

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ КЛЕЙОВОГО ШАРУ В ДЕРЕВНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТАХ З КОМБІНОВАНИХ ДЕРЕВИННИХ ВИДІВ

*Мазурчук С. М., кандидат технічних наук,
Семенов І. К., здобувач¹*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
mazurchuk@nubip.edu.ua*

Використання у сучасному будівництві деревинні конструкції з різних видів деревини полягає у поєднанні їхніх найкращих властивостей – міцності, гнучкості, довговічності та естетики. Комбінування м'яких і твердих порід дозволяє оптимізувати витрати матеріалів, знизити вагу конструкцій та покращити їхню несучу здатність. Такий підхід також сприяє більш раціональному використанню лісових ресурсів і забезпечує високу адаптивність виробів до різних умов експлуатації, включно з вологістю, навантаженням і температурними коливаннями.

Однак, поєднання деревини з різною щільністю, гігроскопічністю, анатомічною будовою та хімічним складом створює низку технологічних викликів при склеюванні. Особливо актуальною є проблема забезпечення довговічної і надійної адгезії між шарами деревини, які мають неоднакові фізико-механічні характеристики. Неправильно підібрана технологія або клейовий склад може призвести до зниження експлуатаційної міцності конструкції, її деформацій або передчасного руйнування. Тому, наукове вивчення факторів, що впливають на якість клейового з'єднання при поєднанні різних видів деревини, є надзвичайно важливим для розробки ефективних та надійних інженерних рішень. Не менш важливим є аналіз сучасних досліджень щодо параметрів, які визначають міцність та довговічність клейових з'єднань деревини різних видів, зокрема твердої і м'якої, а також формулювання рекомендацій щодо підвищення ефективності таких з'єднань у деревинних конструкційних виробках.

Вивчення ключових факторів, що впливають на процеси склеювання деревини є актуальним, про що свідчать попередні напрями досліджень.

¹ Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент С.М. Мазурчук

➤ Вибір видів деревини впливає на якість склеювання.

Були проведені дослідження [1] відповідно до яких було встановлено, що клейова здатність деревини залежить не лише від типу клею, а й від анатомічних та фізико-механічних характеристик самої деревини. Зокрема, деревина акації білої демонструє вищу міцність склеювання у порівнянні з буком, особливо при застосуванні поліуретанового клею. Причиною цього є щільніша структура волокон акації та нижча пористість, що забезпечує краще проникнення клею й формування адгезійних зв'язків. Це вказує на важливість врахування виду деревини при виборі технології склеювання.

➤ Комбінування твердих і м'яких порід у виробі вимагає врахування різниці у властивостях деревини.

Науковці [2] дослідили, що на межі з'єднання м'яких і твердих порід можуть виникати внутрішні напруження, викликані різною орієнтацією волокон, щільністю деревини. При склеюванні, наприклад, сосни (м'яка порода) з акацією або грабом (тверді породи), ці фактори можуть викликати нерівномірне розподілення напружень у клейовому шарі. Наявність неоднорідної деформації призводить до концентрації напружень, що зменшує міцність і довговічність конструкційного елемента. Таким чином, важливо враховувати не тільки види деревини, а й розміщення заготовок різних порід у виробі. У роботі [3] розглянуто приклад виготовлення точених деталей з комбінованих порід деревини. Автори підкреслюють, що неоднорідність деревини в тілі заготовки (різна щільність, коефіцієнти теплового розширення) може викликати викривлення або розшарування під час обробки та експлуатації. Для уникнення цього рекомендується моделювання внутрішніх напружень і розміщення порід симетрично відносно осі заготовки.

➤ Підбір клейової композиції, обробка поверхонь перед склеюванням та використання термомодифікованої деревини.

Науковці [4] встановили, що використання гідрофільного праймера перед нанесенням поліуретанового клею значно покращує адгезію деревини ясена. Це досягається за рахунок поліпшення поверхні деревини та кращого хімічного зчеплення між поліуретановими компонентами та полярними групами деревини. Згідно з результатами досліджень [5], термічна модифікація деревини змінює її внутрішню структуру, знижуючи вологопоглинання та покращуючи біостійкість. Однак, це може знижувати полярність поверхні, що, своєю чергою, зменшує адгезію для водорозчинних клеїв. Тобто, при склеюванні термомодифікованого граба з сосною

необхідно адаптувати клейовий склад або попередньо активувати поверхню механічно чи хімічно.

