

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ІННІ Лісового і садово-паркового господарства

УДК 645:697.93

ПОГОДЖЕНО

Директор ІННІ

Лісового і садово-паркового
господарства

Роман ВАСИЛИШИН

(підпис)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри

Технологій та дизайну виробів з
деревини

Андрій СПИРОЧКІН

(підпис)

«__» _____ 20__ р.

«__» _____ 20__ р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На тему: «Обґрунтування можливості використання термообробленої
деревини в столярних виробках»

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Спеціалізація: «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Деревообробні та меблеві технології

Програма підготовки: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д.т.н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Олена ПІНЧЕВСЬКА

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., проф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Олена ПІНЧЕВСЬКА

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

ОЛЕНА АЛЕКСЕЄНКО

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ Лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри технологій та
дизайну виробів з деревини

к.т.н., доц.

Андрій СІМРОЧКІН

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Алексєнко Олені Вікторівні

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Магістерська програма: Сунасні деревооброблювальні технології

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Обґрунтування можливості використання термообробленої деревини в столярних виробках» затверджена наказом ректора НУБіП України від «23» жовтня 2023 р. № 1018 (С)

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 03.11.2023 року

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи звіти роботи базового підприємства, звіти з виробничої, переддипломної практики, методики виконання експериментальних досліджень, державні, міждержавні стандарти.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Зробити аналіз використання виробів з термообробленої деревини у та технологій виготовлення термообробленої деревини.
2. Провести розрахунок пріоритетного клею.
3. Провести експериментальні дослідження з визначення кращого клею для склеювання термообробленої деревини
4. Розробити проект вікна з термообробленої деревини

Дата видачі завдання « » 20 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Олена ПІНЧЕВСЬКА

Завдання прийняв до виконання

Олена АЛЕКСЄНКО

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить 65с., рис.18, табл.39, 30 джерел.

Магістерська робота складається з чотирьох розділів. Перший розділ присвячений аналізу літературних джерел по виготовленні термомодифікованої деревини. Розглянуто основні види термообробленої деревини та технологічні процеси її виготовлення. Проаналізовано використання термомодифікованої деревини у столярних виробах, зокрема у виготовленні віконних блоків.

У другому розділі проведено опис клеїв та проведено розрахунок пріоритетного матеріалу. Для цього застосовано методи нечіткої логіки, а саме метод експертних оцінок, розставляння пріоритетів та аналізу ієрархій, які дозволили визначити пріоритетний адгезив - епоксидний клей.

У третьому розділі наведено опис проектного виробу та проведено розрахунки норм витрат. Наведено розрахунок норм витрат сировини та матеріалів на виготовлення віконного блоку.

У четвертому розділі наведено методику випробування міцності клейового з'єднання термомодифікованої деревини та результати проведених експериментальних досліджень з визначення міцності склеювання термообробленої деревини в столярних виробах. Розрахунковий термін окупності виготовлення віконного блоку становить 4 роки.

Ключові слова : деревина термічне оброблення, пріоритетний клей, конструкція вікна

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ I. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ПО ВИГОТОВЛЕННІ ТЕРМОМОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ	7
1.1 Основні види та характеристики термообробленої деревини	7
1.2 Термічно оброблена деревина в столярних výroбах	13
1.3 Процес виготовлення термічно обробленої дошки	16
1.4 Використання термічно обробленої деревини в виготовленні віконних блоків	17
РОЗДІЛ II. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ПРІОРИТЕТНОГО МАТЕРІАЛУ	19
2.1 Опис класів із технічними характеристиками	19
2.2 Метод експертних оцінок	23
2.3 Метод розставляння пріоритетів	25
2.4 Метод аналізу ієрархій	33
РОЗДІЛ III. ПРОЕКТ ВІКОННОГО БЛОКУ	41
3.1 Опис виробу	41
3.2 Розрахунок норм витрат сировини та матеріалів на виготовлення віконного блоку	42
3.3 Технологічний процес виготовлення віконного блоку	46
РОЗДІЛ IV. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ СКЛЕЮВАННЯ ТЕРМООБРОБЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ У СТОЛЯРНИХ ВИРОБАХ	50
4.1 Методика та результати експериментальних досліджень з визначення міцності склеювання зразків термомодифікованої деревини	50
4.2 Розрахунок окупності виготовлення віконного блоку з термомодифікованої деревини ясеня	55
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Термодерешина це деревина, яка без додавання будь-яких хімічних речовин пройшла термічну обробку при високих температурах (175-200°C) які змінили її якісні характеристики в кращу сторону.

Виходячи з європейських стандартів термодерешину поділяють на три основні види.

1. Medium або Termo-S в даному випадку деревина піддається обробці при температурі 190°C. Фізичні властивості в даному випадку майже не змінюються.

Такий вплив більше позначається на зовнішньому вигляді матеріалу. Дошка стає темнішою і набуває червонуватого тону. Таку дошку використовують всередині квартир і будинків.

2. Termo-Добробка деревини відбувається при температурі 200-230°C. Дана обробка дає змогу максимально зменшити вплив вологи і використовуватися в подальшому в зовнішніх роботах.

3. Обробка проводиться при температурі більше 230°C. Деревина під таким впливом стає темною і позбавляється початкової міцності.

Термодощка може використовуватися в різних сферах. Найчастіше вона використовується в таких сферах:

- підшивка звисів і обшивка фасадів;
- облаштування терас закритого і відкритого тип, які примикають до житлового будинку;
- зведення веранд, альтанок;
- обробка підлоги і стін в саунах і ваннах;
- виготовлення меблів, комплектуючих виробів та музичних інструментів;
- виготовлення підлоги (паркет, паркетна дошка, дошка для підлоги);
- будь-які дизайнерські рішення та реставрація.

Отже термодощка це універсальний матеріал, який в деревообробній промисловості користується широким попитом для використання

Об'єкт дослідження: технологія виготовлення віконних блоків з термічно обробленої деревини

Предмет дослідження: виготовлення віконного блоку з термічно обробленої деревини.

Мета роботи: розроблення конструкцію віконного блоку з термообробленої деревини

Завдання:

1. Провести аналіз літературних джерел з технологій виготовлення термомодифікованої деревини та виробів з неї.
2. Провести розрахунок пріоритетного матеріалу для виготовлення віконного блоку
3. Запропонувати проєкт віконного блоку з термомодифікованої деревини
4. Провести дослідження з визначення міцності склеювання термообробленої деревини в столярних виробах.

Методи дослідження: аналітичний – для конструкцій столярних виробів; теоретичний – для визначення пріоритетної клейової композиції із застосуванням методів нечіткої логіки – експертного методу, методу розставляння пріоритетів та методу аналізу ієрархій, експериментальний – для визначення міцності склеювання термомодифікованої деревини

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ПО ВИГОТОВЛЕННІ ТЕРМОМОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ

1.1. Основні види та характеристики термообробленої деревини

Термічно оброблена деревина вважається вдосконаленим деревом. Це деревина, яка без додавання будь-яких хімічних речовин проходить термічну обробку за високих температур ($175 - 200^{\circ}\text{C}$), як змінюють її характеристики в кращу сторону.

Термічно оброблена деревина – це 100% натуральний масив. Кожна дошка є неповторною та унікальною, як і все, що створює природа. Натуральний матеріал, і зокрема термічно оброблена деревина, вигідно відрізняється від них хоча б тим, що люди не скоро відмовляться від нього. Можливо, це не станеться ніколи. Тут як з класикою – вона безсмертна і поза конкуренцією з модними віяннями [1]. Вигляд термічно обробленої дошки показано на рис. 1.1



Рис. 1.1 Зовнішній вигляд термічно обробленої дошки [2]

Завдяки такій обробці дерево отримує багато позитивних якостей:

- підвищується термін експлуатації дерев'яних виробів;
- поверхня виробу високої якості;
- може витримати різні перепади температури;
- практично не всихає, на відміну від звичайного дерева;
- екологічно чистий матеріал без використання хімії, тому не має ніяких сторонніх запахів;

– термічно оброблене дерево має слабку займистість, погано розгорається;
– така деревина не піддається процесу гниття;

– у даного дерева тон на зрізах буде однаковий

Види термічно обробленої деревини:

Сосна – це продукт, який охоче використовують в інтер'єрі, це все завдяки її тепловому відтінку і яскравому контрастному малюнку необробленої деревини з характерними сучками.

Однак цей вид надзвичайно вразливий для будь-яких погодних умов тому навіть при систематичному догляді його використання на фасаді або терасі може мати негативні наслідки.

Завдяки термообробці деревина сосни набуває такі параметри які дозволяють використовувати її для зовнішніх робіт.

Фасадні плити стійкі до впливу погодних умов. Відповідно до стандарту EN 350-2, який визначає стійкість деревини до грибків і шкідників, що розкладає деревину, (де 1 – найбільш стійкий, а 5 – найменш стійкий).

Під впливом термічної обробки сосна набуває більш теплого карамельного кольору, зберігаючи при цьому свій природний візерунок. Тераса або фасад з термічно оброблених соснових дошок під впливом світла і погоди набувають привабливий сріблясто-сірий блиск.

Однак, якщо потрібно зберегти їх природний теплий коричневий колір, то для цього досить регулярно доглядати маслом. Зовнішній вигляд термічно обробленої сосни показано на рис 1.2



Рис. 1.2 Термічно оброблена деревина сосни [2]

Термічно оброблений ясень – одна з найміцніших порід дерева в наших широтах. Володіє вищим класом міцності (клас C по EN 350-2[22]).

Піддаючись впливу різних погодних умов, він може використовуватися кілька десятиків років.

Спочатку світло-коричневий з темною серцевиною, облагороджений термічно оброблений ясен набуває відтінок однакового темного кольору латте макіато, на якому виділяються контури кілець.

Термічно оброблена деревина ясеня має щільну текстуру і гладку поверхню, що робить його приємним на дотик. На відміну від сосни, він практично не має сучків і має рівну і тверду поверхню.

Однак очищення і захист (за допомогою захисних препаратів, що містять УФ-фільтри, дозволять зберегти первісний шоколадний відтінок деревини [2]). Зовнішній вигляд термічно обробленої деревини ясеня показано на рис 1.3.



Рис. 1.3 Термічно оброблена деревина ясеня [2]

Кедр. Хвойна порода з вишуканою текстурою. Піддається термічній обробці при температурі 214 °С. Має золотисто-коричневий колір. Ідеально використовувати для інтер'єрів (при обробці стель, стін), екстер'єрів (при

підшивці з висів покрівлі), парних. Завдяки легкій вазі рекомендований для фасадних конструкцій. Зовнішній вигляд наведено на рис. 1.4



Рис. 1.4 Термічно оброблена деревина кедра [20]

Береза. На відміну від ясеня або бука є економ-варіантом для внутрішньої або зовнішньої обшивки стін, укладання підлоги. Термічно оброблена береза в темно-коричневому кольорі додає до будь-якого проекту ексклюзивність дорогих екзотичних порід. Зовнішній вигляд термічно обробленої берези наведено на рис. 1.5



Рис. 1.5 Термічно оброблена деревина берези [2]

Термічно оброблена деревина відноситься до двох стандартних класів обробки, Termo-S і Termo-D

Буква "S" в "Termo-S" означає стабільність. Поряд із зовнішнім виглядом, стабільність є ключовою властивістю у кінцевому застосуванні продукту цього класу обробки. Середні дотичні набряки і усушка для деревини класу Termo-S становлять 6-8%. Термічно оброблена деревина Termo-S класифікується як відносно міцний матеріал відповідно до

стандарту EN 113, тобто його природний опір розпаду відповідає вимогам класу 3.

