

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-
ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ

лісового і садово-паркового

господарства

(назва ННІ)

Роман ВАСИЛИШИН

(підпис)

(ПІБ)

“ ___ ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

технологій та дизайну

виробів з деревини

(назва кафедри)

Андрій СПІРОЧКІН

(підпис)

(ПІБ)

“ ___ ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Дослідження ефективності застосування натуральних олій для
підвищення захисних властивостей дерев'яних поверхонь»**

Спеціальність 187 Деревообробні та меблеві технології

(код і назва)

Освітня програма Деревообробні та меблеві технології

(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К. Т. Н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Андрій СПІРОЧКІН

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К. Т. Н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Олександра ГОРБАЧОВА

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Володимир БЕДРІЙ

(ПІБ здобувача)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ННІ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри технологій та дизайну
виробів з деревини**

К. Т. Н., доц. _____ Андрій СПІРОЧКІН
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« _____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ

Бедрію Володимиру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 187 Деревообробні та меблеві технології
(код і назва)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Дослідження ефективності застосування натуральних олій для підвищення захисних властивостей дерев'яних поверхонь»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «05» листопада 2024 р. № 1978 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи звіти з наукової роботи кафедри, заміри та фотофіксація зразків, літературні джерела, інтернет-джерела

Перелік питань, які потрібно розробити:

– дослідити фізико-хімічні властивості деревини та основні чинники її руйнування;

– проаналізувати сучасні методи захисту деревини й визначити переваги натуральних олій;

– провести експериментальні дослідження впливу різних видів олій на водопоглинання, міцність і зносостійкість деревини;

– оцінити зміни зовнішнього вигляду поверхонь після обробки;

– визначити економічну та екологічну доцільність застосування натуральних олій у промисловій практиці.

Дата видачі завдання « 19 » листопада 2024 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Олександра ГОРБАЧОВА

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Володимир БЕДРІЙ

(прізвище та ініціали здобувача)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, 29 таблиць, 12 ілюстрацій, 50 використаних джерел. Обсяг магістерської роботи складає 74 сторінки.

Актуальність теми дослідження зумовлена зростаючим інтересом до використання екологічно безпечних, натуральних матеріалів у сфері деревообробки та реставрації. Робота присвячена дослідженню ефективності застосування натуральних олій для підвищення захисних властивостей дерев'яних поверхонь.

Розділ 1 присвячений узагальненню теоретичних положень щодо властивостей деревини, сучасного стану її використання у виробництві декоративних виробів та особливостей технологій захисту від зовнішніх впливів. Він створює фундаментальну базу для подальших експериментальних і аналітичних досліджень.

Розділ 2 містить науково-методичні підходи до організації дослідження, обґрунтовує вибір методів та інструментарію для оцінки захисних властивостей натуральних олій.

Розділ 3 містить практичну частину роботи, де подано опис проведених експериментів, результати вимірювань і їх інтерпретацію, що дозволяє встановити реальний вплив олій на властивості деревини.

Розділ 4 узагальнює результати дослідження, формує практичні поради для виробництва та економічні аргументи на користь застосування натуральних олій у деревообробній галузі.

У магістерській роботі розглянуто фізико-хімічні властивості деревини, основні чинники її руйнування під впливом вологи, ультрафіолетового випромінювання, температурних коливань та біологічних пошкоджень. Проаналізовано сучасні засоби захисту деревини та визначено переваги використання натуральних олій у порівнянні з синтетичними лакофарбовими покриттями.

У роботі розроблено рекомендації щодо вибору оптимальних видів натуральних олій для різних порід деревини та умов експлуатації. Визначено технологічні етапи підготовки поверхні, нанесення та полімеризації покриття. Також проаналізовано економічну доцільність використання натуральних олій у деревообробній та меблевій промисловості.

Результати дослідження мають практичне значення для виробників оздоблювальних матеріалів, майстрів реставрації, дизайнерів інтер'єрів та екологічно орієнтованих підприємств. Застосування натуральних олій дозволяє підвищити довговічність деревини, зберегти її природну структуру та колір, а також мінімізувати шкідливий вплив на довкілля.

Ключові слова: деревина, натуральні олії, лляна олія, тунгова олія, захисні властивості, водостійкість, зносостійкість, екологічність, покриття, обробка деревини.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ

1.1. Характеристика і фізико-хімічні властивості деревини та чинники її руйнування

1.2. Стан виробництва декоративних господарських виробів з деревини в Україні....

1.3. Технології захисту дерев'яних поверхонь від різних впливів

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

ЕФЕКТИВНОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ.....

2.1. Методика проведення дослідження

2.2. Рішення багатокритеріальної задачі методом аналізу ієрархії.....

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ.....

3.1. Умови проведення експерименту.

3.2. Аналіз змін кольору, текстури та блиску поверхні після обробки.....51

3.3. Результати дослідження впливу різних типів олій на водопоглинання та стійкість деревини.....

3.4. Порівняльна оцінка ефективності застосування лляної і тунгової олій...56

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЕКОНОМІЧНЕ

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ

4.1. Оцінка економічної доцільності застосування натуральних олій у виробництві

4.2. Екологічні аспекти використання натуральних олій

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність. Деревина з давніх часів залишається одним із найпоширеніших і найцінніших природних матеріалів, який широко використовується у будівництві, меблевому виробництві, інтер'єрному дизайні та декоративно-художніх виробках. Її популярність зумовлена природною красою, доступністю, міцністю та екологічністю. Однак, незважаючи на численні переваги, деревина є вразливим матеріалом, який схильний до впливу вологи, ультрафіолетового випромінювання, грибків, комах і температурних коливань. Саме тому питання ефективного захисту дерев'яних поверхонь є надзвичайно актуальним.

Натуральні олії, зокрема лляна, тунгова, конопляна, касторова, макова, характеризуються здатністю глибоко проникати у структуру деревини, підвищувати її вологостійкість, міцність і довговічність, не утворюючи при цьому шкідливої для людини плівки. Вони зберігають природну текстуру деревини та дозволяють їй «дихати», що забезпечує стабільність геометричних параметрів виробу навіть при зміні умов експлуатації.

В умовах розвитку концепції сталого виробництва та екоорієнтованих технологій дослідження ефективності застосування натуральних олій має не лише практичне, а й стратегічне значення. Це дозволяє зменшити негативний вплив промисловості на довкілля, сприяє розвитку «зеленої економіки» та впровадженню безпечних технологій у сферу обробки деревини.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи – визначити ефективність використання натуральних олій різного походження для підвищення захисних властивостей дерев'яних поверхонь та розробити рекомендації щодо їх практичного застосування.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати завдання:

– дослідити фізико-хімічні властивості деревини та основні чинники її руйнування;

- проаналізувати сучасні методи захисту деревини й визначити переваги натуральних олій;
- провести експериментальні дослідження впливу різних видів олій на водопоглинання, міцність і зносостійкість деревини;
- оцінити зміни зовнішнього вигляду поверхонь після обробки;
- визначити економічну та екологічну доцільність застосування натуральних олій у промисловій практиці.

Об'єктом дослідження – захист дерев'яних поверхонь натуральними оліями.

Предмет дослідження – вплив властивостей натуральних олій на експлуатаційні характеристики деревини.

У ході виконання даної роботи застосовано загальнонаукові *методи досліджень* експериментальні лабораторні випробування, порівняльно-аналітичний аналіз, спостереження, вимірювання фізико-механічних показників, а також статистичну обробку отриманих результатів.

Практичне значення результатів полягає у можливості впровадження екологічно безпечних методів захисту деревини у виробничі процеси деревообробної, меблевої та будівельної галузей. Застосування натуральних олій сприятиме підвищенню довговічності виробів, зменшенню витрат на їх утримання та поліпшенню естетичних властивостей матеріалу.

За результатами даної роботи опубліковано тези доповіді «Щодо підвищення вологостійкості дерев'яних конструкцій» [3]. Апробацію викладених досліджень здійснено на 78-й Всеукраїнській науково-практичній студентській конференції «Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства»

Магістерська кваліфікаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, 29 таблиць, 12 ілюстрацій, 50 використаних джерел. Обсяг магістерської роботи складає 70 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ

1.1. Характеристика і фізико-хімічні властивості деревини та чинники її руйнування

Деревина, як і будь-який інший органічний матеріал, являє собою складну і неоднорідну структуру, характеристики якої значно різняться між собою на мікроскопічному рівні. Будучи живим організмом, дерево не може розглядатися в якості однозначно певного елемента або елемента з відомими і постійними властивостями. Клітинна тканину дерева має різну природу походження, консистенція і якість її змінюється також залежно від типу дерева.

Деревина листяних порід в основному утворена з підтримуючої тканини, яка складається з клітин, спрямованих по головній осі дерева, так званих волокон, які виконують функцію механічного опору ствола. У широколистяних порід деревини функція провідності лімфи виконується судинами – системою трубчастих клітин, розташованих послідовно одна за одною, діаметр яких залежить значною мірою від породи дерева (вони добре видні неозброєним оком в деревині каштана і дуба) [8].

У деревини хвойних порід, навпаки, підтримує функція і функція видалення лімфи виконуються одним типом клітин, так званими трахеїдами, паралельно з ними розвиваються смолоносний осьові канали. Як у хвойних порід дерева, так і у листяних, речовини, необхідні для життя дерева, містяться у спеціальних клітках, так званих паренхімних, які в невеликій кількості орієнтовані у вертикальному напрямку, а більша їх частина орієнтована в горизонтальному напрямку і утворює промені, що йдуть від центру до периферії: у деяких порід дерева (бук, платан, дуб) ці промені – дуже великі і добре помітні на зрізі – утворюють поверхні. Зростання клітин деревини в країнах з помірним кліматом не відбувається безперервно, а в залежності від пори року: швидке формування навесні і уповільнене влітку і восени, переривання взимку. Це явище призводить до утворення річних шарів, які поступово оточують вже існуючу деревину, залишаючись при цьому чітко відокремленими один від одного. Шляхом підрахунку їх на підставі ствола можна визначити вік дерева.

Дерева тропічних зон не мають зупинки в вегетації через пониження температури в холодний період. Оскільки освіта деревини не переривається, розмежування річних шарів не існує. Можливе утворення сезонних кілець в сухі періоди. У певному віці всередині клітин центральної частини стовбура відкладаються певні речовини, що впливають на збільшення стійкості цієї зони до псування і зносу. Ця центральна зона називається ядром, а периферійна корона називається заболонню. У багатьох видах явище освіти ядра виділяється більш темним забарвленням в центральній зоні: в цьому випадку мова йде про диференційованому ядрі (дуб, модрина). З хімічної точки зору двома найбільш розповсюдженими елементами, які виробляються різними типами клітин, є целюлоза – полісахарид з функцією підтримки, і лігнін – складне хімічна речовина. Усередині клітинної структури деревини є такі хімічні сполуки, як вода, кислоти, жири, масла, мінеральні солі, а також різні речовини – фенол, танін, пігменти, вуглеводи та складні освіти, які надають деревині різне забарвлення і властивості. Це так звані «екстрактивні компоненти», витягнуті з навколишнього ґрунту корінням дерева. Таким чином, кожна порода дерева відмінна від інших як за різноманітністю та кількістю цих елементів, так і за існуючим співвідношенням целюлоза / лігнін, а в рамках кожної породи існують відмінності, викликані різними місцевими кліматичними умовами: характеристиками ґрунту, температурою, вологістю тощо [2].

Найбільшу популярність в будівництві будинків здобули хвойні породи. По-перше, вони володіють більшою доступністю в порівнянні з листяними, а по-друге, високі технічні властивості роблять їх лідерами у будівництві. Розглянемо найбільш популярні хвойні породи для наших широт.

Деревина сосни (рис. 1.1) займає, мабуть, перше місце за популярністю серед хвойних порід, використовуваних для спорудження будівель. І не випадково – адже сосна володіє цілим рядом позитивних властивостей: висока міцність (межа міцності при стисненні вздовж волокон близько 50 МПа), щільність, стійкість до розтріскування, усихання і гниття (деревина сосни має безліч смоляних ходів), зносостійкість [5].



Рис. 1.1. Сосна і її деревина [10]

Крім того, соснова деревина є легкою, для неї характерна прямота стовбура, що значно спрощує обробку. Недоліком є тенденція до «посиніння», що трохи псує зовнішній вигляд зрубу.

По міцності ялина (рис. 1.2) майже не поступається сосні (у сухому стані).



Рис. 1.2. Ялина і її деревина

Проте деревина їли не так багата смоляними ходами, як соснова, тому вона потребує додаткової обробки, здатної продовжити її опірність до гниття і

довговічність. До того ж, ялина має більш високу сучкуватість, ніж сосна, що ускладнює її обробку та звужує сферу застосування [9].

Незважаючи на це, в деяких європейських країнах ялина перевершує за популярністю навіть сосну, багато в чому завдяки однорідності деревини, що полегшує процес обробки, і здібності довго зберігати колір – вона не «синіє» з часом подібно сосні. Крім того, за гнучкістю деревини ялина перевершує більшість хвойних порід, тому активно використовується для виробництва гнутих елементів.

Для модрини (рис. 1.3) характерна висока щільність та міцність (на 30 % вище, ніж у сосни), а крім того вона стійка до загнивання. Високо цінується властивість модрини стає надзвичайно міцної після сушки. Надзвичайну міцність підтверджує і той факт, що будинки з модрини, побудовані більш 300 років тому, стоять і досі.



Рис. 1.3. Модрина і її деревина

Модрина є найбільш підходящим деревом для виготовлення несучих конструкцій. Інші достоїнства – мала сучкуватість і відсутність схильності до жолоблення. Недоліки – легко розколюється і важко обробляється [9].

Через відсутність смоляних ходів деревина ялиці (рис. 1.4) набагато сильніше схильна до загнивання, ніж деревина сосни, тому не використовується для виготовлення зовнішніх конструкцій. Область застосування ялиці – вікна, двері, підлогу і інші внутрішні конструкції.



Рис. 1.4. Ялиця і її деревина

За фізико-механічними властивостями деревина кедра (рис. 1.5) поступається деревині модрини і наближається до сосни.



