифікації деревини епоксидною смолою, наведено результати проведення експериментальних досліджень модифікованих епоксидною смолою деревини сосни, модрина та ялини на стиск вздовж волокон, встановлено оцінку впливу даної полімерної композиції на міцність деревини та проаналізовано особливості характеру їх роботи. Фізико-механічні властивості необробленої деревини є мінливими і залежать від багатьох зовнішніх факторів. Для стабілізації даних показників застосовується модифікація деревини різними способами. Деревина, піддана модифікації, стає більш стійкою до агресивних чинників і міцнішою. Способи її обробки включають використання модифікаторів різного хімічного складу. Розглянуто переваги епоксидної смоли. Метою наших досліджень є удосконалення способів модифікації деревини епоксидною смолою, проведення експериментальних досліджень модифікованих епоксидною смолою деревини сосни, модрина та ялини на стиск вздовж волокон, оцінка впливу даної полімерної композиції на міцність деревини та особливості характеру їх роботи. Удосконалено способи модифікації деревини епоксидними смолами. Наведено методiku експериментальних натурних випробувань досліджуваних порід деревини. Встановлено особливості та характер роботи

модифікованої та немодифікованої деревини хвойних порід: сосни, модрина, ялини. Отримано нові експериментальні дані, що стосується модифікованих епоксидною смолою зразків деревини на стиск вздовж волокон щодо її міцнісних характеристик. Після проведення натурних експериментів було визначено міцність модифікованої та немодифікованої досліджуваних хвойних порід деревини. Встановлено, що міцність деревини після модифікації автоклавним способом збільшилась для призм деревини сосни в 1,29 рази, модрина – в 1,21 рази, ялини в 1,36 рази.

Ключові слова: модифікована деревина, процес модифікації, міцність, епоксидна смола, стиск.

Вступ

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми. Деревина залишається одним із найбільш затребуваних матеріалів, без якого важко уявити багато галузей української та світової економік [1,2]. Фізико-механічні властивості необробленої деревини є мінливими і залежать від багатьох зовнішніх факторів. Для стабілізації даних показників застосовується модифікація деревини різними способами [3-5]. З іншої сторони певні способи модифікації можуть підвищити її міцнісні властивості, що дає можливість значно розширити область її застосування. Деревина, піддана модифікації, стає більш стійкою до агресивних чинників [3,4] і міцнішою. Способи її обробки включають використання модифікаторів різного хімічного складу. Цікавою полімерною композицією є епоксидна смола [6,7], характеристики якої вивчені досить широко. Але практично невідомо вплив епоксидної смоли на фізико-властивості деревини.

Мета і завдання дослідження. Метою наших досліджень є удосконалення способів модифікації деревини епоксидною смолою, проведення експериментальних досліджень модифікованих епоксидною смолою деревини сосни, модрина та ялини на стиск вздовж волокон, оцінка впливу даної полімерної композиції на міцність деревини та особливості характеру їх роботи.

Матеріали та методи

На деревообробному підприємстві було виготовлено зразки у формі призм розміром $30 \times 30 \times 120$ мм з вологістю 12% без видимих дефектів [8-10] (Рис.1).

У цьому дослідженні для модифікації деревини застосовували двокомпонентну епоксидну смолу [1]. Обробці піддавали зразки деревини хвойних порід, зокрема сосни, модрина та ялини.

Процедуру просочення епоксидною смолою здійснювали в автоклаві за тиску 2 атм упродовж однієї години. Після вилучення з автоклава зразки поміщали в сушильну камеру, де вони перебували протягом 2 годин при температурі 50°C для забезпечення повного затвердіння смоли (Рис. 2).

Випробування модифікованих та немодифікованих зразків на стиск уздовж волокон проводили одноразовим короточасним навантаженням за допомогою сервогідравлічного преса STM-100 [11,12].