Рекомендовані кінцеві застосування термічно обробленої деревини класу Thermo-S наведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1[3]

Застосування термічно обробленої деревини класу Thermo-S

Thermo-S М'яка деревина	Thermo-S Тверда деревина
– конструктивні елементи	– обробка
– обробка в сухих умовах	– кріплення
– кріплення в сухих умовах	– меблі
– меблі	– настил підлог
– садові меблі	– структури сауни
– лавки для сауни	– садові меблі
– дверні та віконні компоненти	

Буква "D" в "Thermo-D" означає довговічність. Поряд із зовнішнім виглядом, біологічна довговічність є ключовою властивістю у кінцевому застосуванні продукту цього класу обробки. Середні дотичні набряки і усадки для термічно обробленого дерева класу Thermo-D становлять 5-6%.

Термічно оброблена деревина Thermo-D класифікується як міцний матеріал відповідно до стандарту EN 113, тобто його природний опір розпаду відповідає вимогам класу 2. Унікальні технологічні властивості (основні – довговічність, низька гігроскопічність і розмірна стабільність)

термодеревини роблять можливим її застосування в різних сферах [3].

Рекомендовані кінцеві застосування термічно обробленої деревини класу Thermo-D наведено в табл. 1.2

Таблиця 1.2 [4]

Застосування термічно обробленої деревини класу Thermo-D

Thermo-D М'яка деревина

Thermo-D Тверда деревина

– оболонка

Кінцеве застосування як і

– зовнішні двері

в Thermo-S.

– жалюзи

Якщо потребується темніший

– екологічні споруди

колір, то краще використовувати

– меблі для сауни та ванни

Thermo-D.

Характеристики термічно обробленої деревини

1. Розміростійкість дана властивість означає, що жодні зовнішні чинники не зможуть вплинути на те, щоб термічно оброблена деревина

втратила свій товарний вигляд. Натуральне дерево деформується від вологи,

а термічно оброблена деревина ні. Це пов'язано з тим, що термічно

оброблена деревина має практично нульову рівноважну вологість, а

здатність поглинати водяну пару практично відсутня

2. Ще одна важлива властивість, якою володіє термічно оброблена

деревина це підвищена міцність і довговічність. Завдяки термічній обробці

тривалість “життя” дощок збільшується. Це обумовлено тим що при дії

високої температури в дереві розпадаються речовини-полісахариди. У

підсумку деревина набуває високих захисних властивостей, які повністю

усувають можливість виникнення “грибка” цвілі або комах.

3. Термічно оброблена деревина має підвищену пожежостійкість.

Всім добре відомо, що звичайна деревина має здатність до швидкого

загорання. Звичайно, це є однією з найбільш негативних її властивостей.

Термічна деревина завдяки процесу модифікації стає набагато менш

пожежонебезпечною.

4. Термічно оброблена деревина має великий естетичний потенціал,

що є ключовим фактором для оригінальності та краси дизайну. Після

модифікації термічна деревина за своєю структурою стає схожа на

благородні породи тропічних дерев. Але оздоблювальні матеріали з тропічних дерев в Україні практично неможливо придбати, вони в дефіциті і коштують величезних грошей, проте термічна деревина, не дивлячись на свою елітність і якість, є доступною для основної маси споживачів.[4]

Термічно модифікована деревина набуває такі властивості:

1. Довговічність. Термічна обробка істотно підвищує біологічну довговічність матеріалу (стійкість до біологічних впливів).

2. Гігроскопічність. Термічна обробка призводить до зменшення рівноважної вологості матеріалу в середньому на 40-50% по відношенню до необробленої деревини і суттєво зменшує проникнення води. Поверхня термічно обробленої деревини не пориста, а щільна, що знижує його здатність вбирати вологу з повітря.

3. Теплопровідність. У термічно обробленій деревині цей показник на 20-25% нижчий в порівнянні із звичайною деревиною, що дає можливість краще зберігати тепло в дерев'яних будинках.

4. Розмірна стабільність. Термічна деревина має стабільність розмірів при перепадах температури і вологості навколишнього середовища.

5. Естетичні властивості. Однорідна зміна кольору по всій товщині.

Можливість отримання деревини благородного відтінку зістареного дерева. При обробці ефектно проявляється структура деревини, підвищуються її декоративні властивості. Недорогим породам деревини можливо надати зовнішнього вигляду цінних порід [5].

1.2 Термічно оброблена деревина в столярних виробках

Унікальні технологічні властивості такі як довговічність, низька гігроскопічність і розмірна стабільність термічно обробленої деревини роблять можливим її застосування в різних сферах.

Завдяки широким естетичним можливостям матеріал часто використовується дизайнерами для внутрішньої обробки. Стабільність

геометричних розмірів термічно модифікованої деревини і стійкість до зовнішнього впливу її використанню у виробництві меблів, віконних рам, дверей, паркетної дошки. При виготовленні меблів можлива імітація деревини цінних порід. Крім цього, при механічних пошкодженнях меблі з термічно модифікованої деревини не вимагають підфарбовування через однорідність кольору по всьому перерізу матеріалу. У виробництві вікон оброблена деревина не потребує додаткового захисту і багаторазового фарбування протягом багатьох років експлуатації [6].

Один з напрямків використання термічно обробленої деревини – це конструкційний матеріал для вуличного застосування. Наприклад, зовнішнє облицювання фасадів, якому не страшні ні коливання температури, ні вологість. Висока стійкість до гниття, резистентність до впливу грибків та шкідників дозволяють використовувати деревину у вигляді терасної дошки і садових доріжок. Термічно оброблена деревина відмінно підходить для обшивки саун і лазень. Деревина практично не вбирає вологу, не виділяє смолу. Крім того, утримуючи тепло, сама по собі вона істотно менше нагрівається, що робить перебування в парній більш комфортним.

Термічно оброблена деревина не має рівних собі у жорстких умовах експлуатації. Стійкість до вологи дає можливість використовувати її як облицювальний матеріал, що знаходиться в безпосередній близькості з водою: територія поруч із басейном, інтер'єр аквапарку, ванні, штучних водоймищ тощо.

З термічно обробленої деревини можуть виготовлятися комплектуючі, музичні інструменти, домашні речі, малі архітектурні форми, садово-паркові конструкції тощо [6].

Використання термічно обробленої деревини в якості матеріалу для несучих конструкцій є одним з пріоритетних напрямків наукових досліджень. В даний час рішення знайдено у вигляді композитного клеєного бруса (клеєний термічно оброблений брус), що об'єднує ламелі з модифікованої і звичайної деревини. Функції термічної деревини полягають

у підтримці стабільності розмірів та протидії впливу зовнішнього середовища, а центральні ламелі з необробленого матеріалу служать для надання необхідної міцності.

Крім клеєного бруса на ринку є інший конструкційний матеріал – термічно оброблений масивний (профільований) брус. Одним з перспективних напрямків термічної модифікації деревини можна вважати переробку і використання низькоякісної деревини, зокрема берези. [7]

Термічно модифіковані дерев'яні поверхні надійні та не містять хімікатів. На відміну від композитних матеріалів, термічно модифікована деревина не включає додані пластикові матеріали, при її виробництві використовується лише поєднання тепла та пари.

Тераса з термічно обробленої деревини створює особливу атмосферу в громадських місцях. Важливим фактором для вибору у цьому випадку є зносостійкість. Термостійкий ясен має найвищий клас міцності серед різних видів натуральної та обробленої деревини. А для виробництва настилу з термічно обробленої сосни закупають сировину тільки в північних країнах, тому що в цих кліматичних умовах дерево росте повільніше і має більш щільну деревину. Стабільність та довговічність термічний ясен та

термічна сосни гарантовані процесом термічної модифікації, який називається «Intense», під час якого деревина нагрівається до 215 градусів. [8]

Застосування термічно модифікованої деревини

- термічно оброблена деревина використовується для виготовлення елементів декору: підвіконня, поручні, наличники і інші елементи. Встановлені в лазні підвіконня стійкі до вологи і ніколи не деформуються.

Покрите маслом підвіконня надовго збереже свій відтінок при будь-яких умовах. Квітникарі завжди розставляють свої рослини на підвіконні та від недбалого поливу вони часто псується. На виготовленому підвіконні з застосуванням термообробки поливання квітів не зпсує фактуру. З термо дошки виходить красиві садові меблі [8];

- широко використовується в будівництві брус, виготовлений із застосуванням термообробки. З бруса будують будинки, лазні. Брус «SHIP» застосовують у будівництві терас, альтанок, парканів. Для прикраси інтер'єру брус використовують в оформленні саду, декоруванні стін. Брус йде для монтажу крокв, опор, лад під палубну і терасну дошку. З бруса легко самому зробити міцну опору в господарській споруді;

- термічно оброблена дошка, на відміну від звичайної дошки, добре витримує перепади температур. Тому вона більше підходить для облаштування теплої підлоги ванної кімнати. Головне для підлоги використовувати рівномірний електричний нагрів до температури-35С.

Теплі підлоги у ванній кімнаті з термодощки творять незвичайний дизайн.[9]

1.3 Процес виготовлення термічно обробленої дошки

Для виробництва матеріалу деревину підігрівають до 140-270°C. Максимальна температура нагріву залежить від щільності дерева. Часткове згоряння ксилози в сушильних камерах змінює якість матеріалу. З хвойних порід застосування високих температура виганяє смолу.

Термічно оброблена деревина набуває карамельний колір і рівноважну вологість. Змінюється не тільки зовнішня, але й внутрішня структура, тому місце зрізу обробленої дошки має таке ж забарвлення, має таку ж міцність, як і поверхня. Теплову обробку поєднують з водної, що призводить до гідролізу складових частин дерева.

Зараз термічну обробку проводять чотирма методами:

1.Одноступінчатий метод обробки паром відбувається в спеціальних агрегатах, що дуже схожі на сушильні камери. Технологія передбачає подачу пари, яка зменшує вміст кисню камери до 3.5%. В нагрітій до 150-200С деревині сповільнюється оксидування. Попередньо висушене дерево обробляється приблизно 3 дні. Термічна обробка сирій деревини вимагає більше часу з урахуванням просушування[10].

2. Багатоступінчастий метод нагадує процес варіння. Технологія полягає у вологій обробці дерева водою або паром. Варіння відбувається при стандартній температурі 150-200С в герметичній камері під тиском 1.6 МПа. Далі матеріал сушиться близько 4-х днів в камері до досягнення вологості 10%. При настанні фази твердіння, деревину прогрівають 16 годин до температури 170-190С.

3. Ще один метод гарячої обробки передбачає занурення сухого дерева в масло. Процес триває близько доби. Масло повільно підігрівається близько 4-х годин до температури 180-220С. За весь час прогріву і до повного охолодження деревина вбирає масло.

4. Метод обробки інертними газами називають ректифікацією. Технологія передбачає обробку дерева азотом з 2% кисню під тиском.

Класи на які поділяють обробку термічно оброблену деревину[25]:

Термічно оброблену деревину виробляють при різних температурах.

Саме така різниця розділяє матеріал на три класи:

- термічна деревина 1-го класу отримується при температурі 190С.

Даний матеріал володіє низькими технічними характеристиками з невеликою зміною кольору;

- матеріал 2-го класу отримується після обробки температурою 210С.

Термічна деревина стає міцною і стійкою до тиття. Одночасно вона втрачає пластичність та стає більш крихкою. Колір матеріалу 2-го класу більш темний, ніж у 1-го класу;

- найвищий клас термообробки деревини – 3-й. Термічно оброблена деревина після випалювання температурою 240С набуває високу щільність, стаючи більш стійкою до негативних природних факторів.[10]

1.4 Використання термічно обробленої деревини в виготовленні

віконних блоків

Дерев'яні вікна завжди були й будуть в тренді. Цей матеріал використовують століттями при будівництві будинків, виготовленні меблів,

а також при виготовленні вікон та дверей. Він є популярним завдяки своїм властивостям та технічним характеристикам. Так як деревина володіє низькою теплопровідністю, а значить забезпечує високі показники теплоізоляції. Варто також враховувати, що дерево «дихає» завдяки цьому відповідно зменшується імовірність утворення конденсату на склі, а також в приміщенні буде комфортна атмосфера, навіть якщо не буде здійснюватися провітрювання[26].