Рис. 1.5. Кедр і його деревина

Деревина легка, м'яка, стійка до гниття, легко обробляється. Підходить для виготовлення зовнішніх конструкцій. Крім того, деревина кедра має

антисептичні властивості, через що з успіхом застосовується в екологічному будівництві [9].

Більшість листяних порід поступається хвойним у міцності і стійкості до загнивання (у них відсутні смоляні ходи), через що їх застосування в будівництві кілька обмежена. Найбільшою популярністю в якості будівельних листяних порід користуються дуб, ясен і гру. Деревина дуба це міцний, твердий, довговічний і стійкий до гниття матеріал, що використовується для виготовлення меблів, паркету, дверей, бочок, а також у кораблебудуванні. Вона має красиву текстуру, насичений коричневий колір (або світло-жовтий у заболоні), яка з часом стає благороднішою, та добре полірується. Завдяки високому вмісту дубильних речовин, дуб стійкий до вологи та біологічних ушкоджень. Має високу міцність (близько 60 МПа при стисненні вздовж волокон), добре чинить опір гниття. Застосовується для виготовлення зовнішніх конструкцій (хоч і не так активно, як сосна або модрина), а також в якості оздоблювального матеріалу (стать, вікна, двері) [9].



Рис. 1.6. Дуб і його деревина

Деревина ясеня – це тверда, міцна, гнучка та в'язка деревина, яку часто порівнюють з дубом, але вона поступається йому за твердістю. Вона має світле забарвлення з варіаціями від молочного та білого до жовтуватого або бежевого, з виразним малюнком і прямою текстурою. Ясен добре піддається обробці, згинанню та фарбуванню, але потребує захисту від гниття та шкідників, особливо для зовнішнього використання.



Рис. 1.7. Ясен і його деревина

Для деревини основними й найважливішими є такі властивості [8]:

механічні: міцність, твердість, деформівність, питома в'язкість, експлуатаційні характеристики, технологічні характеристики, зносостійкість, здатність утримувати кріплення, здатність гнутися;

фізичні: зовнішній вигляд (текстура, блиск, колір), вологість (усушка, жолоблення, водопоглинення, гігроскопічність, щільність), теплові (теплопровідність), звукові (акустичний опір, звукопровідність), електричні (діелектричні властивості, електропровідність, електрична міцність);

міцність деревини – здатність опиратися руйнуванню під дією механічних навантажень. Розрізняють міцність на стиск і розтягання по напрямках додатка навантаження – поздовжньої й поперечної; статичний вигин.

Твердість деревини – здатність деревини пручатися впровадженню в неї більш твердого тіла. Для оцінки твердості деревини використовується тест Янка.

Зносостійкість деревини – здатність деревини опиратися зношуванню, тобто поступовому руйнуванню її поверхневих зон при терті. Зношування

бічних поверхонь більше, ніж торцевих; зношування вологої деревини більше, ніж сухої [6].

Вологість деревини визначається точно також, як і будь-якого іншого матеріалу – це кількість води в одиниці об'єму або маси. Обчислюється вологість у такий спосіб: виміряється маса проби вологого матеріалу, потім обмірювана проба висушується в сушарці при температурі 100-105 °С, потім відбувається повторне зважування, але вже сухого матеріалу. Різниця між масою вологого й сухого матеріалу саме й визначає кількість води, що втримується в зразку. Для того щоб розрахувати вологість необхідно скористатися нескладною математичною формулою: маса зразка до сушіння мінус маса зразка після сушіння, результат різниці розділити на масу зразка після сушіння й помножити все вираження на 100 результатом і буде вологість деревини.

Гігроскопічність деревини – властивість матеріалу поглинати вологу з навколишнього середовища. Дана властивість залежить від вологості деревини. Суха деревина має більшу гігроскопічність, ніж волога. Для зменшення гігроскопічності матеріал покривають олійними фарбами, емаллями або різними лаками. Гігроскопічність прямо залежить від іншої властивості деревини – пористості.

Пористість деревини – відношення об'єму пор до загального об'єму деревини. Для деревини різних видів пористість має різне значення, але в середньому розбіг її значення становить 30-80 % .

Розбухання деревини проявляється при знаходженні матеріалів при підвищеній вологості повітря тривалий час [2].

Усушка – зміна розмірів при втраті вологи деревиною в результаті сушіння. Усушка відбувається природно. Прямим наслідком усушки є утворення тріщин.

Жолоблення відбувається в результаті нерівномірного сушіння деревини. Висихання деревини відбувається швидше в шарах більш вилучених від серцевини, тому у випадку, якщо сушіння проводилося з

порушенням технології, відбувається зміна форми деревини, вона жолобиться. Жолоблення під дією усушки по-різному по різних напрямках. Уздовж волокон воно незначно, і становить приблизно 0,1 %. Зміни розмірів поперек волокон більш значні й можуть становити 5-8 % від початкового. Крім того жолоблення часто супроводжується появою тріщин у деревини, що сильно позначається на якості кінцевого продукту [2].

Жолоблення й утворення тріщин можна уникнути при дотриманні технології сушіння й при використанні певних технік під час складання виробів. Так наприклад у колодах на всю довжину матеріалу робляться поздовжні розвантажувальні пропили, які знімають внутрішні напруження, що утворюються при усушці.

Розтріскування – результат нерівномірного висихання зовнішніх і внутрішніх шарів деревини. Процес випару вологи триває доти, поки кількість вологи в деревині не досягнеться певного межі (рівноважного), що залежить прямо від температури й вологості навколишнього повітря.

Теплопровідність. На відміну від інших будівельних матеріалів деревина є менш теплопровідною. Це дозволяє використовувати її для теплоізоляції приміщення.

Звукопроникність – здатність матеріалу проводити звукові хвилі. Якщо у випадку теплопровідності деревина – кращий матеріал, то у випадку зі звукопроникністю деревина програє іншим будівельним матеріалам. У зв'язку із цим при будівництві стін і дерев'яних перекриттів необхідно використовувати додаткові матеріали (засипання), що знижують показник звукопроникності.

Колір – своєрідний індикатор, що показує якість, вік і стан деревини. Якісна й здоровіша деревина має рівномірний колір без плям і інших вкраплень. Якщо в деревині присутні вкраплення й плями, це свідчення її загнивання. Колір деревини також може змінюватися під впливом атмосферних умов.

Запах залежить від змісту в деревині смол і дубильних речовин. Свіжозрубане дерево має більш сильний захід, а в міру висихання дерева й випарі вологи й ефірних смол запах слабшає [12].

Текстура – малюнок, що утворюється при розпилюванні дерева. Площина розпила перетинає річні кільця й шари деревини, що утворювалися в різний час, у результаті утворюється характерний візерунок річних ліній, по яким і відрізняють деревину від інших матеріалів.

Вага деревини – розрізняють питома й об'ємна вага деревини. Питома вага – маса одиниці об'єму деревини без обліку порожнеч і вологи. Дана вага не залежить від породи деревини й становить $1,54 \text{ г/см}^3$. Об'ємна вага – це маса одиниці об'єму деревини в природньому стані тобто з урахуванням вологи й порожнин.

Завилькуватість – непаралельне розташування волокон дерева стосовно поздовжньої осі колоди, бруса або дошки. Буває природною і штучною, через неправильне розпилювання. Навскісний шар також сильно знижує міцність деревини на розтягання, і як наслідок, на вигин, тобто в якості балок, крокв, затягувань застосовувати такі дошки або бруси небажано. Крім відбраковування (або правильного розпилювання) інших способів боротьби не існує. Як приклад понад завилькуватості можна привести деревину Карельської берези [11].

1.2. Стан виробництва декоративних господарських виробів з деревини в Україні

Деревина – це єдиний легкодоступний самовідновлюваний будівельний матеріал. Величезні площі нашої держави покриті лісами особливо цінних порід. Часто ліс називають «легенями планети».

На відміну від інших будівельних матеріалів, деревина «дихає». Вологість повітря у середині будинку підтримується на оптимальному для життя людини рівні сама собою, без спеціального устаткування для кондиціонування повітря. Порівняно з цегляними й бетонними стінами тієї ж товщини, стіна з колод має в кілька разів вищі теплоізоляційні властивості [5].

Особливостями деревини є її висока натуральність та екологічність, відмінні естетичні якості, комфортність в роботі та можливість втілення найрізноманітніших проектів. Деревина відносно не твердий матеріал і легко обробляється. В той же час вона є достатньо міцною, особливо в напрямку волокон.

Сектор деревообробки та виробництва меблів в Україні традиційно є важливою частиною промисловості країни: він поєднує наявні лісові ресурси, кваліфіковану робочу силу та налагоджені регіональні кластери виробництва. Після 2014 року і особливо після повномасштабного вторгнення 2022 року галузь пережила суттєві випробування, проте вже у 2023–2024 роках почали проявлятися ознаки поступового відновлення попиту й експорту, зростання частки меблевої та виробничої продукції у зовнішній торгівлі. За даними галузевих оглядів, експорт меблевої продукції у 2023 році оцінювався на рівні близько 786,5 млн USD, що свідчить про значну експортну роль сегмента обробленої деревини.

Виробництво декоративних господарських виробів (посуд, декоративні панелі, дрібні меблі, сувенірні й побутові вироби) часто відноситься до малих і середніх підприємств (МСП) та ремісничих майстерень. Цей сегмент має низку специфічних рис: висока трудомісткість, орієнтація на нішеві ринки (локальні сувенірні, дизайн-бутики, експорт у ЄС), велика роль ручної праці й художньої обробки деревини. Через це МСП більш чутливі до коливань цін на сировину, логістичних ризиків і проблем із доступом до фінансування. Галузеві рейтинги та огляди показують, що хоча великі підприємства концентрують більші інвестиції в обладнання та експортні потоки, саме малий бізнес формує значну частку асортименту декоративних виробів [4].

Україна має великі лісові ресурси та відносно високий річний приріст запасів, що потенційно забезпечує стабільну сировинну базу для деревообробки. Проте наявні обсяги заготівлі й реалізації за останні роки коливалися в залежності від логістичних умов, безпеки регіонів та попиту – за даними регіональних статистичних випусків і моніторингу, у 2023–2024 роках спостерігалися регіональні диспропорції у заготівлі деревини. Зниження або перерозподіл обсягів заготівель у деяких регіонах впливало на доступність і вартість пиломатеріалів для МСП [4].

Ринкова кон'юнктура й експортні можливості. Після 2022 року українські виробники активно шукали зовнішні ринки, зокрема ЄС, де зростає попит на еко-орієнтовану продукцію. Аналітика показує поступове збільшення експортної виручки та зростання частки продукції з доданою вартістю (меблі, фурнітура, готові вироби). Разом із тим експорту сприяла адаптація технологій, отримання сертифікацій (зокрема на відповідність екологічним стандартам та сертифікації ланцюгів постачання), а також розвиток B2B-зв'язків. Галузеві огляди наголошують на потенціалі подальшого зростання експорту за умови стабілізації логістики та державної підтримки.

Для сегмента декоративних господарських виробів актуальними залишаються такі проблеми: нестабільність постачання якісної сировини, зростання вартості енергоносіїв і логістики, дефіцит кваліфікованих кадрів, обмежений доступ МСП до довгострокових інвестицій та кредитів, а також складнощі з отриманням і просуванням сертифікацій (FSC, екологічні маркування) на експортні ринки. Окрім того, війна спричинила ризики для виробничих майданчиків у певних регіонах і призвела до перегрупування виробничих потужностей [13].

На ринку прослідковуються кілька важливих трендів: зростання попиту на екологічно чисті, натуральні оздоблювальні матеріали (включно з натуральними оліями для обробки деревини); впровадження цифрових каналів збуту й маркетингових для ремісничої продукції; модернізація обладнання у

великих і середніх підприємствах; а також зростання інтересу інвесторів до деревообробної галузі як частини відновлюваної економіки. Офіційні аналітичні огляди та інвестиційні дослідження зазначають потенціал для капіталовкладень у секторі деревообробки та меблевого виробництва.

Перспективи для сегмента декоративних виробів. Для підвищення конкурентоспроможності українських декоративних господарських виробів доцільними є такі кроки: впровадження стандартів якості й екомаркувань; активне просування продукції на зовнішні ринки; підтримка МСП у питаннях модернізації обладнання та доступу до фінансування; розвиток кластерної співпраці між виробниками, постачальниками сировини й дизайнерами; а також популяризація натуральних технологій обробки (у т.ч. застосування натуральних олій), які відповідають очікуванням екологічно свідомих споживачів. Галузева статистика та аналітика свідчать, що за сприятливих макроекономічних і політичних умов ринок має потенціал для відновлення і подальшого зростання [9].

Стан виробництва декоративних господарських виробів з деревини в Україні характеризується поєднанням значних ресурсних можливостей і структурних обмежень: наявні лісові запаси й експортний потенціал контрастують із проблемами доступу до сировини, інвестицій і ринкової інфраструктури МСП. Практичне впровадження екологічних технологій (зокрема натуральних олій) та цілеспрямована підтримка малого й середнього виробництва можуть стати локомотивом зростання сегмента в середньостроковій перспективі.

В Україні діє значна кількість малих і середніх підприємств, які спеціалізуються на виготовленні виробів з деревини твердих порід. Переважає кустарно-ремісничє виробництво з використанням сучасного інструменту, але з ручною працею – що дозволяє створювати унікальні, дизайнерські вироби. Такі виробники активно розвивають власні бренди.

Woodstuff (м. Київ) спеціалізується на виготовленні кухонного приладдя (дощок, лопаток, підносів), органайзерів, настінних полиць та невеликих

меблевих виробів. У виробництві використовуються здебільшого дуб, ясен, горіх. Для обробки застосовуються тунгова олія, бджолиний віск, натуральні просочення з антисептичними властивостями. Виробництво відбувається на основі ручної праці з мінімальним використанням лакофарбових матеріалів [44].

KOLO Design (м. Львів) – бренд поєднує традиційні деревообробні техніки з елементами сучасного скандинавського дизайну. Асортимент включає свічники, тримачі для рушників, декоративні підставки, кухонне приладдя, дерев'яні деталі інтер'єру. KOLO Design активно експортує продукцію до країн ЄС, використовуючи сертифіковану деревину з FSC-джерел. Застосовуються масла холодного віджиму та воскові суміші, що відповідають європейським харчовим стандартам [37].