➤ Циклічне старіння знижує міцність з'єднань деревини різних видів.

Науковці [6] провели дослідження, яке показало, що під впливом циклів вологості та температури (що імітують старіння) поліуретанові з'єднання поступово втрачають свою структурну цілісність. Це особливо критично при склеюванні деревини з різною реакцією на вологу, як-от сосна і граб. Тому довговічність з'єднання залежить не лише від первинної міцності, а й від здатності клею зберігати свої властивості в умовах експлуатації.

На основі аналізу сучасних досліджень можна зробити висновок, що надійність клейового з'єднання між різними видами деревини залежить від комплексу чинників. Серед них ключову роль відіграють: анатомічна структура деревини, орієнтація волокон, вологість, вид клею, підготовка поверхні, термічна чи хімічна модифікація та умови експлуатації. При поєднанні твердих і м'яких порід, таких як акація та сосна або граб та сосна, особливу увагу слід приділяти моделюванню внутрішніх напружень, забезпеченню рівномірного зволоження і адгезії в зоні контакту, а також добору клею з високою еластичністю і стійкістю до впливу навколишнього середовища. Таким чином, комплексний підхід до вибору матеріалів і технології дозволяє створювати надійні клеєні конструкції, що відповідають сучасним вимогам міцності та довговічності.

Список використаних джерел

1. Kamperidou, V. & Barboutis, I. (2017). Bondability of Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and Beech wood (*Fagus sylvatica*) with polyvinyl acetate and polyurethane adhesives. *Maderas-Ciencia y Tecnología*, (19), 87-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2017005000008>.
2. Li, X., Ashraf, M., Kafle, B. & Subhani, M. (2023). Effect of fibre orientation on the bond properties of softwood and hardwood interfaces. *Buildings*, 13(4), 1011. <https://doi.org/10.3390/buildings13041011>.
3. Шатківський, М. М. & Масєвський, В. О. (2015) Дослідження процесу виготовлення точених деталей з заготовок, склеєних з деревини різних порід. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(2), 130-136.
4. Clerc, G., Lehmann, M., Gabriel, J., Salzgeber, D., Pichelin, F., Strahm, T. & Niemz, P. (2018). Improvement of ash (*Fraxinus excelsior* L.) bonding quality with one-component polyurethane adhesive and hydrophilic primer for load-bearing application. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, (85), 303-307. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2018.06.017>.
5. Дацків, Г.М. & Кшивецький, Б.Я. (2020). Встановлення міцності клейових з'єднань термічно модифікованої та звичайної деревини із використанням різних методик. *Науковий вісник НЛТУ України*, 32(5), 63-68. <https://doi.org/10.36930/40320509>.
6. Qin, L., Yang, Y., Zhang, Y., Yang, Z. & Hu, L. (2024). Multi-scale investigation on mechanical properties of wood joints bonded with a polyurethane adhesive in successive cycles of accelerated aging treatments. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, (132), 103720. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2024.103720>.



Міжнародна науково-практична конференція з нагоди 185-річчя ННІ лісового і садово-паркового господарства НУБіП України

ЛІСІВНИЧА ОСВІТА ТА НАУКА В УМОВАХ НАЦІОНАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ



КИЇВ • 5-6 червня
2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І
САДОВОПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

ТОВАРИСТВО ЛІСІВНИКІВ УКРАЇНИ



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**УЧАСНИКІВ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ЛІСІВНИЧА ОСВІТА ТА НАУКА В
УМОВАХ НАЦІОНАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ
ТА ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ
УКРАЇНИ»
(5 – 6 червня 2025 року)**

КИЇВ – 2025

Міжнародна науково-практична конференція «ЛІСІВНИЧА ОСВІТА ТА НАУКА В УМОВАХ НАЦІОНАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНИ».

Рекомендовано до друку науковою радою НДІ лісівництва та декоративного садівництва Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 9 від 19 травня 2025 р.)

Відповідальні за випуск:

директор НДІ лісівництва та декоративного садівництва,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент О.П. Бала

кандидат технічних наук, доцент О.Ю. Горбачова

© Національний університет біоресурсів і природокористування України,
ННІ лісового і садово-паркового господарства,
НДІ лісівництва та декоративного садівництва, 2025