При обробці деревини важливо врахувати наявність вад і намагатися максимально їх усунути, оскільки вони прямо впливають на експлуатаційні властивості самого вікна і найважливіше, значно зменшує термін експлуатації інструменту.

Рекомендована для виготовлення вікон деревина:

У віконному виробництві зазвичай застосовують сибірську сосну.

Твердіша деревина також підходить, однак потребує більших затрат, оскільки це зменшує термін експлуатації інструментів. Для виготовлення вікон найчастіше застосовують наступні породи[26]:

- сосна, м'яка деревина;
- ялина, м'яка деревина;
- хемлок (тсуга), середньої твердості;
- дуб, тверда деревина;
- махаон, тверда деревина;
- модрина, тверда деревина.[11]

Використання деревини в будівництві стає все більш затребуваним.

Унікальністю являється те що саме цю деревину можна використовувати в будь-яких видах оздоблення та будівництва. На даний час термічно оброблена деревина є однією з найкращих на ринку.

РОЗДІЛЦ. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ВИКОРИСТАННЯ ПРІОРИТЕТНОГО МАТЕРІАЛУ

НУБІП України

2.1 Опис клеїв із технічними характеристиками

В деревообробній промисловості використовуються наступні види

клеїв:

1. ПВА Д4 (HOLZ-R D4)
2. Поліуретановий клей SOUDAL PU Sealant
3. Епоксидна смола KE «Slab-621»
4. Акриловий клей PRACTIC

Спінку клеїв зазвичай роблять за такими характеристиками:

- В'язкість
- Щільність
- Стійкість до від'ємних температур

• Ціна

Клей ПВА Д4 (HOLZ-R D4) (рис. 2.1) володіє хорошим якісними показниками



Рис. 2.1 Клей ПВА Д4 (HOLZ-R D4) [12]

- Швидко схоплюється;
- Має короткий час пресування;
- Хороше схоплювання на твердодереві та смолистій деревині, що становить приблизно 12 хвилин;

- Добрі показники як холодного, так і гарячого склеювання (наприклад: при температурі 70 °С).

- Висока водо та термостійкість.
- Хороша адгезія з твердими сортами деревини (дуб, модрина).

НУБІП України

Не змінює колір під час гарячого пресування[12]

Поліуретановий клей SOUDAL PU Sealant (рис. 2.2) є універсальним засобом для якісного з'єднання матеріалів та надійної герметизації стиків, отворів, швів. Має високу адгезію до різних будівельних покриттів. Підходить для роботи з пофарбованими непористими і пористими поверхнями.



Рис. 2.2 Поліуретановий клей SOUDAL PU [13]

Вискокоякісний однокомпонентний клей-герметик швидко полімеризації з високим коефіцієнтом еластичності на основі поліуретану.

Характеризується відмінною адгезією до більшості будівельних та промислових матеріалів, таких як бетон, метал, поліефір, штучні матеріали та ін.; залишається еластичним після полімеризації та стійким до великих динамічних навантажень, знижує вібрацію. Хімічно стійкий, після затвердіння можна фарбувати[13]

Епоксидна смола KE «Slab-621» (рис 2.3) застосовується для покриттів як основний прозорий шар товщиною до 2 см в меблевій промисловості; а саме при влаштуванні стільниць, при виготовленні сувенірної продукції, її ламінації; в рукоділлі та хобі.

НУБІП



ІНІ

Рис 2.3 Епоксидна смола KE «Slab-621»[14]

Основні показники:

- Має високу прозорість;
- Відмінна механічна міцність;
- Має високу хімічну стійкість;
- Високе просочення та армування технічних тканин;
- Довгий час роботи;
- Глянцева та рівна поверхня.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Акриловий клей PRACTIC (рис 2.4). Безводний клей виготовлений на

основі каучуків, додатково укріплений мікро волокнами, які збільшують витривалість клею та запобігають його плінності. Добре заповнює, зберігає еластичність склеєних матеріалів, на колір близький до деревини.

Підходить також для приклеювання пробки, касет, полістиролу, мінеральної вати тощо. У разі не перевірених матеріалів потрібно зробити пробні склеювання[14]

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП



ІНІ

Рис. 2.4 Акриловий клей PRACTIC[15]

Переваги клею:

- 1 Підходить для плиток, лінолеуму, деревини, пінополістиролу, паркету, ковроліну, гіпсу та інше.;

НУБІП УКРАЇНИ

2. Має високу міцність клейового з'єднання, відмінну адгезію і універсальність;

3. Пластичність і зручність в нанесенні;

4. Наповнений клейовий шов;

5. Не розтріскується при висиханні;

6. Не має запаху, не виділяє шкідливих речовин [15]

Основні показники даних клеїв наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1

Основні показники клеїв

Марка клею	В'язкість, Па·с	Щільність, г/см ³	Стійкість до від'ємних температур, °С	Ціна, грн/кг
ПВА Д4 (HOLZ-R D4)	6500	1,0	-40	350,58
Поліуретановий клей SOUDAL RU Sealant	5000	1,5	-20	160
Епоксидна смола KE «Slab-621»	4500	1,38	-35	640
Акриловий клей PRACTIC	4500	1,4	-30	110

У разі проектування об'єктів, що оцінюються як за кількісними, так і за якісними показниками для порівняння варіантів рішень можуть бути використано багато методів, серед яких представлені:

- Метод експертних оцінок: який оснований на обробленні результатів опитування груп спеціалістів про пріоритетність того чи іншого варіанту рішення окремо за кожною ознакою та за пріоритетом ознак, за якими оцінюється система, що проектується. Це дає можливість за наявності відповідного математичного оброблення думок експертів якісно оцінити в цілому проектне рішення. Експертна оцінка може бути якісною (рішення

гірше, краще ті дорівнює за якістю тому, що порівнюється) або кількісною (кожне рішення може бути оцінене в балах або, якщо рішення піддається вимірюванню, то у відповідних[23]).

- Метод розставляння пріоритетів: оснований на складанні матриць, для кінцевої оцінки якого використовують ітераційну процедуру розрахунку, що суттєво уточнює отримані оцінки[23].

- Метод аналізу ієрархій: запропонований в кінці 1970-х рр. американським математиком Т. Сааті, полягає у декомпозиції проблеми на більш прості складові частини і поетапному встановленні пріоритетів оцінюваних компонентів з використанням парних порівнянь[23].

2.2 МЕТОД ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Метод експертних оцінок застосовується для обґрунтування перспективних видів продукції, вибору технології, обладнання, основних та допоміжних матеріалів тощо. Принципово важливим є підготування анкети (листа опитування) та вибір спеціалістів – експертів. Кількість експертів зазвичай приймають в межах 5 – 7.

Збільшення кількості експертів не значно підвищує достовірність результатів. Методика оброблення експертних оцінок включає наступні етапи[23]:

Розрахунок середнього значення x_{ij} , середнього квадратичного відхилення S_y по кожному ряду відповідей, наводимо приклад розрахунку по щільності матеріалів [23]:

$$x_{1j} = \frac{\sum_{j=1}^m x_j}{m} \quad (2.1)$$

$$\bar{x}_{1j} = \frac{2+3+2+2+2+2+1}{7} = 2,0$$

де x_i – оцінка конкретного експерта по конкретному питанню,

m – кількість експертів.

Щоб знайти S_{ij} потрібно визначити різницю середнім значенням балу та конкретною оцінкою експерта

Далі проводять розрахунок середнього квадратичного відхилення

[23]:

$$S_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_j - \bar{x})^2}{m-1}} \quad (2.2)$$

$$S_{ij} = \sqrt{\frac{0+1+0+0+0+1+0}{7-1}} = 0,42$$

Порівнюючи середні квадратичні відхилення відповідей по кожному питанню можна встановити в якому з них більше розсіювання відповідей експертів навколо середнього значення. Таким чином визначається стійкість результатів середньої оцінки експертів.

Для порівняння стійкості оцінок різних питань можна використовувати значення коефіцієнту варіації, V_{ij} , що характеризує відносне розсіяння результату [23]:

$$V_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_{ij}} * 100\% \quad (2.3)$$

$$V_{ij} = \frac{0,33}{2,0} * 100\% = 16\%$$

Чим меншим є коефіцієнт варіації, тим більш погодженими є думки експертів, тим вище загальний коефіцієнт погодження експертів K_E .

Визначення загального коефіцієнту погодження експертів [23]:

$$K_{Eij} = 1 - \frac{S_{ij}}{x_{ij}} \quad (2.4)$$

$$K_{Eij} = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$K_E = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Eij}}{\sum_{i=1}^n m_j} \quad (2.5)$$

$$K_E = (0,8 + 0,67 + 0,81 + 0,42) / 7 = 0,54$$

де n – кількість питань в анкеті;

m_{ij} – кількість оцінок по i -ому питанню в кожному з вирівняних рядів.

В табл. 2.2 наведено розрахунки для інших характеристик матеріалів.

Таблиця 2.2

Результат експертної оцінки пріоритетних показників

К-ть експертів	Вязкість			Щільність			Температуростійкість			Ціна, грн		
	X_i	$X_c - X_i$	$(X_c - X_i)^2$	X_i	$X_c - X_i$	$(X_c - X_i)^2$	X_i	$X_c - X_i$	$(X_c - X_i)^2$	X_i	$X_c - X_i$	$(X_c - X_i)^2$
1	2	0,00	0,00	4	1,00	1,00	3	-0,71	0,51	4	-1,29	1,65
2	4	-1,00	1,00	4	-1,00	1,00	3	-0,71	0,51	4	0,71	0,51
3	2	0,00	0,00	2	1,00	1,00	1	0,29	0,08	4	-1,29	1,65
4	4	0,00	0,00	4	-1,00	1,00	1	0,29	0,08	4	-1,29	1,65
5	2	0,00	0,00	4	0,00	0,00	3	0,29	0,08	2	0,71	0,51
6	2	0,00	0,00	4	-1,00	1,00	1	0,29	0,08	4	0,71	0,51
7	2	1,00	1,00	4	1,00	1,00	3	0,29	0,08	2	1,71	2,94
Середнє значення балу	2,57			3,71			2,14			3,42		
Середнє квадратичне відхилення			0,42			1			0,35			1,69
Коеф. варіації/100%			0,2			0,33			0,19			0,58
Кексп.1			0,8	Кексп.2		0,67	Кексп.3		0,81	Кексп.4		0,42
Кексп						0,54						

$K_{\text{ЕКСП}} > 0,5$ тоді можна вважати думки експерта погодженими

2.3 АНАЛІЗ МЕТОДУ РОЗСТАВЛЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ

Суть методу розставлення пріоритетів полягає в попарному якісному порівнянні конкуруючих об'єктів (один кращий за іншого, або гірший, або рівноцінний за якоюсь властивістю іншому) з подальшим переходом на кількісні оцінки з використанням конкретних значень показників властивостей конкурентів, а за їх відсутності – експертних оцінок.

Порівняння проводять в матричній формі (за допомогою знаків $>$; $<$; $=$), що дозволяє в подальшому за відповідної математичної обробки отримати кількісні значення пріоритетів рішень конкуруючих рішень (об'єктів) по кожній властивості окремо і за комплексом показників (ознак)[23].