Made of Wood (м. Івано-Франківськ) – майстерня, що спеціалізується на виготовленні авторських декоративних виробів з деревини дуба, бука, ясена та горіха. Продукція орієнтована на сегмент «eco&natural», де ключовим фактором є натуральність у кожному етапі — від матеріалу до оздоблення. Для обробки використовують суміші тунгової олії з карнаубським воском. Виробництво сертифіковане відповідно до внутрішніх вимог екологічної безпеки [20].

ArtWood (м. Чернівці) створює як побутові вироби (обробні дошки, сервірувальні елементи), так і дизайнерські рішення для інтер'єру (панелі, полиці, вставки). Використовуються тверді породи: дуб, бук, акація. Усі вироби оздоблюються вручну за допомогою лляної олії або бджолиного воску. Особливість підприємства – комбінування обпалювання поверхні (техніка «шоу-сугі-бан») із просоченням маслами, що надає виробам унікального вигляду та довговічності [23].

KronaWood (м. Київ) є провідним виробником палетних заготовок в Україні. Компанія спеціалізується на виготовленні дерев'яних європіддонів, які широко використовуються у логістичних та складських системах. Основний напрямок діяльності включає виробництво, продаж та логістичний

супровід палетних заготовок, що дозволяє клієнтам отримувати продукцію високої якості з мінімальними витратами часу та ресурсів [43].

KronaWood використовує сучасне обладнання, що забезпечує швидке, якісне та економне виробництво дерев'яних заготовок. Завдяки автоматизованим процесам компанія може виготовляти продукцію у великих обсягах, зберігаючи при цьому високі стандарти якості. Виробництво здійснюється з використанням високоякісної сировини, що гарантує міцність та довговічність готових виробів.

Компанія KronaWood дотримується принципів екологічно свідомого виробництва, що передбачає мінімізацію шкідливого впливу на навколишнє середовище та ощадливе використання природних ресурсів. Всі дерев'яні заготовки можуть бути повторно використані або перероблені, що сприяє зменшенню відходів. Крім того, компанія використовує енергозберігаючі технології, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси та зменшити витрати енергії.

KronaWood забезпечує логістичний супровід кожної партії продукції, що дозволяє клієнтам економити час та кошти на транспортуванні. Доставка здійснюється у будь-яку точку світу, що робить компанію надійним партнером для міжнародних клієнтів. Завдяки індивідуальному підходу до кожного замовника, KronaWood пропонує гнучкі умови співпраці, що дозволяє адаптувати продукцію під конкретні потреби ринку.

VWood – це український виробник, який спеціалізується на виготовленні декоративних та функціональних дерев'яних виробів для дому та офісу (рис. 1.8). Компанія пропонує широкий асортимент продукції, що поєднує стильний дизайн, високу функціональність та надійність.



Рис. 1.8. Вироби компанії VWood

Компанія VWood пропонує широкий асортимент дерев'яних виробів, які поєднують функціональність, стильний дизайн та довговічність. Всі продукти виготовляються з натуральної деревини, що забезпечує їхню екологічність та безпеку у використанні [45].

Одним із ключових напрямків виробництва VWood є кухонні аксесуари, які допомагають зробити процес приготування їжі більш комфортним та естетичним. До цієї категорії входять:

Магнітні блоки для ножів – стильні та практичні підставки, які дозволяють зручно зберігати ножі, запобігаючи їхньому пошкодженню.

Фруктовниці – дерев'яні підставки для зберігання фруктів, що гармонійно вписуються в будь-який інтер'єр.

Кухонні дошки – виготовлені з мореного дуба, мають високу міцність та довговічність, що робить їх ідеальними для щоденного використання.

VWood також спеціалізується на виробництві декоративних аксесуарів, які додають затишку та стилю будь-якому приміщенню. Серед них:

Серветниці – компактні та елегантні дерев'яні підставки для серветок.

Підставки для вина – стильні тримачі для пляшок, які стануть чудовим доповненням до інтер'єру кухні або вітальні.

Підставки для квітів – дерев'яні конструкції, що дозволяють красиво розміщувати рослини у приміщенні.

Окрім дрібних аксесуарів, компанія VWood виробляє функціональні меблі, які поєднують естетику та практичність. В асортименті представлені:

Дерев'яні полиці – стильні рішення для зберігання книг, декору та інших предметів.

Декоративні панелі – елементи для оформлення стін, які додають приміщенню унікального вигляду.

Стійки для кухонного приладдя – зручні конструкції для організації простору на кухні.

VWood приділяє особливу увагу екологічності виробництва, використовуючи натуральні матеріали та безпечні технології обробки деревини. Всі вироби проходять ретельну перевірку якості, що гарантує їхню довговічність та надійність.

Продукція VWood доступна для замовлення в Україні та за кордоном, а компанія пропонує брендovanу упаковку та можливість нанесення індивідуального логотипу на вироби.

Artemida Trading – це українська компанія, яка спеціалізується на виробництві натуральних дерев'яних виробів, поєднуючи традиційні ремісничі техніки з сучасними технологіями. Завдяки 15-річному досвіду у сфері деревообробки, компанія пропонує високоякісні рішення для бізнесу та роздрібних клієнтів [46].

Artemida Trading виробляє широкий спектр кухонних аксесуарів та декоративних дерев'яних виробів, які поєднують естетику, функціональність та довговічність (рис. 1.9). Основні категорії продукції включають [46]:

- кухонні лопатки – виготовлені з натуральної деревини, мають ергономічний дизайн та довгий термін служби.
- обробні дошки – міцні та стійкі до механічних пошкоджень, доступні у різних розмірах та формах.
- кухонні молотки – зручні та надійні, ідеально підходять для приготування м'ясних страв.

декоративні аксесуари – дерев'яні підставки, серветниці, тримачі для вина та інші вироби для дому.



Рис. 1.9. Вироби компанії VWood

Компанія Artemida Trading використовує високоякісну деревину та сучасне обладнання, що дозволяє створювати надійні та довговічні вироби. Виробничий процес включає ретельний контроль якості, що гарантує відповідність продукції міжнародним стандартам.

Ці виробництва не лише відповідають запитам сучасного споживача, а й сприяють популяризації деревини як натурального, живого матеріалу, що потребує делікатного, але ефективного захисту.

Виробники орієнтуються на використання таких порід як дуб, ясен, горіх, бук, сосна, вільха – як українського, так і імпортного походження. Перевага надається ручній обробці, мінімальному хімічному втручанню та екологічним оздоблювальним матеріалам (ляна олія, тунгова олія, суміші з воском).

Асортимент господарських виробів із деревини охоплює такі категорії [11]:

- кухонне приладдя: обробні дошки, сервірувальні дошки, підставки під гаряче, лопатки, ложки;
- інтер'єрний декор: декоративні полиці, свічники, тримачі для рушників, рамки для дзеркал;
- подарункові вироби: шкатулки, підноси, дерев'яні упаковки;
- меблеві елементи: ручки, фасади, декоративні вставки;
- настінні панелі, полиці, органайзери – виготовляються з дощок різної форми, товщини та конфігурації.

Особливою популярністю користуються мультифункціональні дошки, які можуть слугувати як для обробки продуктів, так і для подачі їжі, декору чи фотозйомки в ресторанній сфері. Для таких виробів застосовується фінішна обробка натуральними маслами з бджолиним воском, що підкреслює текстуру деревини і забезпечує безпечність у контакті з харчовими продуктами [15].

1.3. Технології захисту дерев'яних поверхонь від різних впливів

Деревина – екологічно чистий, міцний, довговічний та неймовірно красивий матеріал, який століттями застосовують для будівництва будівель та внутрішнього облаштування приміщень. З натуральної деревини споруджують приватні будинки та дачі, а також готелі, ресторани, лазні, SPA-центри та інші види конструкцій. В інтер'єрі сировину можна зустріти у вигляді предметів меблів, кухонного начиння, сувенірної продукції, оздоблення для стін, покриття для підлоги, декоративних та інших предметів. Вироби з дерев'яними поверхнями зустрічаються повсюдно, особливо у шанувальників стильових напрямків у форматі «еко».

Деревина має пористу структуру, завдяки чому добре вбирає вологу з навколишнього простору. Якщо в приміщенні концентрація водяної пари тримається на рівні 50-60 % (max 40-70 %) і температура коливається в діапазоні від +19 °С до +23 °С – матеріал почувається чудово. А підвищення показників вище 70 % загрожує дерев'яним поверхням рядом неприємностей, а саме:

- гниттям
- пліснявінням
- жолобленням
- набуханням
- розшаровуванням.

В результаті предмети з деревини руйнуються, втрачають зовнішню привабливість і можуть стати непридатними для використання. Прийдеться

або вкладати гроші в реставрацію, що є досить складним і дорогим заходом, або витратитися на купівлю нових виробів. У будь-якому випадку це необґрунтовані фінансові втрати.

Перший крок у створенні екологічної обробки деревини - вибір правильної сировини. Перевагу варто віддавати деревині з лісів зі стійким управлінням, де дотримуються правил відповідального лісокористування. Це забезпечує не тільки збереження лісів, а й високу якість матеріалу. Деревина, отримана з таких джерел, часто має кращі характеристики і менш схильна до гниття і шкідників.

Для обробки деревини можна використовувати натуральні олії та воски (рис. 1.10). Наприклад, лляна олія, бджолиний віск або карнаубський віск є відмінними природними засобами для захисту дерева. Вони проникають у пори деревини, створюючи бар'єр від вологи та бруду, але при цьому не блокують природне дихання матеріалу. Ці речовини безпечні для здоров'я і легко наносяться, що робить їх популярним вибором серед майстрів і любителів.



Рис. 1.10. Натуральні олії для захисту деревини

Натуральні олії – це екологічно безпечна альтернатива хімічним покриттям, яка останнім часом активно впроваджується у деревообробну промисловість. До найбільш поширених відносять [17]:

- Лляна олія – традиційний засіб захисту деревини. Вона проникає в пори матеріалу, полімеризується з часом, утворюючи водовідштовхувальний шар. Лляна олія може використовуватися самостійно або як основа для виготовлення натуральних лаків.

- Тунгова олія – має добрі водовідштовхувальні властивості і стійкість до УФ-випромінювання. Завдяки високому вмісту полімерних фракцій, забезпечує тривалий термін захисту та гарний зовнішній вигляд деревини.

- Олія карнауби та бджолиний віск – часто використовуються разом з рослинними оліями для створення захисних композицій. Вони покращують блиск та додатково ущільнюють поверхню.

Нанесення натуральних олій зазвичай виконується в кілька шарів із проміжною сушкою. Важливо забезпечити рівномірне втирання в поверхню деревини, що часто здійснюється вручну або з допомогою спеціальних полірувальних машин.

Крім олій і восків, популярністю користуються й інші натуральні компоненти. Наприклад, рослинні екстракти, такі як екстракт грейпфрутових кісточок, мають антисептичні властивості та можуть використовуватися для запобігання утворенню плісняви та грибків. Ще одним цікавим варіантом є використання прополісу, який відомий своїми антимікробними властивостями і відмінно захищає деревину від шкідливих мікроорганізмів [29].

Варто згадати і про методи термообробки деревини. Термообробка являє собою процес нагрівання деревини до високої температури в умовах низького вмісту кисню. У результаті такої обробки деревина стає менш схильною до впливу вологи і шкідників. При цьому не використовуються хімічні речовини, що робить цей метод абсолютно екологічним. Термооброблена деревина набуває красивого насиченого кольору і може використовуватися як для внутрішнього, так і для зовнішнього оздоблення. До найбільш поширених відносять [13]:

- термічна модифікація – обробка деревини при високих температурах (160-220 °C) без доступу кисню. У результаті змінюється хімічна структура деревини, зменшується її гігроскопічність та біологічна активність. Продукт стає стабільнішим, менш схильним до розширення та усадки.

- плівкоутворювальні системи на водній основі – набувають популярності через свою екологічність. Вони створюють захисний шар, що дозволяє деревині «дихати», водночас забезпечуючи тривалий захист від зовнішніх чинників.

Ще одним цікавим підходом до екологічної обробки деревини є використання природних смол і клеїв. Наприклад, казеїновий клей, виготовлений з молочного білка, широко використовували ще в давнину і донині він залишається одним з найкращих натуральних клейових матеріалів. Такий клей вирізняється високою адгезією і міцністю, а також є абсолютно безпечним для здоров'я. Аналогічним чином, природні смоли, такі як каніфоль, можуть використовуватися для створення захисних покриттів, які ефективно захищають деревину від зовнішніх впливів.

Не варто забувати і про методи фізичного захисту деревини. Один із таких методів – це використання конструктивного захисту. Наприклад, правильне проектування дерев'яних конструкцій з урахуванням захисту від дощу і снігу, а також встановлення спеціальних навісів і козирків, здатних запобігти прямому впливу вологи на деревину. Цей підхід дає змогу значно збільшити термін служби дерев'яних виробів без необхідності застосування хімічних засобів.

Використання природних барвників також є важливим аспектом екологічної обробки деревини. Натуральні барвники, такі як екстракти з рослин і мінералів, дають змогу надати деревині різноманітних відтінків без застосування синтетичних речовин. Наприклад, екстракт з кори горіхового дерева може використовуватися для отримання темно-коричневих відтінків, а сік з буряка – для створення насиченого червоного кольору. Такі барвники безпечні для здоров'я і довкілля, а також дають змогу домогтися унікального і природного вигляду поверхні.

Насамкінець, важливо зазначити, що екологічні методи обробки та захисту деревини вимагають певних навичок і знань, але вони окупаються завдяки безпеці для здоров'я і навколишнього середовища. Сучасні технології

та традиційні рецепти дають змогу створювати довговічні та красиві дерев'яні вироби, які не тільки радують око, а й не завдають шкоди природі. Тому вибір на користь екологічних методів обробки деревини стає дедалі очевиднішим для тих, хто цінує якість і піклується про майбутнє нашої планети.