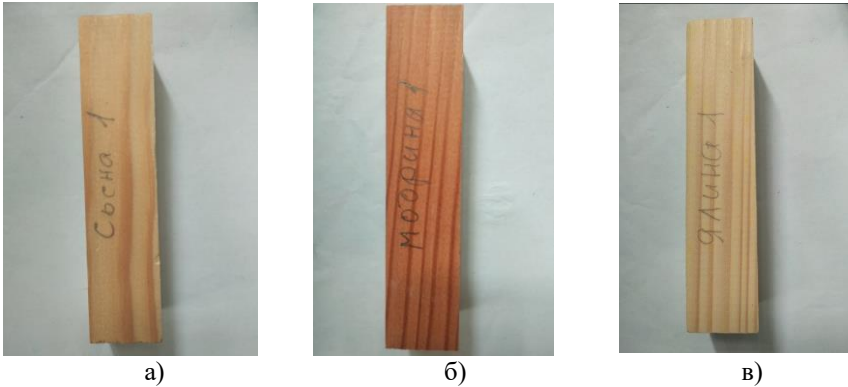


Рис.1. Зразки необробленої деревини вологістю 12%:
а) сосни; б) модрини; в) ялини

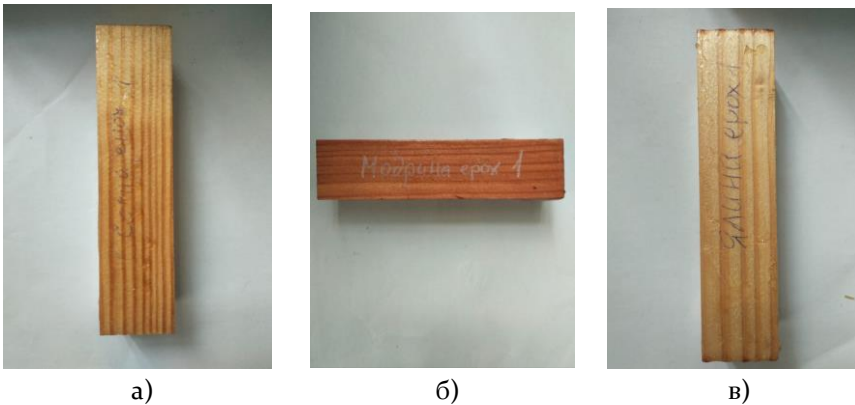


Рис. 2. Модифіковані епоксидною смолою зразки деревини:
а) сосни; б) модрини; в) ялини

Результати та обговорення

За результатами натурних випробувань було встановлено особливості та характер роботи модифікованої та немодифікованої деревини хвойних порід: сосни, модрини, ялини.

Зокрема, на рис.3 наведено зразки необробленої деревини вологістю 12% після випробувань. З рис.3 видно, що необроблені випробувані призми руйнуються по-різному.

На рис.4 зображено модифіковані епоксидною смолою зразки деревини після випробувань.



а)



б)



в)

Рис.3. Зразки необробленої деревини вологістю 12% після випробувань: а) сосни; б) модрина; в) ялини



а)



б)



в)

Рис.4. Модифіковані епоксидною смолою зразки деревини після випробувань: а) сосни; б) модрина; в) ялини

Аналізуючи рис.4 приходимо до висновку, що модифіковані зразки деревини сосни та модрина характер руйнування є досить схожим, а деревини ялини має дещо інший характер.

Після проведення натурних експериментів було визначено міцність модифікованої та немодифікованої досліджуваних хвойних порід деревини. Отже, міцність необроблених зразків була наступною: деревини сосни – 45,7 МПа, модрина – 59,6 МПа, ялини – 40,2 МПа. Модифікованих епоксидною смолою: сосни – 59,1 МПа, модрина – 72,0 МПа, ялини – 54,8 МПа. Отже, міцність деревини після модифікації автоклавним способом збільшилась для призм деревини сосни в 1,29 рази, модрина – в 1,21 рази, ялини в 1,36 рази.