Наведено загальну табл 2.3 характеристик плитних матеріалів

Характеристика плитних матеріалів

Таблиця 2.3

Марка клею	В'язкість, ПА с	Щільність, т/см ³	Стигкість до від'ємних температур, °С	Ціна, грн/кг
ПВА Д4 (HOLZFR D4)	6500	1,0	-40	350,58
Поліуретановий клей Soudal PU Sealant	5000	1,5	-20	160
Епоксидна смола KE «Slab-621»	4500	1,38	-35	640
Акриловий клей PRACTIC	4500	1,4	-30	110

Кількість показників для оцінки об'єктів, тобто 4 показуватиме кількість матриць. За кожним показником наводимо відповідну матрицю.

Матриця порівняння матеріалів за в'язкістю показана в таблиці 2.4

Матриця порівняння матеріалів за в'язкістю

Таблиця 2.4

		A1	A2	A3	A4	K	W
		6500	5000	4500	4500		
A1	6500	=	>	>	>		
A2	5000	<	=	>	>	3	0,58
A3	4500	<	<	=	=		
A4	4500	<	<	=	=		

Для переходу до кількісних оцінок на основі відомої інформації або за допомогою балльної експертної оцінки по кожному показнику можемо визначити у скільки разів найкращий об'єкт відрізняється від найгіршого[23]:

$$K_j = \frac{X_{jmax}}{X_{jmin}} \quad (2.6)$$

де X_{jmax} – максимальна оцінка i -того об'єкта по j -му показнику;

X_{jmin} – мінімальна оцінка i -того об'єкта по j -му показнику.

За знайденим коефіцієнтом K_j визначають коефіцієнт ω_j , а потім члени a_{ij} матриць суміжності A_j , що замінюють матриці бінарних відношень. Коефіцієнт ω дорівнює[23]:

Для першої ітерації [23]

$$\omega_j = \left(\frac{K-1}{K+1} + \sqrt{\frac{0,05}{n}} \right) \beta_v \quad (2.7)$$

$$\beta_v = 1$$

$$\omega_j = \left(\frac{3-1}{3+1} + \sqrt{\frac{0,05}{7}} \right) * 1 = 0,58$$

Матриця порівняння матеріалів за щільністю показано в табл. 2.5

Таблиця 2.5

Матриця порівняння матеріалів за щільністю

	A1	A2	A3	A4	K	w
	1	1,5	1,38	1,4		
A1	1	=	<	<		
A2	1,5	>	=	>	2	0,75
A3	1,38	>	<	=		
A4	1,4	>	<	=		

У разі порівняння матеріалів за щільністю слід звертати увагу який матеріал є більш щільним. Чим щільніший матеріал тим кращі показники він має.

Матриця порівняння матеріалів за температуропровідністю наведено

в табл 2.6

Таблиця 2.6

Матриця порівняння матеріалів за температуропровідністю

		A1	A2	A3	A4	K	W
		-40	-20	-35	-30		
A1	-40	=	>	>	>		
A2	-20	<	=	<	<	2	0,75
A3	-35	<	>	=	>		
A4	-30	<	>	<	=		

У разі порівняння матеріалів за температуропровідністю слід звертати увагу на здатність матеріалу до впливу від'ємних температур.

Матриця порівняння матеріалів за ціною наведено в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Матриця порівняння матеріалів за ціною

		A1	A2	A3	A4	K	W
		350	160	640	110		
A1	350	=	>	<	>		
A2	160	<	=	<	>	4	0,68
A3	640	>	>	=	<		
A4	110	<	<	<	=		

У разі порівняння матеріалів за ціною слід виходити з необхідності зменшення інвестицій, тобто чим дешевших є матеріал, тим він більш привабливіший.

Для переходу до кількісних значень члени a_{ij} матриць суміжності $A_j =$

$\|a_{ij}\|$ визначають наступним чином [23].

$$a_{ij} = \begin{cases} 1-\omega & \text{при } X_{ij} > X_{ej} \\ 1 & \text{при } X_{ij} = X_{ej} \\ 1-\omega & \text{при } X_{ij} < X_{ej} \end{cases}$$

$$1-\omega \text{ при } X_{ij} < X_{ej}$$

Сформованої матриці переходу до кількісних значень по кожному з показників.

Матриця порівняння матеріалів за в'язкістю наведено в табл. 2.8

Таблиця 2.8

Матриця порівняння матеріалів за в'язкістю

		A1	A2	A3	A4
		6500	5000	4500	4500
A1	6500	1	1,58	0,42	0,42
A2	5000	0,42	1	1,58	1,58
A3	4500	0,42	0,42	1	1
A4	4500	0,42	0,42	1	1

Матриця порівняння матеріалів за щільністю наведено в табл. 2.9

Таблиця 2.9

Матриця порівняння матеріалів за щільністю

		A1	A2	A3	A4
		1	1,5	1,38	1,4
A1	1	1	0,25	0,25	0,25
A2	1,5	1,75	1	1,75	1,75
A3	1,38	1,75	0,25	1	0,25
A4	1,4	1,75	0,25	1,75	1

Матриця порівняння матеріалів за температуропровідністю наведено в табл. 2.10

Таблиця 2.10

Матриця порівняння матеріалів за температуропровідністю

	A1	A2	A3	A4
	-40	-20	-35	-30
A1	-40	1	1,75	1,75
A2	-20	0,25	1	0,25
A3	-35	0,25	1,75	1
A4	-30	0,25	1,75	1

Матрицю порівняння матеріалів за ціною наведено в табл. 2.11

Таблиця 2.11

Матриця порівняння матеріалів за ціною

	A1	A2	A3	A4
	350	160	640	110
A1	350	1	1,68	0,32
A2	160	0,32	1	0,32
A3	640	1,68	1,68	1
A4	110	0,32	0,32	0,32

За допомогою матриць переходу до кількісних значень, для кожної

характеристики складено матрицю суміжності (табл 2.12).

Таблиця 2.12

Матриця суміжності

	A1	A2	A3	A4	P1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
A1	1	1,58	0,42	0,42	3,42	0,25	13,042	0,2828	44,321	0,2896
A2	0,42	1	1,58	1,58	4,58	0,3348	14,991	0,3251	49,035	0,3204
A3	0,42	0,42	1	1	2,84	0,2076	9,04	0,196	29,854	0,195
A4	0,42	0,42	1	1	2,84	0,2076	9,04	0,196	29,854	0,195
P1	13,68	1	46,113	1	153,06	1				

Матриця суміжності за щільністю наведено в табл 2.13

Таблиця 2.13

Матриця суміжності за щільністю

	A1	A2	A3	A4	P1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
A1	1	0,25	0,25	0,25	1,75	0,1094	5,3125	0,1007	17,172	0,1034
A2	1,75	1	1,75	1,75	6,25	0,3906	23,313	0,4419	74,828	0,4508
A3	1,75	0,25	1	0,25	3,25	0,2031	9,0625	0,1718	27,956	0,1684
A4	1,75	0,25	1,75	1	4,75	0,2969	15,063	0,2855	46,047	0,2774
					16	1	52,75	1	166	1

Матриця суміжності за температуропровідністю наведено в табл. 2.14

Таблиця 2.14

Матриця суміжності за температуропровідністю

	A1	A2	A3	A4	P1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
A1	1	1,75	1,75	1,75	6,25	0,3906	23,313	0,4419	74,828	0,4508
A2	0,25	1	0,25	0,25	1,75	0,1094	5,3125	0,1007	17,172	0,1034
A3	0,25	1,75	1	1,75	4,75	0,2969	15,063	0,2855	46,047	0,2774
A4	0,25	1,75	0,25	1	3,25	0,2031	9,0625	0,1718	27,953	0,1684
					16	1	52,75	1	166	1

Матриця суміжності за ціною наведено в табл. 2.15

Таблиця 2.15

Матриця суміжності за ціною

	A1	A2	A3	A4	P1	P1*	P2	P2*	P3	P3*
A1	1	1,68	0,32	1,68	4,68	0,2925	15,483	0,2828	50,484	0,2774
A2	0,32	1	0,32	1,68	3,32	0,2075	10,043	0,1834	33,126	0,182
A3	1,68	1,68	1	1,68	6,04	0,3775	22,773	0,4159	76,498	0,4203
A4	0,32	0,32	0,32	1	1,96	0,1225	6,4828	0,1179	21,909	0,1204
					16	1	54,752	1	182,02	1

Наступним етапом будують матрицю бінарних відношень, використовуючи дані з табл.2.16. Спочатку створюємо порівняльну матрицю.

Таблиця 2.16

Порівняльна матриця

	Y1	Y2	Y3	Y4	K	W
	2	2	1,29	2,71		
2	=	<	>	<		
2	>	=	>	>	2,32	0,47
1,36	<	<	=	<		
2,74	>	<	>	=		

Матриця бінарних відношень наведено в табл. 2.17

Таблиця 2.17

Матриця бінарних відношень

	Y1	Y2	Y3	Y4	K	W	P1	P1*	P2	P2*
	2	3	1,29	2,71						
2	1	0,53	1,47	0,53			3,53	0,23	12,97	0,223
2	1,47	1	1,47	1,47			5,39	0,36	19,62	0,338
1,36	0,53	0,53	1	0,53	2,38	0,47	3,54	0,23	9,65	0,166
2,74	1,47	0,53	1,47	1			2,61	0,17	15,86	0,275
9							15,07	1,00	58,10	1

Значи пріоритети матеріалів по одиничних показниках і пріоритети показників, будують підсумкову матрицю для розрахунку комплексного пріоритету матеріалу (табл.2.18) який проводять за аналогією розрахунку

пріоритету для кожного матеріалу[23]:

$$(0,290*0,017)+(0,103*0,034)+(0,451*0,052)+(0,277*0,069)=0,0509.$$

Підсумкова матриця наведена в табл.2.18

Таблица 2.18

Підсумкова матриця

Матеріал	Пріоритет матеріалів по підсумкових показниках				Пріоритет показника по матриці бінарних відношень		Комплексний пріоритет матеріалів
	1	2	3	4	Номер	Значення	
ПВА Д4 (HOLZ-R D4)	0,290	0,103	0,451	0,277	1	0,017	0,0509
Поліуретановий клей Soudal PU Sealant	0,320	0,451	0,103	0,182	2	0,034	0,0389
Епоксидна смола KE «Slab-621»	0,195	0,168	0,277	0,420	3	0,052	0,0524
Акриловий клей PRACTIC	0,195	0,277	0,168	0,120	4	0,069	0,0299

По даних розрахунках видно, що пріоритетним класом є епоксидна смола.

2.4 Метод аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій (МАІ) було розроблено у 70-80 роки минулого століття американським вченим Томасом Сааті як метод порівняльного аналізу та ранжування об'єктів, що характеризуються наборами критеріїв і показників, кількісних і якісних [23].

МАІ – це математичний інструмент системного підходу до складних проблем прийняття рішень. Він не диктує особі, що приймає рішення, прийняття будь-якого «правильного» рішення, а дозволяє знайти в інтерактивному режимі такий варіант (альтернативу), який найкращим чином узгоджується з розумінням суті проблеми та вимогами до її вирішення [23].

За допомогою даного методу спочатку будемо якісну модель проблеми вигляді ієрархії, що включає межу альтернативні варіанти досягнення цілі та критерії для оцінки якості альтернатив[23]

Мета: Визначення пріоритетного матеріалу для використання його у столярних виробках

Критерії:

- В'язкість;
- Щільність;
- Температуростійкість ;

Альтернативи:

- ПВА Д4,
- Поліуретановий клей SOUDAL PU Sealant;
- Епоксидна смола KE «Slab-621»;
- Акриловий клей PRACTIC.

Першим етапом позначають альтернативи та критерії скороченими назвами табл 2.19:

Таблиця 2.19

Таблиця визначення альтернатив та критеріїв

№	Критерії	№	Альтернативи
Кр1	Вязкість	A1	ПВА Д4
Кр2	Щільність	A2	Поліуретановий клей
Кр3	Температуростійкість	A3	Епоксидна смола
Кр4	Ціна	A4	Акриловий клей

Далі рішення завдання здійснюється шляхом заповнення матриць парних порівнянь (МПП).