РОЗДІЛ 2
ТЕОРЕТИЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ

2.1. Методика проведення досліджень

Метод розставляння пріоритетів полягає в порівнянні об'єктів за певними властивостями, як за якістю, так і за кількістю. У разі відсутності точних даних використовуються експертні оцінки. Порівняння здійснюється у вигляді матриці, яку потім обробляють математичними методами для визначення пріоритетів рішень. Цей метод допомагає вибрати найкращий варіант продукції, технології, обладнання, матеріалів тощо [16].

Для порівняння і вибору пріоритету описаних в попередньому розділі олій обрано 5 основних характеристик по кожному з 5-ти матеріалів, що наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Основні характеристики обраних матеріалів

Назва антисептику	Норма витрати, мл/м ²	Час висихання, год.	Сухий залишок, %	Температура нанесення °С	Вартість, грн/л
OSMO Chopping Board Oil	100	10	20	+5	2250
Belinka Oil Food Contact	100	24	30	+15	970
Bionic House тунгове масло	80	24	25	+5	1200
Super Green	125	24	100	+12	2555
KITCHENWARE OIL Borma	100	24	25	+10	1500

Для якісного аналізу 5 елементів створено квадратні матриці, що містять бінарні відношення в межах $m \times n$; де m – це особливості обладнання; n – це тип обладнання, тобто 5×5 . Математичними символами показано зв'язок між особливостями: $>$, $=$, $<$. Отже, усього матриць 5. Наступним кроком є

Таблиця 2.2

Матриця порівняння матеріалів за нормою витрат

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		100	100	80	125	100		
X1	100	=	=	>	<	=	1,56	0,32
X2	100	=	=	>	<	=		
X3	80	<	<	=	<	<		
X4	125	>	>	>	=	>		
X5	100	=	=	>	<	=		

Щоб оцінити кожну характеристику у цифрах, використовуючи наявну інформацію, можна застосовувати числові оцінки, які надали експерти для кожної характеристики. За формулою (2.1), розраховують значення K_j , і це допомагає встановити різницю між найкращим і найгіршим показником.

Потім розраховують коефіцієнт ω_j , за формулою (2.2).

Цей метод дозволяє нам розрахувати значення коефіцієнтів K_j та ω_j , використовуючи інформацію з табл. (2.3 - 2.6) та формул (2.1) і (2.2).

Таблиця 2.3

Матриця порівняння олій за часом висихання

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		10	24	24	24	24		
X1	10	=	<	<	<	<	2,40	0,51
X2	24	>	=	=	=	=		
X3	24	>	=	=	=	=		
X4	24	>	=	=	=	=		
X5	24	>	=	=	=	=		

Показник часу висихання для олій вказує на витрати часу необхідні для повного висихання матеріалу після нанесення. Менші затрати часу на висихання зазвичай вважається кращим, оскільки дозволяють швидше завершити процес нанесення і перейти до наступних етапів роботи.

Таблиця 2.4

Матриця порівняння матеріалів за сухим залишком

		X1	X2	X3	X4	X5	K	W
		20	30	25	100	25		
X1	20	=	<	<	<	<	5,00	0,77
X2	30	>	=	>	<	>		
X3	25	>	<	=	<	=		
X4	100	>	>	>	=	>		
X5	25	>	<	=	<	=		

Показник відсотку сухого залишку характеризує кількість твердих речовин, що зберігаються після повного випаровування летких компонентів. Для захисту торцевих дошок краще обирати олії з більшим сухим залишком, через те, що це дозволяє отримати більшу товщину захисного шару.

Таблиця 2.5

Матриця порівняння матеріалів за температурою нанесення

		X1	X2	X3	X4	X5	K	W
		5	15	5	12	10		
X1	5	=	<	=	<	<	3,00	0,60
X2	15	>	=	>	>	=		
X3	5	=	<	=	<	<		
X4	12	>	<	>	=	>		
X5	10	>	<	>	<	=		

Показник температури нанесення для олій визначає оптимальний температурний діапазон, у якому вони можуть бути ефективно нанесені та швидко висохнути, забезпечуючи необхідні властивості покриття. Важливо зберігати баланс між швидкістю висихання та якістю захисного шару, щоб досягти максимального результату. Зазвичай пріоритет надається матеріалам з мінімальним часом висихання.

Таблиця 2.6

Матриця порівняння матеріалів за вартістю

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W
		2250	970	1200	2555	1500		
X1	2250	=	>	>	<	>	2,63	0,55
X2	970	<	=	<	<	<		
X3	1200	<	>	=	<	<		
X4	2555	>	>	>	=	>		
X5	1500	<	>	>	<	=		

Однією з важливих характеристик олій є їхня вартість. Важливо враховувати співвідношення «ціна-якість», щоб забезпечити оптимальний результат і довговічність покриття. Зазвичай перевагу віддають продуктам вартість яких є нижчою.

Щоб встановити пріоритет кожного матеріалу за кожною характеристикою P_{ij} і пріоритет показника P_j , використовують поняття потужності критерію L -го порядку $P(L)$, яке обчислюється по рядках за формулами [7]:

Перша ітерація:

$$P_i(1) = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (2.5)$$

$$P_j(1) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.6)$$

$$P_{ij}(1) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.7)$$

Друга ітерація:

$$P_j(2) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.8)$$

$$P_{ij}(2) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.9)$$

Третя ітерація:

$$P_j(3) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.10)$$

$$P_{ij}(3) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.11)$$

Результати розрахунків занесено в табл. 2.7.

Аналогічно розраховано та заповнено табл. 2.8 - 2.11.

Результати експертної оцінки пріоритетів показників занесено в табл. 2.12.

Таблиця 2.7

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за нормою витрат

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W	P _{i1}	P _{i1*}	P _{i2}	P _{i2*}	P _{i3}	P _{i3*}
		100	100	80	125	100								
X1	100	1,00	1,00	1,32	0,68	1,00	1,56	0,32	5,00	0,20	24,18	0,20	117,63	0,20
X2	100	1,00	1,00	1,32	0,68	1,00			5,00	0,20	24,18	0,20	117,63	0,20
X3	80	0,68	0,68	1,00	0,68	0,68			3,72	0,15	18,19	0,15	88,59	0,15
X4	125	1,32	1,32	1,32	1,00	1,32			6,28	0,25	30,99	0,25	150,76	0,25
X5	100	1,00	1,00	1,32	0,68	1,00			5,00	0,20	24,18	0,20	117,63	0,20
Σ									25,00	1,00	121,72	1,00	592,23	1,00

Таблиця 2.8

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за часом висихання

		X1	X2	X3	X4	X5	К	W	P _{i1}	P _{i1*}	P _{i2}	P _{i2*}	P _{i3}	P _{i3*}
		10	24	24	24	24								
X1	10	1,00	0,49	0,49	0,49	0,49	2,40	0,51	2,96	0,12	13,76	0,11	65,72	0,11
X2	24	1,51	1,00	1,00	1,00	1,00			5,51	0,22	26,51	0,22	126,82	0,22
X3	24	1,51	1,00	1,00	1,00	1,00			5,51	0,22	26,51	0,22	126,82	0,22
X4	24	1,51	1,00	1,00	1,00	1,00			5,51	0,22	26,51	0,22	126,82	0,22
X5	24	1,51	1,00	1,00	1,00	1,00			5,51	0,22	26,51	0,22	126,82	0,22
Σ									25,00	1,00	119,80	1,00	572,98	1,00

Таблиця 2.9

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за сухим залишком

		X1	X2	X3	X4	X5	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *	P _{i3}	P _{i3} *
		20	30	25	100	25								
X1	20	1,00	0,23	0,23	0,23	0,23	5,00	0,77	1,92	0,08	7,23	0,07	29,13	0,07
X2	30	1,77	1,00	1,77	0,23	1,77			6,54	0,26	26,77	0,26	102,19	0,26
X3	25	1,77	0,23	1,00	0,23	1,00			4,23	0,17	15,22	0,15	58,14	0,15
X4	100	1,77	1,77	1,77	1,00	1,77			8,08	0,32	38,03	0,37	152,09	0,38
X5	25	1,77	0,23	1,00	0,23	1,00			4,23	0,17	15,22	0,15	58,14	0,15
Σ									25,00	1,00	102,47	1,00	399,70	1,00

Таблиця 2.10

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за температурою нанесення

		X1	X2	X3	X4	X5	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *	P _{i3}	P _{i3} *
		5	15	5	12	10								
X1	5	1,00	0,40	1,00	0,40	0,40	3,00	0,60	3,20	0,13	13,84	0,12	61,14	0,13
X2	15	1,60	1,00	1,60	1,60	1,60			7,40	0,30	35,56	0,32	156,78	0,32
X3	5	1,00	0,40	1,00	0,40	0,40			3,20	0,13	13,84	0,12	61,14	0,13
X4	12	1,60	0,40	1,60	1,00	1,60			6,20	0,25	27,40	0,25	119,00	0,24
X5	10	1,60	0,40	1,60	0,40	1,00			5,00	0,20	20,68	0,19	90,15	0,18
Σ									25,00	1,00	111,32	1,00	488,20	1,00

Таблиця 2.11

Матриця суміжності для порівняння матеріалів за вартістю

		X1	X2	X3	X4	X5	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *	P _{i3}	P _{i3} *
		2250	970	1200	2555	1500								
X1	2250	1,00	1,55	1,55	0,45	1,55	2,63	0,55	6,10	0,24	27,48	0,24	121,61	0,24
X2	970	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45			2,80	0,11	12,79	0,11	57,84	0,11
X3	1200	0,45	1,55	1,00	0,45	0,45			3,90	0,16	16,48	0,15	73,94	0,15
X4	2555	1,55	1,55	1,55	1,00	1,55			7,20	0,29	34,79	0,31	155,86	0,31
X5	1500	0,45	1,55	1,55	0,45	1,00			5,00	0,20	21,37	0,19	94,75	0,19
Σ									25,00	1,00	112,90	1,00	504,00	1,00

Таблиця 2.12

Результати експертної оцінки пріоритетів показників

Кількість експертів	Норма витрати, мл/м ²			Час висихання, год			Сухий залишок, %			Температура нанесення, °С			Вартість, грн/л		
	X _i	X _{сеп} -X _i	(X _{сеп} -X _i) ²	X _i	X _{сеп} -X _i	(X _{сеп} -X _i) ²	X _i	X _{сеп} -X _i	(X _{сеп} -X _i) ²	X _i	X _{сеп} -X _i	(X _{сеп} -X _i) ²	X _i	X _{сеп} -X _i	(X _{сеп} -X _i) ²
1	3	-0,57	0,33	1	0,57	0,33	4	-0,86	0,73	4	-2,43	5,90	2	0,4286	0,1837
2	1	1,43	2,04	1	0,57	0,33	2	1,14	1,31	1	0,57	0,33	3	-0,5714	0,3265
3	3	-0,57	0,33	1	0,57	0,33	4	-0,86	0,73	1	0,57	0,33	2	0,4286	0,1837
4	1	1,43	2,04	2	-0,43	0,18	1	2,14	4,59	1	0,57	0,33	2	0,4286	0,1837
5	3	-0,57	0,33	1	0,57	0,33	4	-0,86	0,73	1	0,57	0,33	2	0,4286	0,1837
6	1	1,43	2,04	1	0,57	0,33	4	-0,86	0,73	1	0,57	0,33	2	0,4286	0,1837
7	5	-2,57	6,61	4	-2,43	5,90	3	0,14	0,02	2	-0,43	0,18	4	-1,5714	2,4694
Середнє значення балу	2,4 3			1,57			3,14			1,57			2,43		
Середнє квадратичне відхилення			1,51			1,13			1,21			1,13			0,79
Коефіцієнт варіації / 100%			0,62			0,72			0,39			0,72			0,32
		K _{експ.1}	0,38		K _{експ.2}	0,28		K _{експ.3}	0,61		K _{експ.4}	0,28		K _{експ.5}	0,68
Загальний коефіцієнт погодження експертів									0,52						

За формулами [16] визначають середнє значення \bar{x}_{ij} та середнє квадратичне відхилення S_{ij} по кожному ряду відповідей:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m}, \quad (2.12)$$

$$S_{ij} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2}{m-1}}, \quad (2.13)$$

де x_{ij} – оцінка j -го експерта по i -му питанню;

m – кількість експертів.

Розраховуємо коефіцієнт варіації V_{ij} за формулою [16]:

$$V_{ij} = \frac{S_{ij}}{\bar{x}_{ij}} \cdot 100\%, \quad (2.14)$$

Загальний коефіцієнт погодження експертів визначаємо за формулами [16]:

$$K_E = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Eij}}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}, \quad (2.15)$$

$$K_{Eij} = 1 - \frac{S_{ij}}{\bar{x}_{ij}}, \quad (2.16)$$

де n – кількість характеристик в анкеті;

m_{ij} – кількість оцінок по кожній характеристиці в кожному з вирівняних рядів.

Якщо $0,5 \leq K_E \leq 1$, то думка експертів погоджена.

Складено квадратну матрицю бінарних відношень (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Матриця бінарних відношень

		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	K	W
		2,43	1,57	3,14	1,57	2,43		
Y1	2,43	=	>	<	>	=	2,00	0,43
Y2	1,57	<	=	<	=	<		
Y3	3,14	>	>	=	>	>		
Y4	1,57	<	=	<	=	<		

Y5	2,43	=	>	=	>	=		
----	------	---	---	---	---	---	--	--

Співвідношення між об'єктами виражено математичними символами (>), (=), (<).

Визначають, у скільки разів найкращий об'єкт відрізняється від найгіршого, використовуючи формулу (2.1).

Знаходять коефіцієнт ω_j , за формулою (2.2):

Суміжні члени матриць визначено за формулами (2.3-2.4).

Значеннями α_{ij} замінюють математичні символи (>), (=), (<). Після цього складено матрицю суміжності для порівняння показників в (табл. 2.14).

Таблиця 2.14

Матриця суміжності для порівняння показників, що характеризують олії

		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *
		2,43	1,57	3,14	1,57	2,43						
Y1	2,43	1,00	1,43	0,57	1,43	1,00	2,00	0,43	5,43	0,22	25,30	0,21
Y2	1,57	0,57	1,00	0,57	1,00	0,57			3,71	0,15	17,44	0,15
Y3	3,14	1,43	1,43	1,00	1,43	1,43			6,72	0,27	32,86	0,28
Y4	1,57	0,57	1,00	0,57	1,00	0,57			3,71	0,15	17,44	0,15
Y5	2,43	1,00	1,43	0,57	1,43	1,00			5,43	0,22	25,30	0,21
Σ									25,00	1,00	$\frac{118,3}{4}$	1,00

Розрахунок аналогічно до попередніх таблиць за формулами (2.5 - 2.11).