Висновки

1. Удосконалено способи модифікації деревини хвойних порід епоксидними смолами.
2. Наведено методику експериментальних досліджень.
3. Встановлено особливості та характер роботи модифікованої та немодифікованої деревини хвойних порід: сосни, модрина, ялини.
4. Отримано нові експериментальні дані, що стосується модифікованих епоксидною смолою зразків деревини на стиск вздовж волокон щодо її міцнісних характеристик.
5. Встановлено, що міцність деревини після модифікації автоклавним способом збільшилась для призм деревини сосни в 1,29 рази, модрина – в 1,21 рази, ялини в 1,36 рази.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. Homon O.O., Chapyuk O.S., Savchuk S.M. (2024). Vykorystannya kleyenoyi derevyny u promyslovosti. Suchasni tekhnolohiyi ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi, 22, 15–22. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12\(22\)-03](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12(22)-03).
2. Homon O.O., Chapyuk O.S., Savchuk S.M. Osoblyvosti zastosuvannya kleyenoyi derevyny. Inovatsiyni protsesy v haluzi dorozhn'oho budivnytstva: zbirnyk tez

dopovidey II mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi molodykh uchenykh ta studentiv, 6 lystopada 2024 roku, m. Luts'k. Luts'k: LNTU, 2024. S. 26-27.

3. Hill, C. (2011). Wood modification: An update. *BioResources*, 6 (2), Pp. 918–919. DOI:[10.15376/biores.6.2.918-919](https://doi.org/10.15376/biores.6.2.918-919).

4. Sandberg D., Kutnar A., Mantanis G. (2017). Wood modification technologies - a review. *iForest - Biogeosciences and Forestry*. 10(6), 895-908. DOI:[10.3832/ifer2380-010](https://doi.org/10.3832/ifer2380-010).

5. Peretyatko B., Havrylko O., Bilins'kyi B. (2019). Analiz tekhnolohichnykh skhem prosochennya derevyny u avtoklavnykh pechakh. Visnyk Natsional'noho universytetu "L'vivs'ka politehnika". Seriya: Teoriya i praktyka budivnytstva, 912, 139–145.

6. Kashytskyi V. P., Sadova O. L., Melnychuk M. D., Golodyuk G. I., Klymovets O. B. (2023). Structuring of modified epoxy composite materials by infrared spectroscopy. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 10(1), pp. 9-16. DOI: [10.21272/jes.2023.10\(1\).c2](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(1).c2).

7. Buketov, A., Stukhlyak, P., Maruschak, P., Panin, S., Menou, A. (2016). Physical and chemical aspects of the formation of epoxy composite material with microfilling agent. *Physical Key Engineering Material*. 712, 143-148. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.712.143>.

8. DSTU 4922:2008. Lisomaterialy ta pyloproduktsiya. Metody vyznachennya volohosti. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2009. 11 s.

9. DSTU EN 336–2003. Pylomaterialy konstruktsiyni iz khvoynykh porid ta topoli. Rozmiry. Dopustymy vidkhyleniya. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2004. 8 s.

10. DSTU EN 518–2003. Lisomaterialy konstruktsiyni. Sortuvannya. Vymohy do standartiv na vizual'ne sortuvannya za mitsnistyu. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2004. 9 s.

11. DSTU EN 380-2008. Lisomaterialy konstruktsiyni. Zahal'ni nastanovy shchodo metodiv vyprobuvannya na statychne navantazhennya. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2010. 8s.

12. DSTU 3129:2015. Derevyna. Metody vidboru zrazkiv i zahal'ni vymohy do fizyko-mekhanichnykh vyprobuvan' nevelykykh bezdefektnykh zrazkiv. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2016. 9 s.

Література

1. Гомон О.О., Чапук О.С., Савчук С.М. (2024). Використання клеєної деревини у промисловості. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 22, 15–22. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12\(22\)-03](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-12(22)-03).

2. Гомон О.О., Чапук О.С., Савчук С.М. Особливості застосування клеєної деревини. Іноваційні процеси в галузі дорожнього будівництва: збірник тез доповідей II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених та студентів, 6 листопада 2024 року, м. Луцьк. Луцьк: ЛНТУ, 2024. С. 26-27.