Для заповнення МПП використовують шкалу Сааті (рис 2.5)

Рівна перевага		Дві альтернативи однаково кращі з точки зору мети
Слабка перевага		Проміжна градация між рівною і середньою перевагою
Середня перевага	ступінь	Досвід дозволяє виокремити одну з альтернатив трохи кращою іншою
Перевага середнього	вміє	Перевага середнього
Помірна перевага	вміє	Досвід дозволяє виокремити одну з альтернатив явно кращою іншою
Сильна перевага		Проміжна градация між помірно сильною і дуже сильною перевагою
Дуже сильна (сочевидна) перевага		Досвід дозволяє виокремити одну з альтернатив набагато кращою іншою домінування альтернативи підтверджено практикою
Дуже, дуже сильна перевага	вміє	Проміжна градация між дуже сильною абсолютною перевагою
Абсолютна перевага		Очевидність переваги однієї альтернативи над іншою має незастережене підтвердження

Рис.2.5 Шкала Сааті [16]

Наступним етапом є заповнення матриці парних порівнянь (МПП) критеріїв відносно мети. Приклад розрахунку наведено на рис.2.6.

	w_1/w_1	w_1/w_2	...	w_1/w_s	G_1	ЛПр ₁
w_2/w_1	w_2/w_2	...	w_2/w_s	G_2	ЛПр ₂	
...
w_s/w_1	w_s/w_2	...	w_s/w_s	G_s	ЛПр _s	

Рис.2.6 Приклад розрахунку на МПП [16]

Формули для розрахунку значень.
Визначаємо середнє геометричне значення елементів матриці [23]:

$$G_i (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{is}) = (a_{i1} \times a_{i2} \times \dots \times a_{is})^{1/s} \quad (2.8)$$

де i - номер рядка матриці;

s - кількість елементів в i -му рядку матриці;

$$a_{i1} = w_1/w_1; a_{i2} = w_1/w_2; \dots, a_{is} = w_1/w_s \quad (2.9)$$

Наступним етапом буде визначення локального пріоритету [23]:

$$ЛПр_n = \frac{\left[\left(\frac{w_n}{w_1} \right) \times \left(\frac{w_n}{w_2} \right) \times \dots \times \left(\frac{w_n}{w_{n-1}} \right) \right]^{1/n}}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (2.10)$$

Наведемо приклад розрахунку локального пріоритету для в'язкості:

Сума геометричних значень наведена в табл.2.20 та дорівнює 4,772

НУБІП України

$$ЛПр_n(\text{вязкості}) = \frac{(1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{2} * \frac{1}{4})^{\frac{1}{4}}}{4,772} = 0,083$$

Таблиця 2. 20

Сума геометричних значень

Критерії	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	Лпр	
Вязкість	Кр1	1	1/5	1/2	1/4	0,398	0,083
Щільність	Кр2	5	1	2 1/2	1 1/4	1,988	0,417
Температуропровідність	Кр3	2	2/5	1	1/2	0,795	0,167
Ціна	Кр4	4	4/5	2	1	1,591	0,333
	Сума					4,772	1,000

Після заповнення поля МПП, визначення середнього геометричного та локальних пріоритетів (ЛПр) знаходять такі показники[23]:

$$L_{am} = (1+5+2+4) * 0,083 + (1/5+1+2/5+4/5) * 0,417 + (1/2+2+1/2+2) * 0,167 + (1/4+1 1/4+1/2+1) * 0,333 = 4,16$$

Далі визначають індекс узгодженості МПП[23]:

$$CI = \frac{4,16 - 4}{4 - 1} = 0,053$$

4 – розмір матриці парних відношень.

Ці показники використовують для знаходження останнього CR, який показує наскільки узгоджені судження про об'єкти. Значення CR вважається допустимим, якщо не перевищує 0,10-0,20. Інакше – рекомендується переглянути оцінки[23].

$$CR = \frac{0,053}{0,9} = 0,058$$

0,9 – значення індексу узгодженості, залежить від розміру матриці.

Значення CR є допустимим бо не перевищує встановлених норм[23].

Наступним кроком проводимо попарні порівняння відносно до кожного критерію, за аналогічними обрахунками.

Матриця парних порівнянь альтернатив відносно до критерію «В'язкість» наведено в табл. 2.21

Таблиця 2.21

Матриця парних альтернатив відносно критерія «В'язкість»

Альтернативи		A1	A2	A3	A4	G	Лпр
ПВА Д4	A1	1	1/2	1/2	1/3	0,537	0,125
Поліуретановий клей	A2	2	1	1	2/3	1,075	0,25
Епоксидна смола	A3	2	1	1	2/3	1,075	0,25
Акриловий клей	A4	3	1/1/2	1/2	1	1,612	0,375
Сума		8	4	4	2,67	4,30	1

$L_{am}=4,001$ $CI=0,0003$ $CR=0,0003$
Матриця парних порівнянь альтернатив відносно до критерію
Щільність наведено в табл. 2.22

Таблиця 2.22

Матриця парних порівнянь відносно критерію щільність

Альтернативи		A1	A2	A3	A4	G	Лпр
ПВА Д4	A1	1	1/3	1/3	1/7	0,355	0,073
Поліуретановий клей	A2	3	1	1	1/2	1,107	0,227
Епоксидна смола	A3	3	1	1	1/2	1,107	0,227
Акриловий клей	A4	7	2	2	1	2,300	0,472
Сума		14	4,33	4,33	2,14	4,87	1,000

$L_{am}=4,003$ $CI=0,001$ $CR=0,001$
Матриця парних порівнянь альтернатив відносно до критерію
температуропровідність наведено в табл. 2.23

НУБІП України

Таблиця 2.23

Матриця парних порівнянь відносно до критерію
температуропровідність

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	G	Лпр	
ПВА Д4	A1	1	1	1	1/2	0,841	0,200
Поліуретановий клей	A2	1	1	1	1/2	0,841	0,200
Епоксидна смола	A3	1	1	1	1/2	0,841	0,200
Акриловий клей	A4	2	2	2	1	1,682	0,400
Сума		5	5,00	5,00	2,50	4,26	1,000

$$L_{am}=4 \quad CI=0 \quad CR=0$$

НУБІП України

Матриця парних порівнянь альтернатив відносно до критерію «Ціна»
наведено в табл 2.24

Таблиця 2.24

Матриця парних порівнянь відносно критерію ціна

Альтернативи	A1	A2	A3	A4	G	Лпр	
ПВА Д4	A1	1	1/3	1/5	1/5	0,340	0,071
Поліуретановий клей	A2	3	1	3/5	3/5	1,019	0,214
Епоксидна смола	A3	5	1 2/3	1	1	1,699	0,357
Акриловий клей	A4	5	1 2/3	1	1	1,699	0,357
Сума		14	4,67	2,80	2,80	4,76	1,000

$$L_{am}=4 \quad CI=0 \quad CR=0$$

НУБІП України

Наступним кроком є визначення глобального пріоритету, для цього формують матрицю пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив кожного з критеріїв.

Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив кожного з критеріїв наведена в табл. 2.25

Таблиця 2.25

Матриця пріоритетних клеїв

Альтернативи	Критерії				Глобальні пріоритети
	Вязкість	Щільність	Температуропровідність	Ціна	
	Числове значення вектора пріоритету				
ПВА Д4	0,083	0,417	0,167	0,333	
Поліуретановий клей	0,125	0,073	0,200	0,071	0,0979
Епоксидна смола	0,250	0,227	0,200	0,214	0,2203
Акриловий клей	0,250	0,227	0,200	0,357	0,2679
	0,375	0,472	0,400	0,357	0,4138

Визначення глобального пріоритету розраховується за формулою [23]:

$$Глпр = (0,083 * 0,125) + (0,417 * 0,073) * (0,167 * 0,200) + (0,333 * 0,71) = 0,0979$$

Аналогічно проведено розрахунки для інших клеїв - табл.2.26

Таблиця 2.26

Розрахункові дані пріоритетних клеїв

Альтернативи	Глобальні пріоритети
A1 ПВА Д4	0,0979
A2 Поліуретановий клей	0,2203
A3 Епоксидна смола	0,2679
A4 Акриловий клей	0,4138

Виходячи з розрахунку, видно що альтернатива А4 має найбільше значення глобального пріоритету, тому акриловий клей є найкращим матеріалом для досягнення даної мети, за даним методом визначення.

За методом експертних оцінок та методом розставляння пріоритетів визначеним матеріалом є епоксидна смола. Різниця між комплексним пріоритетом епоксидної смоли та акрилового клею є невеликою. Це можна пояснити тим, що більша увага приділялась такому показнику як в'язкість.

Виходячи з цього епоксидна смола і є пріоритетним клеєм[23].

За методом аналізу ієрархій, найвищий глобальний пріоритет має акриловий клей. Це пояснюється тим, що за цим методом для досягнення визначеної мети, найбільше числове значення має вектор пріоритету щільності, а в даному матеріалі він а має найвищий показник в порівнянні з іншими альтернативами, та займає більшу частку в глобальному пріоритеті.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛІІ. ПРОЕКТ ВІКОННОГО БЛОКУ

1. Опис віконного блоку

Вікно - елемент стінової або покрівельної конструкції, призначене для сполучення внутрішніх приміщень з навколишнім простором, природного освітлення приміщень, їх вентиляції, захисту від атмосферних, шумових впливів і яке складається з віконного отвору з склилами, віконного блоку, системи ущільнення монтажних швів, підвіконної дошки, деталей зливу та облицювання.

Зовнішній вигляд віконного блоку представлено на рис. 3.1

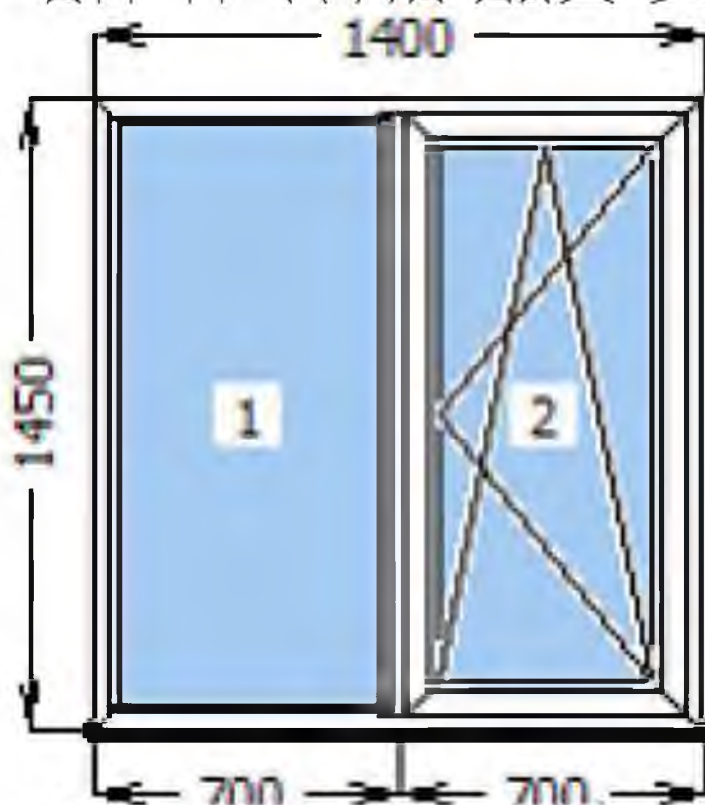


Рис 3.1 Віконний блок [16]

Рамкова конструкція (елемент) віконного блоку - складальна одиниця віконного блоку, що складається з брусків (профілів), з'єднаних між собою за допомогою жорстких кутових зв'язків: на шпильках і клею, зварюванні, механічних зв'язках (твингових, на зубчастих пластинах, шляхом обпресування) та інше. Віконний блок - світлопрозора конструкція.