За отриманими результатами формують загальну матрицю для обчислення комплексного пріоритету (табл. 2.15).

Таблиця 2.15

Підсумкова матриця

Матеріал	Пріоритет антисептику по одиничних показниках					Пріоритет показника		Комплексний пріоритет матеріалу
	1	2	3	4	5	номер	значення	
OSMO Chopping Board Oil	0,20	0,11	0,07	0,13	0,24	5	0,21	0,15
Belinka Oil Food Contact	0,20	0,22	0,26	0,32	0,11	2	0,15	0,22
Bionic House тунгове масло	0,15	0,22	0,15	0,13	0,15	4	0,28	0,15

Super Green	0,25	0,22	0,38	0,24	0,31	1	0,15	0,29
KITCHENWARE OIL Borma	0,20	0,22	0,15	0,18	0,19	3	0,21	0,18

Згідно з результатами розрахунків, найбільший пріоритет отримала олія Super Green із показником 0,29, тому цей матеріал рекомендується для опорядження торцевих дошок.

2.2. Рішення багатокритеріальної задачі методом аналізу ієрархії

Для вирішення завдання необхідні наступні дані:

Мета: вибір кращого матеріалу.

Кількість альтернатив – 5.

Кількість критеріїв – 5.

Позначено альтернативи та критерії скороченими назвами:

№	Критерії
Кр1	Ціна
Кр2	Витрати
Кр3	Час висихання
Кр4	Температура нанесення
Кр5	Термін експлуатації

№	Альтернативи
A1	OSMO Chopping Board Oil
A2	Belinka Oil Food Contact
A3	Bionic House тунгове масло
A4	Super Green
A5	KITCHENWARE OIL Borma

Для того, щоб вибрати найкращий матеріал, створюють та заповнюють матрицю парних порівнянь (МПП) (табл. 2.16) за критеріями, що відповідають меті. Цей процес ґрунтується на аналізі того, як властивості впливають на реалізацію конкретної мети.

Розраховують значення середнього геометричного значення елементів матриці за формулою [16]:

$$G_i(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{is}) = (a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{is})^{\frac{1}{s}}, \quad (2.17)$$

де i – номер рядка матриці;

s – кількість елементів в s -му рядку матриці;

$a_{i1} = w_1/w_1; a_{i2} = w_2/w_2; \dots; a_{is} = w_s/w_s$.

Далі обчислюють значення ЛПр для першого рядка за формулою [16]:

$$ЛПр_1 = \frac{[(w_1/w_1) \cdot (w_2/w_2) \cdot \dots \cdot (w_n/w_n)]^{\frac{1}{s}}}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}. \quad (2.18)$$

Розрахунок ЛПр для інших рядків виконується аналогічним чином.

Перевіряють чіткість та узгодженість експертних оцінок, тобто чисел у матрицях парних порівнянь. Для цього використовують дві ключові характеристики — індекс узгодженості (CI) та відношення узгодженості (CR), які обчислюються за формулами [16]:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (2.19)$$

$$CR = \frac{CI}{P_n}, \quad (2.20)$$

де n – розмір матриці;

P_n – індекс узгодженості для позитивної зворотної симетричної матриці випадкових оцінок $n \times n$;

λ_{max} – максимальне власне число матриці парних порівнянь або L_{am} обчислюють наступним чином:

1. Обчислюють суму елементів першого рядка матриці.
2. Отриману суму множать на відповідне значення вектора локальних пріоритетів (ЛПр) для першого рядка матриці.
3. Повторюють ці дії для кожного наступного рядка матриці: суму другого рядка множать на ЛПр другого рядка, суму третього рядка — на ЛПр третього рядка і так далі.
4. Усі отримані результати підсумовують.

Отримане значення є найбільшим власним числом матриці попарних порівнянь (МПП), позначеним як λ_{max} або також визначають L_{am} .

Результати розрахунків занесено в табл. 2.17

За допомогою цього методу розраховано та заповнено табл. 2.17 – 2.21.

Таблиця 2.16

Матриця МПІ критеріїв відносно мети

Назва		Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	Кр5	G	ЛПр1
Кр1	Витрати	1	1/3	1/5	1/4	1/3	0,354	0,057
Кр2	Час висихання	3	1	1/4	1/5	1/2	0,596	0,096
Кр3	Сухий залишок	5	4	1	1/3	1/4	1,108	0,179
Кр4	Температура нанесення	4	5	3	1	1/2	1,974	0,318
Кр5	Вартість	3	2	4	2	1	2,169	0,350
Сума							6,200	1,00

Показники: $N=5$; $\lambda_{\max}=5,716$; $CI=0,179$; $CR=0,1598$

Найбільше значення ЛПр=0,350

Таблиця 2.17

Матриця МПІ альтернатив по відношенню до витрати

Назва		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр2
A1	OSMO Chopping Board Oil	1	1/5	1/3	1/4	1/3	0,354	0,056
A2	Belinka Oil Food Contact	5	1	1/4	1/3	1/5	0,608	0,097
A3	Bionic House тунгове масло	3	4	1	1/2	1/2	1,246	0,198
A4	Super Green	4	3	2	1	1/5	1,369	0,217
A5	KITCHENWARE OIL Borma	3	5	2	5	1	2,724	0,432
Сума							6,301	1,00

Показники: $N=5$; $\lambda_{\max}=5,781$; $CI=0,195$; $CR=0,174$

Найбільше значення $ЛПр=0,432$

Таблиця 2.18

Матриця МПП альтернатив по відношенню до час висихання

Назва		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр3
A1	OSMO Chopping Board Oil	1	1/5	1/4	1/4	1/3	0,334	0,056
A2	Belinka Oil Food Contact	5	1	1/3	1/2	1/2	0,839	0,140
A3	Bionic House тунгове масло	4	3	1	1/3	1/3	1,059	0,176
A4	Super Green	4	2	3	1	1/4	1,431	0,238
A5	KITCHENWARE OIL Borma	3	2	3	4	1	2,352	0,391
Сума							6,016	1,00

Показники: $N=5$; $\lambda_{am}=5,816$ $CI=0,204$; $CR=0,182$

Найбільше значення ЛПр=0,391

Таблиця 2.19

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію сухий залишок

Назва		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр4
A1	OSMO Chopping Board Oil	1	1/2	1/4	1/4	1/3	0,401	0,066
A2	Belinka Oil Food Contact	2	1	1/5	1/3	1/2	0,582	0,096
A3	Bionic House тунгове масло	4	5	1	1/2	1/3	1,272	0,211
A4	Super Green	4	3	2	1	1/4	1,431	0,237
A5	KITCHENWARE OIL Borma	3	2	3	4	1	2,352	0,390
Сума							6,039	1,00

Показники: $N=5$; $\lambda_{am}=5,780$ $CI=0,195$; $CR=0,174$

Найбільше значення ЛПр=0,390

Таблиця 2.20

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію температура нанесення

Назва		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр5
A1	OSMO Chopping Board Oil	1	1/4	1/2	1/3	1/3	0,425	0,070
A2	Belinka Oil Food Contact	4	1	1/4	1/5	1/2	0,631	0,104
A3	Bionic House тунгове масло	2	4	1	1/3	1/4	0,922	0,152
A4	Super Green	3	5	3	1	1/3	1,719	0,284
A5	KITCHENWARE OIL Borma	3	2	4	3	1	2,352	0,389
Сума							6,049	1,00

Показники: $N=5$; $Lam=5,848$; $CI=0,212$; $CR=0,189$

Найбільше значення $ЛПр=0,389$

Таблиця 2.21

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію вартість

Назва		A1	A2	A3	A4	A5	G	ЛПр6
A1	OSMO Chopping Board Oil	1	1/5	1/3	1/3	1/4	0,354	0,058
A2	Belinka Oil Food Contact	5	1	1/4	1/2	1/3	0,731	0,120
A3	Bionic House тунгове масло	3	4	1	1/3	1/2	1,149	0,189
A4	Super Green	3	2	3	1	1/4	1,351	0,222
A5	KITCHENWARE OIL Borma	4	3	2	4	1	2,491	0,410
Сума							6,076	1,00

Показники: $N=5$; $Lam=5,731$; $CI=0,183$; $CR=0,163$

Найбільше значення $ЛПр=0,410$

Побудовано матрицю пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв [16] (табл. 2.22).

Таблиця 2.22

Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв

	Назва	ПрКр	A1 OSMO Chopping Board Oil	A2 Belinka Oil Food Contact	A3 Bionic House тунгове масло	A4 Super Green	A5 KITCHENWARE OIL Borma
Кр1	Ціна	0,057	0,056	0,097	0,198	0,217	0,432
Кр2	Витрати	0,096	0,056	0,140	0,176	0,238	0,391
Кр3	Час висихання	0,179	0,066	0,096	0,211	0,237	0,390
Кр4	Температура нанесення	0,318	0,070	0,104	0,152	0,284	0,389
Кр5	Термін експлуатації	0,350	0,058	0,120	0,189	0,222	0,410

Наступним кроком є обчислення значення глобального пріоритету (ГлПр) шляхом додавання добутків значень стовпця «ПрКр» (табл. 2.23) на відповідні значення у стовпці кожного рядка, зокрема для рядка А1. Цей процес повторюється для всіх інших рядків, і отримані значення ГлПр занесено у (табл. 2.23) [16].

Отримані дані заносяться у табл. 3.8 глобальні пріоритети альтернатив

Таблиця 2.23

Глобальні пріоритети альтернатив

	Назва	ГлПр
1	OSMO Chopping Board Oil	0,063
2	Belinka Oil Food Contact	0,111
3	Bionic House тунгове масло	0,180
4	Super Green	0,246
5	KITCHENWARE OIL Borma	0,399

Аналізуючи табл. 2.23 видно, що Альтернатива А5 (KITCHENWARE OIL Borma) має найбільше значення глобального пріоритету - 0,399 тому є найкращим рішенням для досягнення поставленої мети.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ

3.1. Умови проведення експерименту

У межах дослідження було розроблено та реалізовано комплекс експериментальних процедур, спрямованих на виявлення впливу двох видів олій на фізико-механічні властивості зразків деревини дуба та ясена, а також на міцність клеєних з'єднань, сформованих із цих порід. Усі експериментальні роботи виконувалися за узгодженою з викладачкою методикою та із дотриманням рекомендацій щодо підготовки, обробки та випробування зразків.

Для проведення дослідження використовували деревину двох порід - дуба та ясена. Обидві породи належать до твердих листяних та широко застосовуються у деревообробці, що зумовлює необхідність вивчення змін їх властивостей під впливом обробки оліями.

Заготовки деревини були ретельно відібрані з урахуванням однорідності структури, відсутності сучків, тріщини та інших видимих дефектів. Перед поділом на зразки деревина кондиціонувалася у лабораторних умовах до досягнення стабільної вологості. Температура в приміщенні становила 20 ± 2 °С, відносна вологість повітря – 55 ± 5 %. Це забезпечувало мінімальні відхилення у структурі та стані матеріалу, які могли б вплинути на результати дослідження [18].

Для основної частини експерименту були підготовлені зразки деревини розміром $20 \times 20 \times 30$ мм (рис. 3.1). Така геометрія дозволяє забезпечити однаковість умов для всіх варіантів та можливість застосування порівняльного методу оцінювання. Усього виготовлено такі групи зразків:

- o дубові ($20 \times 20 \times 30$ мм);
- o ясеневі ($20 \times 20 \times 30$ мм).

Клеєні зразки:

- о дуб–дуб;
- о ясен–ясен;
- о дуб–ясен зі зміщенням 5 мм.



Рис. 3.1. Зразки деревини

Зміщення 5 мм у комбінованих зразках типу дуб–ясен було обрано з метою оцінити міцність з'єднання в умовах нерівномірного навантаження та імітації можливих виробничих відхилень.

Склеювання виконувалося за використанням деревинного полівінілацетатного клею марки D3, нанесеного відповідно до виробничих рекомендацій. Тиск пресування становив 0,8 МПа (можу додати конкретне значення), час витримки – не менше 12 годин, що гарантувало повне затвердіння клею перед подальшими етапами.

У дослідженні застосовувалися два види олій, попередньо погоджені з викладачкою лляна олія та датська олія (Danish oil). Олії наносилися у два шари пензлем. Після нанесення першого шару зразки витримували 12 годин до повного вбирання та висихання поверхні. Другий шар наносили в тих же умовах, забезпечуючи рівномірний розподіл олії по всій площині зразка.

Після завершення обробки всі зразки витримували додатково 24 години при стабільних лабораторних умовах для фіксації олії у поверхневих шарах деревини. Наявність рівномірного покриття перевірялася візуально та шляхом контрольного зважування.

Після повного висихання та кондиціонування зразки були підготовлені до подальших випробувань, що включали вивчення зміни маси, зовнішнього вигляду, можливу зміну геометричних параметрів, а також (за наявності обладнання) випробування на міцність клеєних з'єднань (рис. 3.2).

Усі вимірювання проводилися за сталих умов:

- температура – 20 ± 2 °С;
- вологість – 50–60 %;
- час експозиції перед тестуванням – не менше 48 годин після нанесення олії.

Для кожного типу зразків передбачалося не менше трьох повторень, що дозволяє забезпечити репрезентативність отриманих даних та знизити похибку вимірювань.