3. Hill, C. (2011). Wood modification: An update. *BioResources*, 6 (2), Pp. 918–919. DOI:[10.15376/biores.6.2.918-919](https://doi.org/10.15376/biores.6.2.918-919).
4. Sandberg D., Kutnar A., Mantanis G. (2017). Wood modification technologies - a review. *iForest - Biogeosciences and Forestry*. 10(6), 895-908. DOI:[10.3832/ifer2380-010](https://doi.org/10.3832/ifer2380-010).
5. Перетятко Б., Гаврилко О., Білінський Б. (2019). Аналіз технологічних схем просочення деревини у автоклавних печах. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Теорія і практика будівництва*, 912, 139–145.
6. Kashytskyi V. P., Sadova O. L., Melnychuk M. D., Golodyuk G. I., Klymovets O. B. (2023). Structuring of modified epoxy composite materials by infrared spectroscopy. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 10(1), pp. 9-16. DOI: [10.21272/jes.2023.10\(1\).c2](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(1).c2).
7. Buketov, A., Stukhlyak, P., Maruschak, P., Panin, S., Menou, A. (2016). Physical and chemical aspects of the formation of epoxy composite material with microfilling agent. *Physical Key Engineering Material*. 712, 143-148. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.712.143>.
8. ДСТУ 4922:2008. Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості. Київ: Мінрегіон України, 2009. 11 с.
9. ДСТУ EN 336–2003. Піломатеріали конструкційні із хвойних порід та тополі. Розміри. Допустимі відхилення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2004. 8 с.
10. ДСТУ EN 518–2003. Лісоматеріали конструкційні. Сортування. Вимоги до стандартів на візуальне сортування за міцністю. Київ: Мінрегіонбуд України, 2004. 9 с.
11. ДСТУ EN 380-2008. Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 8с.
12. ДСТУ 3129:2015. Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків. Київ: Мінрегіон України, 2016. 9 с.

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 28.05.2025	Received 28.05.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 28.05.2025	Received in revised form 28.05.2025
Прийнято 04.06.2025	Accepted 04.06.2025
Опубліковано 25.06.2025	Published 25.06.2025

O. S. Chapiuk*

PhD in Technical Sciences, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0283-1863>
Department of Building and Civil Engineering
Lutsk National Technical University, Lvivska 75, 43018 Lutsk, Ukraine

O. O. Homon

Senior laboratory assistant
Department of Building and Civil Engineering
Lutsk National Technical University, Lvivska 75, 43018 Lutsk, Ukraine

O. V. Petrenko

PhD in Technical Sciences, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8870-8534>
Department of Construction Production Technology
Lviv Polytechnic National University, S. Bandery 12, 79013, Lviv, Ukraine

*corresponding author, e-mail: ochapiuk1983@gmail.com

Features of working with epoxy resin-modified softwood

How to Cite:

Chapiuk, O. S., Homon, O. S., Petrenko, O. V. (2025). Features of working with epoxy resin-modified softwood. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 23, 395-402. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-34](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-34)

Abstract. The article considers the improvement of methods for modifying wood with epoxy resin, presents the results of experimental studies of epoxy resin-modified pine, larch, and spruce wood on compression along the fibers, assesses the impact of this polymer composition on the strength of wood, and analyzes the features of their work. The physical and mechanical properties of untreated wood are variable and depend on many external factors. To stabilize these indicators, wood modification is used in various ways. Modified wood becomes more resistant to aggressive factors and stronger. Methods of its processing include the use of modifiers of various chemical compositions. The advantages of epoxy resin are considered. The purpose of our research is to improve methods for modifying wood with epoxy resin, conduct experimental studies of epoxy resin-modified pine, larch, and spruce wood on compression along the fibers, and assess the impact of this polymer composition on the strength of wood and the features of its work. Methods of wood modification with epoxy resins have been improved. The methodology of experimental field tests of the studied wood species has been presented. The features and nature of the work of modified and unmodified coniferous wood: pine, larch, spruce have been established. New experimental data have been obtained regarding the strength characteristics of epoxy resin-modified wood samples in compression along the fibers. After conducting field experiments, the strength of modified and unmodified coniferous wood under study was determined. Strength of epoxy resin-modified wood samples: pine – 59.1 MPa, larch – 72.0 MPa, spruce – 54.8 MPa. It was established that the strength of wood after modification by the autoclave method increased for pine wood prisms by 1.29 times, larch by 1.21 times, and spruce by 1.36 times.

Keywords: modified wood, modification process, strength, epoxy resin, compression.