призначена для природного освітлення приміщення, його вентиляції і захисту від атмосферних і шумових впливів.

Віконний блок складається з складальних одиниць: коробки і стулчасті елементів, вбудованих систем провітрювання і може включати в себе ряд додаткових елементів: жалюзі, віконниці та інше [16].

3.2 Розрахунок норм витрат сировини та матеріалів на виготовлення віконного блоку

Для виготовлення віконного блоку необхідно провести розрахунок необхідних витрат сировини та матеріалів для його виготовлення

Спочатку розраховується норма витрат чорнових заготовок на віконний блок табл.3.1

Таблиця 3.1

Норми витрат чорнових заготовок на віконний блок

Найменування складальної одиниці	Кількість на виріб	Розміри деталей			Об'єм комплекта деталей	Розміри заготовки			Стандарт на товщина	Об'єм заготовки
		Д	Ш	Т		Д	Ш	Т		
Коробка	1	1610	1320	94	0,1998					
Брусок повздовжній	2	1610	94	55	0,0166	1630	100	60	60	0,0196
Брусок поперечний	2	1320	94	55	0,0136	1335	100	60	60	0,016
Імпост	1	1580	580	42	0,0385					
Ступка зовнішня	2	1580	580	42	0,077					
Брусок повздовжній	4	1560	60	42	0,0157	1580	65	50	50	0,0205
Брусок поперечний	4	1580	60	42	0,0159	595	65	50	50	0,0077

Продовження табл.3.1

Штапик поперечний	4	1530	15	10	0,0009	1550	78	14,5	16	0,0017	
Штапик поперечний	2	430	15	10	0,0001	752	78	14,5	16	0,0017	
Брусок вертикальний	2	460	60	42	0,0023	450	42	14,5	16	0,0006	
Брусок горизонтальний	2	460	60	42	0,0023	260	42	14,5	16	0,0003	
Разом					0,3829	Разом					0,0734

Далі проводиться розрахунок лісоматеріалів на віконний блок табл.3.2

Таблиця 3.2

Розрахунок лісоматеріалів на віконний блок

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Об'єм заготовки	Коеф. тес. втрат	Об'єм з врахуванням втрат	Н кв	Норма витрат
деревина сосни	м3	0,0734	1,053	0,077338	1,613	0,1247

Наступним етапом проводиться розрахунок відходів на виготовлення вікового блоку та складається баланс відходів табл.3.3

Таблиця 3.3

Баланс відходів

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Відходи		Обрідки		Стружка		Тирса		Безперешкодні відходи					
		Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%						
деревина сосни	м3	38,29	91	86,5	69,3	27,7	32	6,92	25	3,87	56	0,31	8	0	4

Наступний етап розрахунок склеюваних поверхонь на віконний блок

табл 3.4

Таблиця 3.4

Розрахунок склеюваних поверхонь на віконний блок

Найменування клеюваного матеріалу	Склеювання	Найменування склеюваних деталей	Кількість деталей	Кількість склеюваних сторін	Розміри		Площа склеювання
					Д	Ш	
епоксидна смола	холодне	брусок коробки вертикальний	2	2	184	55	4,05
	холодне	брусок коробки горизонтальний	2	2	110	55	2,42
	холодне	брусок стулки вертикальний	4	2	152	55	6,69
	холодне	брусок стулки горизонтальний	4	2	122	55	5,37
Разом							18,5
Акриловий клей	Холодне	брусок коробки вертикальний	2	2	460	45	2,07
	холодне	брусок коробки горизонтальний	2	2	460	45	2,07
	холодне	брусок стулки вертикальний	2	4	260	42	1,09
	Холодне	брусок стулки горизонтальний	2	2	260	42	1,09
Разом							6,32

Далі розраховуємо витрати клейових матеріалів табл. 3.5

Таблиця 3.5

Витрати клейових матеріалів

Найменування клейових матеріалів	Спосіб склеювання	Група складності поверхні	Площа склеювання	Норматив витрат	Норма витрат
Епоксидна смола	холодний	3	0,185	0,3	0,056
акриловий клей	холодний	3	0,632	0,42	0,266
РАЗОМ					0,321

Наступний етап розрахунок площ поверхонь, які піддають

шліфуванню табл. 3.6

Таблиця 3.6

Розрахунок площ поверхонь, що шліфуються

Найменування деталей	Кількість на виріб	Розміри	Кількість шліф поверх	Площа шліф поверхонь
		Ш		
Брусок коробки вертикальний	2	30	2	0,196
Брусок коробки горизонтальний	2	94	1	0,251
Імпост	2	55	2	0,348
Брусок стулки горизонтальний	2	15	2	0,036
Брусок стулки вертикальний	2	42	2	0,089
Брусок стулки поперечний	2	26	1	0,027
Разом				0,946

Далі проводимо розрахунок витрат шліфувальної шкірки табл 3.7

Таблиця 3.7

Розрахунок норм витрат шліфувальної шкірки

Найменування операції	Найменування шліф шкірки	спосіб шліфування	Площа шліф поверхонь	Норматив витрат	Норма витрат в т.ч зернистості			
					85-50	32-16	12	10
Шліфування під опорядження	на полотні	верстатний	0,946	0,04		0,038		
				0,04			0,033	
				0,03				0,024

Наступна операція це зведення норм витрат та сировини до одного

балансу табл 3.8

Баланс витрат сировини

Найменування	одиниця виміру	норма витрат
п/м	м3	0,125
епоксидна смола	кг	0,321
шліф шкірка	м2	0,038
		0,033
		0,024

Проведено розрахунок витрат сировини для виготовлення віконного блоку. Визначено норми витрат на виготовлення продукції.

3.3 Технологічний процес виготовлення віконного блоку

Сучасні моделі вікон по конструкції аналогічні пластиковим, вони

також оснащуються склопакетом, ущільнювачами, фурнітурою.

Виробничий процес включає в себе кілька етапів.

1. Підбір та підготовка деревини

Так як основні вимоги пред'являються до дерев'яного профілю, то і до якості деревини вимог не менше. Для виробництва профілів використовують різні породи деревини. В основному використовують сосну, дуб, модрина, ясен. Для виготовлення дерев'яних вікон можна брати і інші породи дерев, у тому числі цінні, але такі вікна зазвичай роблять на замовлення.

Виготовляти віконний профіль з цілісного бруса хвойних і листяних порід дерева не вигідно, тому що виходить багато відходів і виріб стає дорогим.

Профіль для віконного блоку роблять з клеєного 2 або 3-х шарового бруса. По суті, клеєний брус - це склеєні між собою дошки-ламельі [27].

Спочатку цільний брус ріжуть на дошки. Для роботи придатні тільки такі заготовки, які радіально або близько радіально розпиляні. Якщо розпиляти стовбур на двоє, потім нарізати його на дошки, перпендикулярно зрізу, то ті дошки, які розташовуються в його центральній частині і є радіально і близько радіально нарізаними.

Після розпилування дошки проходять ретельний відбір. Ті, які мають дефекти, тимчасово відбраковуються. З них потім вирізаються дефектні місця (сучки, тріщини, смолянисті ділянки).

Ті відрізки, які залишилися, склеюються між собою. Для приклеювання застосовується технологія «на мікрошип». Після нанесення клею дерев'яні відрізки з'єднують, просушують і отримують готові ламелі.

Довжина смуги ламелі повинна бути до 6 метрів [27].

Готові ламелі склеюють між собою. Їх розміщують відносно один одного таким чином, щоб напрямок волокон уздовж дошки був в різні боки.

Це дозволяє забрати ефект залишкової напруги в брусі, тобто цей брус не буде «крутити». Після склеювання заготовку поміщають для просушування під прес.

Для виробництва ламелей використовується дороге устаткування. Тому багато фірм, які займаються виготовленням і установкою дерев'яних вікон відразу мають намір купувати готовий клеєний брус.

2. Калібрування профілю

Склеєний брус обробляють на 4-х сторонньому верстаті, там йому надаються необхідні розміри.

3. Обробка внутрішнього профілю і шипування

Склеєний брус перенаправляється на верстат, який задає внутрішній профіль виробу, під склопакет. Потім на кінцівці бруса прорізують шипи і пази, які потрібні для його складання в цілу раму.

Всі кромки профілю повинні мати заокруглення радіусом 2 мм. Це потрібно для того, щоб барвник і лак рівномірно розподілилися за по профілю. Для того, щоб дощова вода могла легко стікати, кут нахилу горизонтальних площин профілю повинен бути 15 градусів.

4. Збірка конструкції

Підготовлений профіль збирають в раму. Шипи профілів втягуються в пази, вони обов'язково проклеюються. Сушка рами проходить під пресом.

Виготовлення дерев'яних рам для вікон дуже відповідальний етап, тут необхідно правильно витримати геометрію виробу. Профіль повинен щільно прилягати один до одного.

Після складання конструкцію обов'язково повинен перевірити технолог.

5. Доведення профілю, його шліфування[27]

Технологічний процес виготовлення віконного блоку це доволі клопіткий процес.

За кілька десятиліть технологія виробництва дерев'яних вікон змінилася кардинально. Тепер вихідним матеріалом служить не масив деревини, а брус, склеєний з декількох, найчастіше трьох, ретельно висушених і не містять дефектів ламелей.

Зовні дерев'яні віконні блоки покривають високоміцними лаками або фарбами. Багато виробників зовнішнє покриття наносять під великим тиском в електростатичному полі, завдяки чому утворюється водонепроникна плівка.

Останнє підходить не для всіх кліматичних умов, оскільки його пухка м'яка деревина не переносить різких коливань зимових та літніх температур. Запорукою високої якості будь-яких дерев'яних виробів, в тому числі віконних блоків, є використання відбірної сировини і дотримання технології

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

РОЗДІЛ IV РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯМ ТЕРМООБРОБЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ У СТОЛЯРНИХ ВИРОБАХ

4.1.Методика та результати експериментальних досліджень з

визначення міцності склеювання зразків термомодифікованої деревини

Термомодифікована деревина – порівняно новий матеріал, який дедалі частіше використовують для виготовлення виробів, що призначені для експлуатації як зовні, так і всередині приміщень. Залежно від температури та середовища оброблення (водяна пара, інертні гази, рослинні олії, вакуум), розроблено чимало технологій термічного модифікування деревини, проте всі вони спрямовані на зміну її хімічного складу, фізичних та механічних властивостей. Завдяки впливу високих температур у процесі оброблення відбуваються незворотні хімічні перетворення, що призводять до поліпшення таких показників, як: біологічна стійкість, стабільність геометричних розмірів та форми, довговічність, теплопровідність, зовнішній вигляд. Але, окрім покращення деяких властивостей, можливе погіршення інших характеристик термодеревини:

- істотне зменшення щільності;
- підвищення крихкості;
- термооброблена деревина тривалий час зберігає запах горілої

деревини;

- погіршення здатності деревини до склеювання;
- колір термодеревини темніє під впливом ультрафіолетового випромінювання[24]

Методика дослідження:

Для експериментального дослідження міцності клейових з'єднань термодеревини ясеня використовували взірці, оброблені за технологією вакуумно-кондуктивного термічного оброблення деревини за температури

160°C та 220°C. Виходячи з міркувань екологічної безпеки, для формування клейового з'єднання було використано 3 види клеїв – полівінілацетатну дисперсію класом довговічності D3, що відповідає вимогам стандарту EN 204:2001 (EN 2004:2001, 2001)[24], епоксидну смолу та акриловий клей. В процесі проведення досліду шляхом експерименту буде визначено пріоритетний клей.