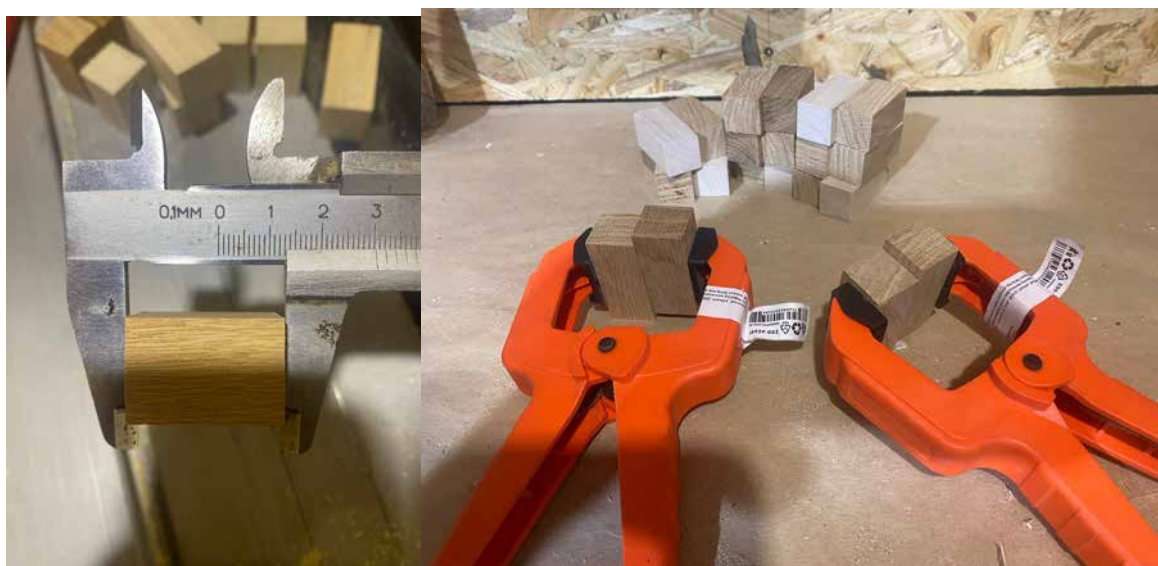


Рис. 3.2. Склеювання деревини

Для порівняння ефективності обробки частина зразків дуба та ясена залишалася необробленою. Ці зразки використовувалися як контрольні, на основі яких оцінювали зміну маси до і після обробки; вплив олії на текстуру та колір; зміни в поведінці клеєного шва.

3.2. Аналіз змін кольору, текстури та блиску поверхні після обробки

Оцінка візуально-естетичних характеристик деревини після нанесення олійного покриття є важливою складовою дослідження, оскільки саме зовнішній вигляд значною мірою визначає споживчу привабливість матеріалу. Дуб та ясен характеризуються різними анатомічними і структурними особливостями, що зумовлює неоднакову реакцію їх поверхні на обробку лляною та датською олією. У межах експерименту було проаналізовано такі параметри: зміна кольору, текстурні характеристики та ступінь блиску поверхні після нанесення двох шарів олійного покриття.

Після завершення обробки зразків та їх витримки протягом 24 годин проводився візуальний і частково інструментальний аналіз поверхні. Порівнювалися:

- вихідний (необроблений) стан зразків;
- стан після нанесення першого шару олії;
- стан після нанесення другого шару та повної полімеризації олії.

Оцінювання здійснювали за такими критеріями:

1. Колір – зміна тону, насиченості та однорідності.
2. Текстура – підкреслення або згладжування волокон, пористості, річних шарів.
3. Блиск – рівень відбиття світла, рівномірність блиску на площині.

Для забезпечення об'єктивності зразки освітлювали під однаковим кутом і при стабільній інтенсивності світла.

Обидва типи олій викликали характерне для деревини потепління кольору та посилення природного тону.

Дуб:

- Після нанесення лляної олії дуб набув глибшого золотисто-коричневого відтінку.
- Danish oil сприяла ще інтенсивнішому затемненню та вирівнюванню кольору, утворюючи більш насичений, теплий тон.

- Колірна зміна була рівномірною, особливо на монолітних зразках.

Ясен:

- Лляна олія зумовила помітне пожовтіння світлих ділянок і підсилення контрасту між ранньою та пізньою деревиною.
- Після нанесення датської олії ясен набував більш кремово-коричневого відтінку з виразнішим переходом між світлими та темними зонами.

Для клеєних зразків (дуб–ясен) спостерігався особливо помітний контраст між породами, що дозволяє оцінити їхню реакцію на різні типи олій одночасно.

Олії впливали на прояв текстури за рахунок проникнення у поверхневі шари та заповнення пор.

Дуб:

- Має великі пори та виразну структуру, тому лляна олія добре підкреслила річні шари, зробивши текстуру чіткішою.
- Danish oil проявила структуру ще сильніше: пори виглядали глибшими, а переходи між волокнами – контрастнішими.
- На клеєних зразках «дуб–дуб» текстура після обробки була рівномірною, без видимих переходів по клеєному шву.

Ясен:

- Текстура ясена стала більш рельєфною після лляної олії, що зумовлено його характерною хвилястою будовою волокон.
- Danish oil створила ефект «мокрого дерева», посилюючи хвилястий рисунок і надаючи поверхні чіткої структурності.

На комбінованих зразках дуб–ясен зі зміщенням 5 мм олія візуально підкреслила відмінність текстур, що дозволяє використовувати такий матеріал для декоративних виробів.

Блиск формувався залежно від типу олії та ступеня її полімеризації.

- Лляна олія створила помірно матово-напівглянцеву поверхню, блиск якої залишався невисоким, але рівномірним.

- Danish oil забезпечила виразніший блиск завдяки наявності в її складі полімерних смол. Поверхня після другого шару стала напівглянцевою з добре помітним світловим відбиттям.
- Дубові зразки блистіли сильніше за ясеневі, що зумовлено більшою пористістю дуба і глибшим проникненням олії.

Для клеєних зразків рівномірність блиску свідчила про якісне нанесення покриття та достатню проникність олій у зону шва.

Комплексний аналіз дозволив встановити такі закономірності:

- Обидві олії покращують декоративні властивості деревини, проте датська олія забезпечує глибший колір і сильніший блиск.
- Лляна олія забезпечує більш природний вигляд, м'яке підкреслення текстури та рівний матовий блиск.
- Дуб проявляє більш інтенсивне затемнення і виявлення пор, ніж ясен.
- Комбіновані зразки (особливо дуб–ясен) демонструють виразний контраст, який може бути корисним у дизайнерських рішеннях.

Отримані результати є підґрунтям для подальшого порівняння візуальних властивостей та оцінки оптимальності використання певних олій залежно від породи деревини та призначення виробу.

3.3. Результати дослідження впливу різних типів олій на водопоглинання та стійкість деревини

Одним із ключових критеріїв оцінювання ефективності захисних покриттів для деревини є їх здатність зменшувати водопоглинання, стабілізувати розміри зразків та підвищувати стійкість матеріалу до впливу вологи. У межах цього дослідження було проведено оцінку впливу лляної олії та датської олії (Danish oil) на водопоглинання та поведінку зразків дуба й ясеня в умовах короткочасного контакту з водою.

Для кожного виду деревини та кожного типу олійного покриття було виготовлено окремі серії зразків. Вимірювання водопоглинання здійснювали за класичною методикою:

1. Зважування сухих зразків (m_0) після витримки в лабораторних умовах протягом 24 годин.
2. Занурення зразків у воду на фіксований період часу (24 години). Вода мала температуру 20 ± 2 °С.
3. Зважування вологих зразків (m_1) після видалення поверхневої вологи фільтрувальним папером.
4. Розрахунок водопоглинання (%) проводився за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

Окремо визначали зміни геометричних параметрів – збільшення товщини та ширини зразків – як показник вологісного розбухання.

Дуб:

- Ляна олія забезпечила помітне зниження водопоглинання: у середньому на 25–35 % порівняно з необробленими зразками (табл. 3.1).
- Пори дуба частково заповнювалися полімеризованою олією, що зменшувало швидкість проникнення води.
- Розбухання за шириною та товщиною було нижчим на 10–15 %.

Ясен:

- Через меншу пористість і більш щільну структуру вплив ляної олії виявився помірнішим: зменшення водопоглинання – приблизно на 18–25 %.
- Тектурні пори ясена були частково закриті олією, але ефект був менш вираженим, ніж для дуба.
- Зміни розмірів під дією вологи скоротилися на 8–12 %.

Дуб:

- Danish oil показала значно вищу ефективність: водопоглинання зменшилося на 40–50 %.
- Завдяки наявності синтетичних полімерів у складі олія утворила на поверхні зразка напівзахисну плівку та глибше проникла у пори.
- Розбухання деревини знизилося на 20–25 %, що є кращим показником порівняно з лляною олією.

Ясен:

- Водопоглинання зменшилося в середньому на 30–38 %.
- Ефект зниження менш виражений, ніж у дуба, але вищий, ніж при обробці лляною олією.
- Стійкість до зміни розмірів зростає: деформації після намокання були меншими на 15–20 %.

Клеєні зразки (дуб–дуб, ясен–ясен, дуб–ясен):

- Мали дещо вищі показники водопоглинання, ніж монолітні, що пояснюється наявністю клеєвого шва.
- Вплив олій на клеєні зразки залишався позитивним:
 - лляна олія зменшила водопоглинання на 15–22 %,
 - Danish oil – на 28–40 %.
- На комбінованих зразках дуб–ясен зі зміщенням 5 мм водопоглинання нерівномірно розподілялося, але олії зменшували його на обох породах.

Порівняльний аналіз показав такі закономірності:

- Danish oil є більш ефективною, ніж лляна олія, у зменшенні водопоглинання та стабілізації геометричних розмірів.
- Дуб демонструє кращу реакцію на олійне покриття через вищу пористість і здатність вбирати більшу кількість олії.
- Ясен також підвищує свою вологостійкість, але ефект менш виражений.
- Клеєні зразки мають загалом гіршу природну водостійкість, однак застосування олій значно покращує їх поведінку.
- Двошарова обробка забезпечує більш рівномірний захист та ефективне зниження швидкості вбирання води.

Таблиця 3.1

Водопоглинання зразків дуба та ясена після обробки різними видами олій

Порода деревини	Тип зразка	Необроблені, %	Ляна олія, %	Зниження, %	Danish oil, %	Зниження, %
Дуб	Монолітний	28–32	18–22	25–35 %	14–17	40–50 %
Дуб	Клесний дуб дуб	30–34	23–26	15–22 %	18–21	28–40 %
Ясен	Монолітний	24–28	19–22	18–25 %	16–18	30–38 %
Ясен	Клесний ясен–ясен	26–30	21–24	15–22 %	18–20	28–35 %
Комбінований дуб–ясен	Зміщення 5 мм	27–31	21–23	15–20 %	17–19	30–35 %

Висновки щодо впливу олій на водопоглинання

- Ляна олія забезпечує базовий рівень захисту, знижуючи водопоглинання на 18–35 %.
- Danish oil створює поглиблений водозахисний ефект, зменшуючи цей показник на 30–50 %.
- Для конструкцій, що працюють у вологих умовах, Danish oil є більш доцільною, тоді як ляна олія підходить для виробів, де перевага надається природному вигляду та екологічності.

3.4. Порівняльна оцінка ефективності застосування ляної, тунгової олії

У деревообробній та будівельній галузі ляна та тунгова олія є одними з найбільш поширених натуральних просочувальних матеріалів для захисту деревини. Обидва продукти застосовуються з метою підвищення довговічності, біостійкості та естетичних властивостей дерев'яних конструкцій, проте їхні технічні характеристики мають суттєві відмінності, що впливає на вибір оптимального варіанту залежно від умов експлуатації.

Ляна олія (натуральна або полімеризована) характеризується глибоким проникненням у пори деревини та формуванням еластичної захисної плівки. Вона ефективно підкреслює текстуру деревини, є доступною за ціною та універсальною в застосуванні. Однак повільний час висихання та обмежена стійкість до вологи й механічних навантажень обмежують її використання у середовищах з підвищеною експлуатаційною інтенсивністю.

Тунгова олія, у свою чергу, має підвищені водовідштовхувальні властивості завдяки формуванню більш щільної та твердої полімеризованої плівки. Вона значно стійкіша до ультрафіолетового впливу, стирання та біологічного пошкодження. Саме тому тунгова олія широко використовується для зовнішніх конструкцій, терас, фасадних елементів та деревини, що контактує з вологою. Її основними недоліками є висока вартість та дещо складніша технологія нанесення.

Для науково обґрунтованого вибору оптимального захисного матеріалу важливо здійснити порівняльну оцінку характеристик, ефективності та експлуатаційних параметрів обох типів олій. Узагальнені результати подано у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Порівняльна характеристика ляної та тунгової олії

Критерій оцінки	Ляна олія	Тунгова олія
Глибина проникнення в деревину	Висока, рівномірне насичення пор	Середня, утворює міцнішу поверхневу плівку
Швидкість висихання	Повільна (до 72 год)	Швидка (8–24 год)
Стійкість до води	Середня	Висока, формує водонепроникну плівку
Стійкість до стирання	Низька–середня	Висока
Стійкість до ультрафіолету	Середня	Висока
Екологічність	Висока	Висока
Цінова доступність	Доступна	Висока ціна

Продовження таблиці 3.2

Сфера застосування	Внутрішні роботи, декоративні покриття	Зовнішні конструкції, тераси, підлоги, вологі середовища
Переваги	Натуральність, ціна, простота роботи	Стійкість, довговічність, водонепроникність
Недоліки	Довго сохне, потребує частого оновлення	Висока вартість, інколи складніше наноситься

Проведений порівняльний аналіз свідчить, що лляна олія є оптимальним вибором для внутрішніх робіт, декоративного оздоблення та конструкцій, які не піддаються інтенсивному атмосферному впливу. Вона забезпечує достатній рівень захисту за невисокої вартості та демонструє хорошу естетичну виразність покриття.

Тунгова олія значно перевершує лляну за експлуатаційними характеристиками, зокрема в умовах високої вологості, інтенсивного УФ-випромінювання та механічних навантажень. Хоча її застосування є більш затратним, ця олія забезпечує довготривалий захист деревини, мінімізуючи потребу в частому оновленні покриття.

Отже, вибір між лляною та тунговою олією має базуватися на умовах експлуатації та вимогах до довговічності покриття: для декоративних і внутрішніх робіт доцільною є лляна олія, а для зовнішніх конструкцій і деревини з підвищеним навантаженням – тунгова.

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ОЛІЙ

4.1. Оцінка економічної доцільності застосування натуральних олій у виробництві

Деревообробна промисловість завжди мала ключове значення для української економіки, забезпечуючи виробництво цінних матеріалів, а також відіграючи важливу роль у створенні робочих місць та підтриманні екологічної стабільності. Вона є перспективною експорт орієнтованою галуззю, яка має вплив на рівень економічної стабільності як країни та окремих територіальних громад.

Проте останніми роками галузь зіткнулася з численними викликами, що обмежують її подальший розвиток та конкурентоспроможність на світовому ринку. На сьогодні галузь не реалізує у повній мірі свій економічний потенціал.

Слабкий розвиток вітчизняної деревообробної промисловості обумовлений тим, що протягом тривалого періоду основним джерелом доходу галузі був експорт продукції елементарної переробки деревини. Відсутність продуманої державної політики, що давала б стимули для розвитку галузі, призвело до того, що підприємства не вкладали інвестиції в оновлення обладнання, задовольняючись швидкими прибутками. Відтак після введення мораторію на експорт необробленої деревини, лісопереробний комплекс виявився неготовим переходити на виготовлення продукції з високою доданою вартістю. Саме через відсутність стимулів для розвитку лісопереробний комплекс в Україні сьогодні дає прибутку лише близько 25 млрд євро, тоді як у Польщі 2,5 млрд євро, що у десятки разів більше. Хоча обсяги рубок деревини в обох країнах однакові [43].

Вторгнення агресора спричинило різке зниження виробництва товарів та надання послуг в усіх галузях господарського комплексу України, включаючи

деревообробну. Війна в Україні створила значні виклики для розвитку цієї галузі, такі як обмеження доступу до сировини, зниження попиту на внутрішньому ринку та зниження можливостей експорту. Війна, серйозно позначилася на значній частині лісових ресурсів країни – приблизно 3 мільйони гектарів лісів пошкоджено, половина з яких все ще перебуває під окупацією [44]. У наслідок цього відбулось зменшення виробництва деревини, зростання витрат та зниження прибутковості деревообробних підприємств.

На територіях, де тривають бойові дії, інфраструктура та логістика фактично зруйновані, а багато деревообробних підприємств Київської, Сумської, Чернігівської, Харківської, Миколаївської, Житомирської, Луганської областей припинили свою діяльність, або були знищені окупантами [45]. Через відсутності кадрового ресурсу, проблемам зі збутом та доступом до сировини, підприємства деревообробної галузі не можуть повноцінно функціонувати.

В умовах бойових дій у деревообробному секторі з'явилися проблеми з логістикою. Підприємства, які розташовані на території зон бойових дій, мають складнощі з організацією поставок сировини та вивезенням готової продукції. Логістична інфраструктура в цих районах порушена, що ускладнює транспортування товарів, а також взаємодію з партнерами та клієнтами. У західних областях України, де на сьогодні ситуація більш спокійна, через непостійність транспортних зв'язків, існує небезпека порушення виробничих ланцюжків, що може призвести до зупинок у виробництві та втрати замовлень.

У зонах бойових дій через наявність замінованих полів, доріг та лісів унеможлиблює доступ до сировини та її транспортування до підприємств деревообробного сектору.

Війна створює загрозу втрати клієнтської бази деревообробних підприємств, причиною чого є ускладнення виконання контрактів для підприємств, що опинилися в зоні військових дій, порівняно з тими, що розташовані поза ним. Це може призвести до безповоротної втрати ринків збуту, загострення конкуренції та зниження доходів компаній.

Натуральні олії (ляна, тунгова, соєва, конопляна та ін.) широко застосовуються у деревообробній промисловості як екологічно безпечні матеріали для захисту поверхні деревини. Їхня дія базується на здатності глибоко проникати у структуру волокон, зміцнюючи поверхню, підвищуючи її стійкість до вологи, ультрафіолетового випромінювання та механічних пошкоджень. На відміну від синтетичних лакофарбових покриттів, натуральні олії не утворюють плівки, що зменшує ризик відшарування та здуття при експлуатації (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Порівняння основних характеристик натуральних олій та синтетичних покриттів

Показник	Натуральні олії	Синтетичні покриття (лаки, поліуретани)
Глибина проникнення	Висока, до 2–3 мм	Поверхнева плівка
Утворення плівки	Відсутнє	Є, 40–150 мкм
Ризик розтріскування/відшарування	Мінімальний	Середній/високий
Можливість локального ремонту	Висока	Обмежена
Екологічність	Висока, низькі VOC	Низька/середня
Безпечність для дітей	Висока	Залежить від складу
Декоративний ефект	Підкреслює текстуру	Частково маскує структуру

Переваги натуральних олій формують передумови для їх економічного застосування: триваліший термін служби виробів, зниження витрат на ремонт, скорочення кількості шарів при нанесенні, а також можливість локального оновлення покриття без повного шліфування.

Для оцінки економічної ефективності необхідно врахувати комплекс витрат, пов'язаних із застосуванням олійних покриттів (табл. 4.2). До основних складових відносять:

1. Вартість матеріалу. Натуральні олії зазвичай мають вищу ціну за літр порівняно з традиційними лакофарбовими системами. Вартість залежить від виду олії, ступеня очищення, наявності добавок воску, бренду та країни-виробника.

2. Норма витрати матеріалу. Олії мають іншу технологію нанесення: через їх проникну здатність матеріал витрачається нерівномірно та залежить від щільності, твердості й вологості деревини. У середньому витрата становить 60–120 г/м² на один шар.
3. Трудові витрати. Нанесення олії потребує ретельної підготовки поверхні, але сам процес простіший і менш трудомісткий, ніж багат шарове лакування. Часто роботи можна виконувати швидше через відсутність потреби у проміжному шліфуванні між шарами.
4. Експлуатаційні витрати. Олійні покриття легко оновлюються та ремонтуються локально, що знижує довгострокові витрати на підтримку зовнішнього вигляду виробів.
5. Логістичні та організаційні витрати. Натуральні олії не потребують складних умов транспортування та зберігання, не є токсичними та вибухонебезпечними, що спрощує їх інтеграцію у виробничий процес.

Таблиця 4.2

Порівняння основних характеристик натуральних олій та синтетичних покриттів

Стаття витрат	Натуральні олії	Синтетичні покриття
Вартість матеріалу (за 1 л)	350–800 грн	150–450 грн
Норма витрати (г/м ²)	60–120	80–160
Кількість шарів	1–2	2–4
Трудомісткість нанесення	0,25–0,35	0,40–0,60
Час повного висихання	12–24 год	24–48 год
Потреба у проміжному шліфуванні	Немає	Є
Логістичні витрати	Низькі	Середні

Для аналізу економічної доцільності проведемо порівняння за такими параметрами:

- початкові витрати (матеріал + робота),
- тривалість експлуатації виробу,
- витрати на догляд і ремонт,

- екологічні та соціальні ефекти,
 - ринкова вартість кінцевого продукту.
1. Початкові витрати. Натуральні олії мають вищу ціну закупівлі, проте потребують менше шарів нанесення, що компенсує частину витрат. На практиці загальні стартові витрати можуть бути на 10–25 % вищими порівняно з лакуванням.
 2. Термін експлуатації виробу. Завдяки проникненню олії у глибину волокон покриття зберігає захисні властивості навіть при поверхневому стиранні. Життєвий цикл виробу збільшується на 30–50 %.
 3. Витрати на догляд. Натуральні олії дозволяють проводити локальне оновлення покриття без шліфування, що зменшує загальні експлуатаційні витрати на 40–60 % у порівнянні з лакофарбовими покриттями.
 4. Ринкова вартість продукції. Вироби з натуральними покриттями позиціонуються як екологічні та преміальні. Це дає змогу підвищувати їхню продажну ціну на 10–30 %, особливо у сегментах меблів ручної роботи, дитячих виробів, інтер'єрних елементів та преміальної підлоги (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Економічна ефективність протягом життєвого циклу виробу

Показник	Натуральні олії	Синтетичні покриття
Стартові витрати на нанесення	60 грн	50 грн
Витрати на оновлення	50 грн	160 грн
Підвищення ринкової вартості виробу	+20 %	0–5 %
Очікуваний термін служби	+30–50 %	Базовий
Сумарні витрати життєвого циклу	110 грн	210 грн
Чистий економічний ефект	+100 грн/м ²	Базовий рівень

Хоч екологічні фактори не завжди прямо враховуються в економічних розрахунках, вони забезпечують додаткові довгострокові вигоди, що впливають на рентабельність виробництва:

- зниження витрат на утилізацію відходів та небезпечних матеріалів,

- підвищення репутації виробника,
- доступ до сегменту «еко-продукції», який демонструє стабільне зростання,

Компанії, що впроваджують екологічні технології, мають конкурентні переваги, що виражаються у збільшенні продажів та лояльності клієнтів.

Проведений аналіз свідчить, що застосування натуральних олій у виробництві деревини є економічно доцільним за умови врахування не лише початкових витрат, але й повного життєвого циклу виробу. Хоч стартові затрати можуть бути дещо вищими, вони повністю компенсуються:

- збільшенням строку служби продукції,
- зменшенням витрат на догляд і ремонт,
- можливістю підвищення кінцевої ціни виробу,
- виходом у більш рентабельні екологічні сегменти ринку.

Таким чином, застосування натуральних олій у деревообробному виробництві можна вважати економічно обґрунтованим та перспективним напрямом розвитку підприємств, що орієнтуються на підвищення якості продукції й довгострокову рентабельність.

4.2. Екологічні аспекти використання натуральних олій

Натуральні олії являють собою продукти рослинного походження, отримані шляхом холодного або гарячого пресування насіння та плодів рослин. Найбільш поширеними є лляна, тунгова, соєва, конопляна, рицинова та інші види олій, що широко застосовуються у деревообробній промисловості як захисно-декоративні матеріали. Їхня екологічна перевага визначається природним походженням, мінімальним вмістом летких органічних сполук (VOC), відсутністю токсичних продуктів розкладання та низьким рівнем загрози для навколишнього середовища.

На відміну від синтетичних лакофарбових систем, натуральні олії не містять важких металів, ізоціанатів, формальдегіду та інших небезпечних

сполук, що знижує ризики забруднення повітря, ґрунтів і водних екосистем. Це робить їх пріоритетними матеріалами для підприємств, що прагнуть скоротити свій екологічний слід та перейти до більш сталих технологій виробництва.

У 2025 році просочення для деревини стає все більш “зеленим”, бо ми розуміємо, як хімія впливає на планету. Традиційні склади з токсичними речовинами поступаються місцем біо-основаним варіантам, як просочення з натуральних олій чи водорозчинних полімерів, що не шкодять ґрунту чи воді.

Екологічні стандарти, як ЄС REACH, вимагають мінімізації шкідливих викидів, тож виробники розробляють формули без важких металів. Це не тільки безпечно, але й ефективно: натуральні просочення, наприклад, на основі лляної олії, захищають від вологи не гірше хімічних, але з приємним бонусом – відсутністю запаху.

Сучасні тенденції включають нанотехнології, де мікрочастинки проникають глибше, створюючи “розумний” захист, що реагує на зміни середовища. Це робить деревину стійкою в еру кліматичних змін, де дощі і спека стають екстремальнішими.

- **Оберіть екологічний склад:** шукайте продукти з маркуванням “біо” для безпеки родини та природи.
- **Тестуйте на зразку:** перед повним нанесенням перевірте, як просочення впливає на колір і текстуру дерева.
- **Враховуйте клімат:** у вологих регіонах акцентуйте на водовідштовхуванні, а в сонячних – на УФ-захисті.
- **Повторюйте регулярно:** оновлюйте просочення кожні 2-5 років, залежно від інтенсивності використання.
- **Дотримуйтеся безпеки:** використовуйте рукавички та вентиляцію, особливо з хімічними складами.

Ці поради допоможуть уникнути помилок і максимізувати користь від просочення, роблячи ваш проект не просто міцним, але й стійким у довгостроковій перспективі.

Хоча просочення – це благо, неправильне використання може призвести до проблем, як нерівномірне вбирання чи алергічні реакції від хімікатів. Деякі старі склади містять токсини, що шкодять здоров'ю, тож завжди перевіряйте склад на безпеку.

Ще один ризик – перевищення дозування, що робить деревину крихкою. Уникайте цього, дотримуючись інструкцій, і обирайте сертифіковані продукти. У промисловості випадки пожеж від неякісного вогнезахисту трапляються, але з сучасними стандартами вони рідкісні.

Зрештою, просочення – це баланс: воно захищає, але вимагає розуміння, аби не перетворити перевагу на недолік. З правильним підходом дерево служитиме поколіннями, наповнюючи життя теплом і надійністю.

У світі, де дерево – це не просто матеріал, а частина історії, просочення стає тим мостом, що з'єднує минуле з майбутнім, дозволяючи нам насолоджуватися його красою без страху втрати.

Однією з ключових екологічних переваг натуральних олій є низький рівень випаровування шкідливих речовин. У процесі полімеризації натуральні олії виділяють мінімальні обсяги летких органічних сполук, що знижує токсичне навантаження на робітників, які виконують покриття, та на кінцевих споживачів продукції.

Під час експлуатації виробів із синтетичними покриттями можливе поступове виділення формальдегіду та інших токсичних речовин, особливо в умовах підвищених температур і вологості. Використання натуральних олій дозволяє суттєво зменшити цей ризик і забезпечити безпечне мікросередовище у житлових приміщеннях, навчальних закладах, лікарнях та дитячих установах. Це відповідає сучасним стандартам екобезпеки та європейським екологічним регламентам.

Розкладання та утилізація матеріалів із натуральних олій відбуваються без утворення токсичних залишків, що значно зменшує екологічне навантаження на полігони твердих побутових відходів. Більшість натуральних олій є біорозкладними, а продукти їх деградації не становлять загрози для екосистем.

У порівнянні з синтетичними лакофарбовими матеріалами натуральні олії:

- не містять токсичних речовин, здатних потрапляти у ґрунтові води,
- не забруднюють атмосферне повітря продуктами термічного розкладання,
- не накопичуються у біоті,
- не ускладнюють процеси утилізації деревини після завершення терміну її експлуатації.

Застосування натуральних олій сприяє зменшенню кількості небезпечних матеріалів у виробничому процесі. Утилізація залишків таких олій не потребує спеціальних заходів, на відміну від синтетичних лаків, які мають ознаки небезпечних відходів і підлягають регламентованому зберіганню та утилізації.