Для визначення міцності клейового з'єднання при сколюванні вздовж волокон, зрізи піддавали механічним випробуванням на розривній машині.

Зрізи, які використовуються в даному досліді для визначення міцності клейових з'єднань при сколюванні вздовж волокон, виготовлялись відповідно до вимог стандарту ГОСТ 15613.1-84 [29].

Експериментальні дослідження проводили в декілька етапів:

1. Підготовка оброблених зрізів термодеревини ясеня для подальшого проведення експерименту.

Для проведення досліду було підготовлено 30 зразків деревини термоясеня по стандартним розмірам рис.4.1.

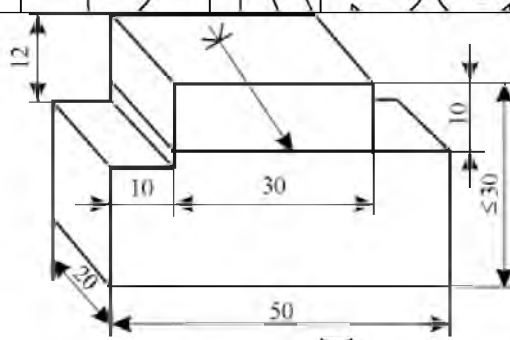


Рис.4.1 Розміри зрізів для визначення міцності клейового з'єднання

Наступним кроком було розподілено зразки на три групи для кожного з видів клейового покриття. Із заготовок кожної групи було виготовлено по 5 зразків на кожен вид клейового покриття.

2. Нанесення клейових матеріалів на зрізи та їх подальше склеювання та пресування і витримка склеюваного матеріалу рис 4.2.



Рис. 4.2 . Фото взірців, які оброблялися

Склеювання термодеревини ясена проводили за таких режимних параметрів: витрата клею – 100 г/м^2 , тривалість відкритої витримки – 10 хв, питомий тиск пресування – $0,6 \text{ МПа}$, температура пресування – $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, тривалість пресування – 2 год. Таку тривалість процесу пресування обрано виходячи з того, що термооброблена деревина чинить опір проникненню води.

Тому можна припустити, що термодеревина за звичайних умов склеювання композиціями на водній основі буде склеюватись гірше. Щоб цього не допустити, варто було спробувати збільшити час витримки та пресування.

3. Для визначення міцності клейового з'єднання взірці піддавали механічним випробуванням на розривній машині Р 5 рис.4.3



Рис.4.3 Розміщення взірця в розривній машині

НУБІГ Україна

4. Аналіз проведеного дослідження
 Основним показником якості клейового з'єднання є міцність на склеювання, яка характеризується межею міцності при сколюванні по клейовому шару.

Приклад порушення зразків при проведенні дослідів, наведено на рис 4.4



Рис.4.4 Пошкодження клейового з'єднання зразків після роботи на розривній машині

В ході проведення дослідів на кожен вид клейового з'єднання отримано графіки міцності клейового з'єднання рис.4.5

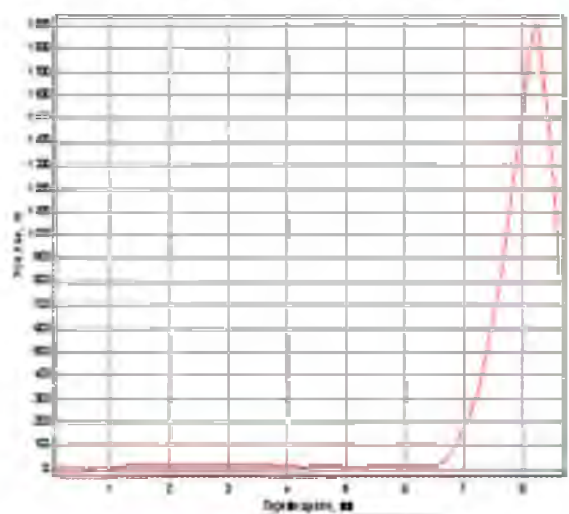


Рис 4.5 Графік клейового з'єднання при взаємодії з полівінілацетатним покриттям

Межу міцності клейового з'єднання розраховують за формулою [30]:

$$\tau_{max} = \frac{P_{max}}{b \cdot l} \quad (4.1)$$

де P_{max} - максимальне навантаження, кгс;

b - товщина зразків, см;

l - довжина зразка, см.

Для розрахунку межі міцності клейового з'єднання на основі полівінілацетатного покриття проводимо розрахунок:

$$\tau_{max} = \frac{1914}{50 \cdot 40} = 9,57 \text{ МПа}$$

Для розрахунку межі міцності клейового з'єднання акрилового покриття проводимо розрахунок:

$$\tau_{max} = \frac{2154}{50 \cdot 40} = 10,7 \text{ МПа}$$

Для розрахунку межі міцності клейового з'єднання епоксидною смолою проводимо розрахунок:

$$\tau_{max} = \frac{2915}{50 \cdot 40} = 14,5 \text{ МПа}$$

Аналіз випробувань першої групи зразків показав, що використання полівінілацетатного клею забезпечує міцність клейового з'єднання 9,57 МПа, що набагато нижче потрібних показників. Найбільша міцність по даним розрахункам має третя група це епоксидна смола, тому що міцність клейового з'єднання становить 14,5 МПа.

Найбільш міцним з'єднанням можна вважати з'єднання на основі епоксидної смоли. Дане з'єднання витримало найбільші навантаження і мало найменше пошкоджень при розриві на розривній машині.

При експлуатації виробів в постійних кліматичних умовах міцність клейових швів не тільки не зникається, а для деяких видів клеїв навіть збільшується.

При експлуатації виробів в змінних кліматичних умовах міцність клейових шарів знижується приблизно до 80%, за рахунок постійних деформацій і змін розмірів і форм склеюваних заготовок.

Міцність клейових шарів по деревині ясеня повільно знижується, що дає змогу обґрунтувати можливість використання пріоритетного клею.

4.2. Розрахунок окупності виготовлення виконного блоку з термомодифікованої деревини ясеня

Розрахунок витрат на матеріали. Ціну на деревину ясеня приймаємо рівною ціні 1 м³ деревини ясеня I-го сорту діаметром 26 см і більше яка становить 460,00 грн. Ціна на клей (клас D3) береться відповідно до його ринкової ціни, яка становить 21,00 грн./кг.

Розрахунок витрат на придбання матеріалів представлений в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Розрахунок витрат на придбання матеріалів

Назва матеріалу	Одиниці виміру	Кількість матеріалу	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн
Деревина соснова	м ³	32560	460,00	1497300,00
Клей	кг	55870	21,00	1190700,00
Шліф шпирка	м ²	10000	20,00	200000,00
			Разом	6363700,00

Визначення виробничої собівартості

Графічне зображення витрат представлено на рис. 4.6



Рис 4.6 Структура собівартості продукції[20]

Визначення точки беззбитковості

Точка беззбитковості – це така виручка від реалізації, при якій дане підприємство не має збитків, але і ще не має і прибутків. Ця точка характеризує саме при якому мінімальному обсязі виробництва буде досягнуто нульової рентабельності. При меншому обсязі виробництва продукції підприємство буде нести збитки, тобто буде нерентабельним, а при більшому обсязі – рентабельність виробництва буде зростати.[20]

Для визначення планової величини обсягу виробництва та продажу, що відповідає беззбитковому стану підприємства, необхідно знати три величини:

- оптову ціну продажу товарів;
- обсяг постійних витрат, тобто таких витрат, величина яких у короткому періоді часу не пов'язана з обсягом виробництва і реалізації продукції та їх змінами (витрати на устаткування, його утримання й експлуатацію, амортизаційні відрахування, адміністративні витрати тощо);
- обсяг змінних витрат, тобто таких витрат, які змінюють свою величину у зв'язку із зміною обсягу виробництва і реалізації продукції (витрати на сировину та матеріали, заробітну плату основного виробничого персоналу електроенергію транспортування тощо).[21]

Валові витрати (ВВ) – це сума всіх витрат, тобто певна

собівартість, яка отримана для всього обсягу, які становлять 42575173,08 грн.

До складу валових витрат входять змінні і постійні витрати[22]:

$$BB = PB * ZB \quad (4.2)$$

де PB – постійні витрати, грн.;

ZB – змінні витрати.

До постійних витрат входять витрати на утримання

адміністративного, цехового персоналу і амортизаційні відрахування

обладнання[22]:

$$PB = \text{Адм} * \text{Цех} * A \quad (4.3)$$

Амортизаційні відрахування (як суму амортизацій всього обладнання), але там маємо амортизацію за зміну, отже множимо її на кількість робочих змін в рік, тобто 250. Витрати на адміністративний цеховий персонал

$$P = 203104,44 - 227969,44 - 1321415,00 = 1832491,44 \text{ грн.}$$

До змінних витрат (ZB) відносять витрати, що змінюються із зміною обсягів виробництва і розраховуються за формулою[22]:

$$ZB = 42575173,00 - 1832491,44 = 40742681,64$$

Необхідно розрахувати собівартість одиниці готової продукції за формулою[22]:

$$C = \frac{BB}{Q} \quad (4.4)$$

де $C_{од}$ – собівартість одиниці готової продукції, грн.;

Q – річний обсяг продукції, м².

$$C = 42575173,00 / 9000 = 4730,57 \text{ грн}$$

Прибуток – це частина заново створеної вартості й водночас показник результату фінансово-господарської діяльності підприємства.

Собівартість одного 1 м³ клеєного віконного бруса буде становити 4730,57 грн. Щоб знайти ціну 1 м³ клеєного віконного бруса, собівартість

1 м³ множимо на рентабельність підприємства при максимальному завантаженні[22].

Для того щоб ціна нашої продукції була конкурентоспроможною приймаємо рентабельність рівною 15 %. Ціна реалізації без врахування ПДВ

1 м³ клеєного віконного бруса буде становити 5440,16 грн.

Визначаємо дохід (D) підприємства за формулою[22]:

$$D = C/Q \quad (4.5)$$

$$D = 5440,16 \times 9000 = 48961449,04 \text{ грн}$$

Визначаємо прибуток (Π) підприємства за формулою[22]:

$$\Pi = D - BB, \text{ грн.} \quad (4.6)$$

$$\Pi = 48961449,04 - 42575173,00 = 6386275,96 \text{ грн.}$$

Рентабельність (P) підприємства знаходимо за формулою[22]:

$$P = \frac{\Pi}{C} * 100\% \quad (4.7)$$

$$P = \frac{6386275,96}{42575173,00} * 100 = 15\%$$

Для визначення точки безбитковості необхідно побудувати графік, де вісь абсцис – обсяг випуску продукції, м³, а вісь ординат – дохід, грн.

Розрахунок безбиткового обсягу виробництва та реалізації одного

виду продукції[22]

$$N = \frac{PB}{C * 3B} \quad (4.8)$$

де N – обсяг продукції, що забезпечує безбиткове виробництво, м²

$$N = \frac{1832491,44}{5440,16 - 4526,96} = 2006,68 \text{ грн}$$

Визначаємо дохід підприємства в даній точці:

$$D = 5440,16 \times 2006,68 = 10916660,28 \text{ грн}$$

За отриманими даними будемо графік точки беззбитковості. Точка беззбитковості буде знаходитись на перетині прямої доходів і прямої валових витрат. Будемо прями: доходів, постійних витрат, змінних витрат, валових витрат – по двом точкам [37].

Обсяг виробництва в точці беззбитковості складає 2006,68 м³, а дохід при цьому становить 10916660,28 грн.

Розрахунок окупності проекту

Термін ведення цеху з виготовлення термодеревини становить 15 місяців, а термін виходу його на виробничу потужність – 3 місяці. Загальна сума інвестицій складає 7609,55 тис. грн., куди входить балансова вартість придбаного обладнання та 10% від їхньої вартості на установку.

Коефіцієнт дисконтування визначається з врахуванням ставки дисконту (відсотка інтересу), який приймаємо 0,30, тобто 30%. Коефіцієнт дисконтування визначається за формулою [22]:

$$K_d = \frac{1}{(1+r)^n} \quad (4.9)$$

де r – ставка дисконту;

n – порядковий номер періоду.

Результати розрахунку терміну окупності занесено в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Розрахунок терміну окупності

Роки	Доходи, тис. грн.		Витрати, тис. грн.	Прибуток, тис. грн.	Коефіцієнт дисконтування	Дисконтований прибуток	Чистий грошовий потік, тис. грн.
	валовий	чистий					
1	2	3	4	5	6	7	8
2022	-	-	7609,55	-	1,00	-	-7609,55
2023	39169,16	32640,97	28536,16	4104,81	0,69	2850,56	-4758,99

	1	2	3	4	5	6	7	8
2024	58753,74	48961,45	42575,17	6386,28	0,58	3695,76	-1063,23	
2025	58753,74	48961,45	42575,17	6386,28	0,48	3695,76	2632,53	
2026	58753,74	48961,45	42575,17	6386,28	0,40	3695,76	6328,30	

Встановлена ціна (1м³) з врахуванням ПДВ-6528,19 грн., без врахування ПДВ-5440,16 грн.

Загальна сума інвестицій складає 7609,55 тис. грн.

Обсяг виробництва в точці беззбитковості складає 2006,68 м³ на рік,

а дохід при цьому становить 10916,66 тис. грн.

Показники ефективності інвестицій:

- чиста теперішня вартість (NPV) = 15575,14 тис. грн.;
- індекс прибутковості (PI) = 3,05.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз літературних джерел по виготовленню термомодифікованої деревини. Розглянуто особливості виготовлення термічно обробленої дошки та проведено аналіз столярних виробів. Наведено опис технологічного процесу термообробленої дошки та подальше застосування її в виготовленні віконного блоку.

Проведено аналіз клейових матеріалів які використовуються для термічно обробленої деревини в столярних виробках. Для визначення пріоритетного клею використано методи нечіткої логіки. Проведено розрахунок по порівнянню по в'язкості, щільності та температуропровідності де визначено що пріоритетним клеєм являється епоксидна смола. Вона має найкращі показники якості.

Описано проект виробу, а саме віконного блоку де проведено подальший розрахунок потреби в сировині та матеріалах. В ході розрахунку визначено скільки на річну програму потрібно витратити матеріалу для виготовлення віконних блоків. Також описано технологічний процес виготовлення віконних блоків.

Проведено експериментальне дослідження визначення міцності склеювання термодеревини ясена. Результати досліджень показали, що сформоване з'єднання термодеревини на основі термопластичних клеїв на основі ПВА дисперсії не є міцними та довговічними. Визначено, що пріоритетним клеєм є епоксидна смола, вона мала найбільший показник міцності. Тобто можна сказати, що для склеювання віконних блоків термодеревини найкраще підходить епоксидна смола.

Розраховано витрати на виготовлення віконного блоку.

Показники ефективності інвестицій:

- чиста теперішня вартість (NPV) = 15575,14 тис. грн.;
- індекс прибутковості (DI) = 3,05,
- внутрішня норма доходності (IPP) = 77,72 %.

Це показує те що даний проект є ефективним в виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Термодеревина: технологія, застосування, перспективи веб-сайт URL:

<https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-perspektyvy/>

(дата звернення 31.08.2023)

2. Термічно оброблена деревина веб-сайт URL: [https://eco-](https://eco-forest.com.ua/termoderevo-yak-vybraty?lang=uk)

[forest.com.ua/termoderevo-yak-vybraty?lang=uk](https://eco-forest.com.ua/termoderevo-yak-vybraty?lang=uk) (дата звернення 2.09.2023)

3. Класифікація термодерева веб-сайт URL:

<http://heatwood.com.ua/classification/>

4. Термодеревина та її властивості веб-сайт URL:

[https://derevynnyk.com/termoderevyna-vygotovlennya-vlastyivosti-](https://derevynnyk.com/termoderevyna-vygotovlennya-vlastyivosti-zastosuvannya/)

[zastosuvannya/](https://derevynnyk.com/termoderevyna-vygotovlennya-vlastyivosti-zastosuvannya/) (дата звернення 10.09.2023)

5. ОКМ Технологічний практикум . Технологія виробництва конструкційних матеріалів веб-сайт URL:

[https://profesijna-ta-praktichna-](https://profesijna-ta-praktichna-pidgotovka9.webnode.com.ua/podorozhi/)

[pidgotovka9.webnode.com.ua/podorozhi/](https://profesijna-ta-praktichna-pidgotovka9.webnode.com.ua/podorozhi/) (дата звернення 10.09.2023)

6. Технологія термодереви: ближче до природи веб-сайт URL:

[https://hiddenshell.ru/uk/kak-sdelat-termodrevesinu-v-domashnih-usloviyah-](https://hiddenshell.ru/uk/kak-sdelat-termodrevesinu-v-domashnih-usloviyah-termodrevesina-sovremennyi-i-krasivi-otdelochnyi-m/)

[termodrevesina-sovremennyi-i-krasivi-otdelochnyi-m/](https://hiddenshell.ru/uk/kak-sdelat-termodrevesinu-v-domashnih-usloviyah-termodrevesina-sovremennyi-i-krasivi-otdelochnyi-m/) (дата звернення 10.09.2023)

7. Практичне застосування термодереви веб-сайт URL:

[https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-](https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-perspektyvy/)

[perspektyvy/#%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%bd](https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-perspektyvy/)

[%d0%bd](https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-perspektyvy/#%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%bd)

[%d0%b7%d0%b0%d1%81%d1%82%d0%be%d1%81%d1%83%d0%b2%d0%b0%d0](https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-perspektyvy/#%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%bd)

[%bd%d0%bd%d1%8f](https://derevynnyk.com/termoderevyna-tehnologiya-zastosuvannya-perspektyvy/#%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%bd) (дата звернення 15.09.2023)

8. Екстер'єр термодерево для настилу тераси веб-сайт

URL: <https://nds.lviv.ua/eksteryer-termoderevo-dlya-nastylyu-terasy/> (дата звернення

15.09.2023)

9. Термодеревина тєзнологія виробництва і сфєри застосування веб-сайт

URL: [http://poradu24.com/remontu/opalennya/termoderevo-texnologiya-virobnictva-i-](http://poradu24.com/remontu/opalennya/termoderevo-texnologiya-virobnictva-i-sferi-zastosuvannya.html)

[sferi-zastosuvannya.html](http://poradu24.com/remontu/opalennya/termoderevo-texnologiya-virobnictva-i-sferi-zastosuvannya.html) (дата звернення 17.09.2023)

10. Застосування термодереви веб-сайт URL:

[http://poradu24.com/remontu/opalennya/termoderevo-texnologiya-virobnictva-i-sferi-](http://poradu24.com/remontu/opalennya/termoderevo-texnologiya-virobnictva-i-sferi-zastosuvannya.html)

[zastosuvannya.html](http://poradu24.com/remontu/opalennya/termoderevo-texnologiya-virobnictva-i-sferi-zastosuvannya.html) (дата звернення 18.09.2023)

11. «OKNO GRAD» світ віконних технологій веб-сайт URL:

<http://oknograd.com.ua/articles/360> (дата звернення 18.09.2023)

12. «NETSTORE» клей для деревини веб-сайт URL:

<https://netstore.com.ua/rakoll-eco-4-d4/> (дата звернення 20.09.2023)

13. «Епіцентр» головна веб-сайт URL: [https://epicentrk.ua/ua/shop/kley-](https://epicentrk.ua/ua/shop/kley-germetik-soufal-pu-sealant-seryu-300-ml.html)

[germetik-soufal-pu-sealant-seryu-300-ml.html](https://epicentrk.ua/ua/shop/kley-germetik-soufal-pu-sealant-seryu-300-ml.html) (дата звернення 20.09.2023)

14. «ТД Елемент» головна веб-сайт

URL: [https://tdelement.com.ua/Stroitelnavo-himiva-kleva-ru/Klej-ru/Klej-dlya-](https://tdelement.com.ua/Stroitelnavo-himiva-kleva-ru/Klej-ru/Klej-dlya-parketa-ru/Klej-dlya-parketa-kauchukovyj-13-ru)

[parketa-ru/Klej-dlya-parketa-kauchukovyj-13-ru](https://tdelement.com.ua/Stroitelnavo-himiva-kleva-ru/Klej-ru/Klej-dlya-parketa-ru/Klej-dlya-parketa-kauchukovyj-13-ru) (дата звернення 20.09.2023)

15. Клей акриловий Композит UNIVERSAL для деревини веб-сайт

URL: <https://bas.kiev.ua/ua/pl345719639-akrilovyj-klej-kompozit.html> (дата

звернення 25.09.2023)

16. Методичні рекомендації Технологічні процеси деревообробки веб-сайт

URL: [https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635a3ac78a5c43a88521206d37](https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635a3ac78a5c43a88521206d370.html)

[0.html](https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635a3ac78a5c43a88521206d370.html) (дата звернення 25.09.2023)

17. Виготовлення дерев'яних вікон основні моменти веб-сайт URL

<http://montagnik.com/dovidnuk-montagnik/4580-vygotovlennya-derevanyx-vikon.html>

(дата звернення 25.09.2023)

18. Методичні рекомендації веб-сайт

URL: [https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5546/upravlinnya-](https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5546/upravlinnya-konkurentospromozhnistvu.pdf)

[konkurentospromozhnistvu.pdf](https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5546/upravlinnya-konkurentospromozhnistvu.pdf) (дата звернення 30.09.2023)

19. Трудомісткість одиниці продукції і вироблення веб-сайт URL:

http://www.um.ce.ua/14/14_7/14-73117.html (дата звернення 1.10.2023)

20. Віконні блоки веб-сайт URL:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата

звернення 1.10.2023)

21. Планування прибутковості підприємства веб-сайт URL:

<https://bvklib.net/books/29182/> (дата звернення 10.10.2023)

22. БУДСТАНДАРТ веб-сайт

URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=35883 (дата

звернення 10.10.2023)

23. Пінчевська О.О., Головач О.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Інноваційні технології оброблення деревини» Київ 2021р. 63с

24. Методика дослідження міцності клейових з'єднань веб-сайт URL:

https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2017/27_3/32.pdf (дата звернення 11.10.2023)

25. Термічна обробка деревини веб-сайт URL:

<https://berserkheroes.ru/uk/chistka-i-oborka-v-vsnroli-komnate/chto-takoe-termicheskava-obrabotka-drevesiny-termoobrabotka/> (дата звернення 15.10.2023)

26. Матеріал для вікон-деревина веб-сайт URL:

<https://oknoograd.com.ua/articles/360> (дата звернення 15.10.2023)

27. Виготовлення віконних блоків веб-сайт URL:

<http://montagnik.com/dovidnik-montagnik/4580-vygotovlenya-derevyanykh-vicek.html>

(дата звернення 16.10.2023)

28. Дослідження міцності склеювання клейового шару веб-сайт URL:

file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/naturnoe_issledovanie_prochnosti_skleivaniya_massivnoy_drevesiny.pdf (дата звернення 16.10.2023)

29. Деревина клеєна масивна веб-сайт URL:

<http://vsegost.com/Catalog/12/12933.shtml> (дата звернення 20.10.2023)

30. Дослідження міцності клейових з'єднань веб-сайт URL:

file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/naturnoe_issledovanie_prochnosti_skleivaniya_massivnoy_drevesiny.pdf (дата звернення 22.10.2023)

НУБІП України

НУБІП України