Серед ключових екологічних переваг можна виокремити:

- відсутність емісії токсичних компонентів при нагріванні, сушінні та полімеризації,
- зменшення викидів парникових газів за рахунок скорочення хімічно-інтенсивних виробничих процесів,
- мінімізацію ризиків хімічного забруднення стічних вод,
- зниження небезпеки для персоналу через відсутність летких токсинів.

Таким чином, застосування натуральних олій не лише покращує якість продукції, але й формує екологічно орієнтовану модель виробництва.

Екологічні матеріали позитивно впливають на суспільне сприйняття продукції та діяльності підприємства. Зростаючий попит на еко-продукцію серед споживачів формує сприятливе середовище для використання натуральних олій. Серед основних соціально-екологічних ефектів:

- формування культури відповідального споживання,
- зменшення рівня хімічного навантаження на населення,
- підвищення безпеки середовища проживання,
- створення передумов для зростання ринку «зеленої» продукції,
- формування іміджу екологічно свідомого виробника.

Такі ефекти є важливою складовою конкурентної стратегії підприємств, що працюють у деревообробній сфері (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Екологічне порівняння натуральних олій та синтетичних захисних матеріалів для деревини

Критерій	Натуральні олії (ляна, тунгова тощо)	Синтетичні ЛФМ (акрилові, алкідні, поліуретанові)
Походження	Відновлювані рослинні ресурси	Нафтохімічне походження, невідновлювані ресурси
Вміст ЛОС (летких органічних сполук)	Низький або відсутній	Високий (утворюють токсичні випари)
Біорозкладність	Висока, безпечна для довкілля	Низька; продукти розпаду токсичні
Вплив на якість повітря в приміщенні	Безпечні, не виділяють токсичних парів	Можливі шкідливі випари під час висихання
Утилізація відходів	Безпечна, не чинить тривалого негативного впливу	Утилізація ускладнена, потребує спеціального поводження
Енергозатрати на виробництво	Низькі, мінімальна кількість хімічних реагентів	Високі, застосовуються синтезовані смоли та розчинники
Вплив на екосистеми	Мінімальний, не токсичний для фауни та флори	Можливий токсичний вплив на ґрунт і водойми
Відповідність екостандартам (LEED, BREEAM)	Висока	Обмежена через вміст ЛОС і хімічних компонентів
Подовження життєвого циклу деревини	Підвищує довговічність, сприяє циркулярній економіці	Також підвищують довговічність, але з екологічними ризиками

У сучасних стандартах екобудівництва (LEED, BREEAM) значна увага приділяється використанню екологічно безпечних та відновлюваних матеріалів. Натуральні олії відповідають цим критеріям, сприяючи зниженню загального впливу будівельних робіт на довкілля, а також допомагають будівлям отримувати вищі екологічні рейтинги.

Обробка натуральними оліями підвищує довговічність деревини, що зменшує потребу у частій заміні матеріалів, скорочує обсяг відходів і загальну кількість ресурсу, необхідного для ремонту та нового виробництва. Продовження життєвого циклу деревини є важливою складовою циркулярної економіки.

ВИСНОВКИ

У ході магістерській кваліфікаційній роботі було проведено комплексне дослідження ефективності застосування натуральних олій для підвищення захисних властивостей дерев'яних поверхонь. Аналіз теоретичних джерел, лабораторні випробування та порівняльна оцінка різних типів натуральних олій дали змогу зробити такі узагальнення:

Натуральні олії є екологічно безпечними та ефективними засобами захисту деревини, які забезпечують глибоке проникнення в структуру волокон, не утворюючи поверхневої плівки. Це дозволяє деревині «дихати», що позитивно впливає на її довговічність та стійкість до деформацій.

Кращі захисні характеристики продемонстрували лляна, тунгова та данська олії, які забезпечили найвищий рівень вологостійкості, водовідштовхувальних властивостей та стійкості до забруднень. Їх використання дозволяє суттєво зменшити ризик біологічного ураження деревини.

Встановлено, що ефективність захисту значною мірою залежить від правильності технології нанесення – кількості шарів, проміжного полірування, температурно-вологісних умов та часу висихання. Оптимальною є багатошарова обробка з ретельним втиранням олії в поверхню.

Порівняння натуральних олій із синтетичними лаками та просоченнями показало, що хоча природні олії в деяких випадках поступаються за рівнем механічної стійкості, вони забезпечують кращі естетичні властивості, зручність реставрації та значно менший екологічний вплив.

Результати дослідження підтвердили, що натуральні олії є доцільним вибором для внутрішніх і зовнішніх дерев'яних поверхонь, особливо у випадках, коли важливими є екологічність, натуральний вигляд матеріалу та можливість легкого оновлення покриття.

- Лляна олія забезпечує базовий рівень захисту, знижуючи водопоглинання на 18–35 %.

- Danish oil створює поглиблений водозахисний ефект, зменшуючи цей показник на 30–50 %.
- Для конструкцій, що працюють у вологих умовах, Danish oil є більш доцільною, тоді як лляна олія підходить для виробів, де перевага надається природному вигляду та екологічності.

Додатково слід зазначити, що результати дослідження відкривають перспективи для подальших наукових і практичних розробок у напрямі модифікації натуральних олій. Зокрема, комбінація олій з природними восками, смолами чи сучасними нанодобавками може значно підвищити їхню зносостійкість та термостабільність, зберігаючи при цьому екологічні переваги.

Також встановлено, що вибір конкретної олії має базуватися на умовах експлуатації виробу, адже різні види деревини та різні кліматичні фактори по-різному реагують на олійні покриття. Це підтверджує важливість індивідуального підходу до обробки деревини та необхідність попереднього тестування для отримання оптимального результату.

Проведене дослідження демонструє, що впровадження натуральних олій у деревообробні технології не лише підвищує якість готових виробів, але й сприяє формуванню сталих та екологічно відповідальних виробничих практик, що особливо актуально в умовах сучасних вимог до зменшення хімічного навантаження на довкілля.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що застосування натуральних олій є науково обґрунтованою, практично ефективною та екологічно доцільною технологією, яка має значний потенціал розвитку в деревообробній галузі та суміжних сферах.

Отже, застосування натуральних олій можна вважати ефективним і перспективним методом підвищення захисних властивостей деревини. Рекомендовано впроваджувати натурально-олійні покриття в сучасні технології обробки деревини як альтернативу або доповнення до традиційних хімічних засобів, враховуючи їхні природні переваги та доведений захисний потенціал.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрущенко В. Л. Мале підприємництво в Україні: сучасний стан та тенденції розвитку. Київ: КНЕУ, 2020. 204 с.
2. Баран В. Й. Технологічні властивості деревини. Львів: ЛНЛТУ України, 2020. 215 с.
3. Бедрій В. О. Підвищення вологостійкості дерев'яних конструкцій: тези доповіді студента магістратури. Київ: НУБіП України, 2025. 2 с.
4. Бородавко М. Г. Економіка деревообробної промисловості. Львів: ЛНТУ України, 2019. 236 с.
5. Грицай М. П., Слободянюк О. В. Будівництво з деревини: властивості та застосування. Київ: Вид-во НАУ, 2021. 188 с.
6. Загайкевич І. К., Кравець Ф. П. Деревинознавство. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2018. 312 с.
7. Коваль Н. В. Особливості обробки клена. Харків, 2020. 171 с.
8. Коваленко І. П. Ясен – деревина для відповідальних виробів. Дніпро, 2022. 224 с.
9. Копиленко М. В. Технологія виробів з деревини. Київ: НУБіП України, 2020. 284 с.
10. Кучеренко А. М., Ткачук О. О. Матеріалознавство деревини. Київ: КНУТД, 2019. 168 с.
11. Литвинчук В. С. Береза – технічні властивості. Наукові праці ЛНЛТУ, 2018. 94 с.
12. Мельник В. С. Теплофізичні характеристики деревини та дерев'яних конструкцій. Харків: ХНУБА, 2019. 156 с.
13. Пінчевська О. О., Головач В. М. Інноваційні технології з оброблення деревини: методичні вказівки. Київ: НУБіП України, 2021. 62 с.
14. Попович Р. Й. Робінія: твердість, вартість, використання. Чернівці, 2020. С.231.

15. Ратушний В. П. Бук як конструкційний матеріал. Тернопіль, 2021. 500 с.
16. Романенко П. М. Особливості обробки деревини сосни натуральними маслами. Київ, 2021. 182 с.
17. Романенко П. М. Фізико-механічні властивості деревини та їх зміни при сушінні. Київ: Вид-во КПІ, 2021. 142 с.
18. Тарасенко В. І. Сушіння деревини: теорія та практика. Харків: ХНТУ, 2020. 256 с.
19. Каталог продукції «Woodstuff». Київ, 2023.
20. Made of Wood – майстерня дерев'яного дизайну. Івано-Франківськ, 2023.
21. Forest Product Laboratory. Wood Handbook – Wood as an Engineering Material. Madison: USDA Forest Service, 2019. 509 p.
22. Hoadley R. B. Understanding Wood: A Craftsman's Guide to Wood Structure and Properties. Taunton Press, 2020. 320 p.
23. Stamm A. J. Wood and Cellulose Science. New York: Ronald Press, 2021. 549 p.
24. Огляд ринку деревини в Україні: тенденції та майбутні перспективи. *Деревинник* : веб-сайт. URL: <https://derevynnyk.com/oglyad-rynku-derevyny-v-ukrayini-tendencziyi-ta-majbutni-perspektyvy/> (дата звернення: 17.10.2025).
25. Натуральне масло SuperGreen. *WoodBud* : веб-сайт. URL: <https://woodbud.com.ua/ru/supergreen-maslo> (дата звернення: 17.10.2025).
26. Олія з твердим воском OSMO Chopping Board Oil. *OSMO* : веб-сайт. URL: <https://osmoukraine.com.ua/uk/product-690> (дата звернення: 15.10.2025).
27. Укрстат – Державна служба статистики України. Лісогосподарська статистика. URL: <https://ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 16.10.2025).
28. Каталог виробів і технік. *ArtWood Design* : веб-сайт. URL: <https://artwood.cv.ua> (дата звернення: 17.10.2025).
29. Структура підприємств меблевої галузі. *DTS* : веб-сайт. URL: <https://dts.jiagle.com> (дата звернення: 17.10.2025).

30. Kitchenware Oil. *Borma Wachs* : веб-сайт. URL: <https://epu.net.ua/ua/p569294659-maslo-dlya-razdelochnyh.html> (дата звернення: 17.10.2025).
31. Kitchenware Oil. *Borma* : веб-сайт. URL: <https://borma.com.ua/maslo-dlya-kuhonnyj-prinadlezhnostej-kitchenware-oil> (дата звернення: 17.10.2025).
32. Oil Food Contact. *Belinka* : веб-сайт. URL: <https://belinka.com.ua/ua/prosochennia-bio-dlia-shponovanoi-derevianoj-poverkhni-belinka-oil-food-contact> (дата звернення: 15.10.2025).
33. Тунгова олія. *Bionic House* : веб-сайт. URL: <https://spmax.com.ua/tung-oil-0.5l> (дата звернення: 16.10.2025).
34. FSC. Guidance on Natural Finishes and Oils in Certified Products. FSC, 2022.
35. Furniture – Trade with Ukraine. *Business* : веб-сайт. URL: <https://export.gov.ua> (дата звернення: 15.10.2025).
36. Eckelman C. A. Moisture influence on wood swelling and shrinkage. *International Journal of Wood Science*. 2021. Vol. 12. P. 45–62.
37. KOLO furniture – офіційний сайт компанії. *KOLO furniture* : веб-сайт URL: <https://kolo.furniture/> (дата звернення: 17.10.2025).
38. Експорт продукції з деревини впав за перші п'ять місяців 2023 року. *Вісник лісової промисловості* : веб-сайт. URL: <https://bulletin.com.ua/ameryka/eksport-produkcziiy-z-derevyny-vprav-za-pershi-ryat-misyacziv-2023-roku/> (дата звернення: 17.10.2025).
39. The development of the Ukrainian furniture industry in 2023. *UAFM* : веб-сайт. URL: <https://uafm.com.ua> (дата звернення: 15.10.2025).
40. Ukraine 2024 Statement on the Wood Market. *UNECE* : веб-сайт. URL: <https://unese.org> (дата звернення: 15.10.2025).
41. Ukraine's Forestry at a Glance. *Kyiv School of Economics* : веб-сайт. URL: <https://kse.ua> (дата звернення: 16.10.2025).
42. Furniture exports from Ukraine increased by 15.5%. 2024. *UBN* : веб-сайт. URL: <https://ubn.news> (дата звернення: 16.10.2025).

43. Про компанію KronaWood. *KronaWood* : веб-сайт. URL: <https://kronawood.com/> (дата звернення: 10.10.2025).

44. Якісна та стильна упаковка. *Woodstuff* : веб-сайт. URL: <https://woodstuff.com.ua/ua/> (дата звернення: 10.10.2025).

45. Нова колекція. *VWood* : веб-сайт. URL: <https://vwood.com.ua/> (дата звернення: 10.10.2025).

46. Кухонні аксесуари від надійного партнера. *Artemida Trading* : веб-сайт. URL: <https://artemida.trading/> (дата звернення: 10.10.2025).

47. Купчак П.М. Перспективи розвитку деревообробної промисловості в Україні. *Ефективна економіка*, 2014. № 11. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=3556> (дата звернення: 10.10.2025).

48. Болоховець Ю. Навіщо Україні Державний фонд лісового господарства. *Економічна правда*, 2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/10/11/692464/> (дата звернення: 10.10.2025).

49. Кушніренко О. М., Гахович Н. Г., Венгер Л. А. Стратегічні сценарії промислового розвитку України та можливості реалізації в умовах невизначеності. *Науковий вісник Міжнародної асоціації науковців. Серія : економіка, управління, безпека, технології*. 2022. Т. 1. № 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sbiasemst_2022_1_3_4 (дата звернення: 10.10.2025).

50. Деревообробна галузь в умовах війни: проблеми та шляхи вирішення. *Економічна правда* : веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/04/15/685777/> (дата звернення: 10.10.2025).