МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

Фізико-технічний інститут, факультет будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування інституту, факультету)

Композиційних матеріалів, хімії та технологій

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему **ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Виконав: студент 2 курсу, групи БАД 219м

Спеціальності 132- Матеріалознавство_

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація) Композиційні _

та порошкові матеріали, покриття_

Савченко І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник _____Пономаренко Н.І.___

(прізвище та ініціали)

Рецензент _Павленко Д.В._____

(прізвище та ініціали)

2020

Форма № 25

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Фізико-технічний; будівництва, архітектури та дизайну
Кафедра Композиційні матеріали, хімія та технології
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 132 «Матеріалознавство»
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»
(назва освітньої програми (спеціалізації)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри О.А. Мітяєв
«____» _____ 2020року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

САВЧЕНКО Ілля Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення технологічних властивостей природних композиційних матеріалів

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доц. Пономаренко Н.І.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» листопада 2020року № 272
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Породи деревини (сосна, вільха, клен, дуб, тощо). Вихідні властивості матеріалів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Властивості деревини та її структура. 2. Матеріали та методи досліджень. 3. Дослідження підвищення технологічних властивостей природних композиційних матеріалів. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. 5. Розрахунок економічної ефективності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Мікроструктура деревини до та після термомодифікування

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

2

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3 Технол	Пономаренко Н. І, доцент		
4 Охор праці	Якімцев Ю.В, доцент		
5 Економіч	Левченко Н.М., професор		
6 Нормконтр	Акімов І.В, доцент		
7 Перевірка на плаг	Петрашов О.С, ст викл		

7. Дата видачі завдання «_____» _____20___року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Написання літературного огляду	23.10.2020	
2.	Проведення експериментальних досліджень	29.10.2020	
3	Опис результатів експерименту	29.11.2020	
4	Охорона праці	08.12.2020	
5	Економічна частина	12.12.2020	
6	Оформлення пояснювальної записки	15.11.2020	

Студент(ка) _____ (підпис) Савченко І.М (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ (підпис) Пономаренко Н.І (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Робота складається з 78 сторінок, 14 рисунків, 17 таблиць.

Об'єкт дослідження - процес впливу хіміко - термічної модифікації на експлуатаційні властивості природного композиційного матеріалу(деревини).

Метою цієї роботи була розробка модифікованої деревини з підвищеними експлуатаційними властивостями шляхом термічної обробки у розчині лугу. В роботі досліджувалися властивості деревини після термічної обробки розчином лугу та пресування. В роботі показано, що після процессів модифікації, деревина підвищила свої експлуатаційні властивості. Водопоглинання знизилося в залежності від типу деревини: для вільхи - з 0,55% до 0,16%, для сосни з 0,93% до 0,11% та для клену з 0,26% до 0,15%.

Також була досліджена мікроструктура модифікованої деревини, яка показала, що зразки після хіміко – термічного модифікування змінили свою структуру та перетворилися у полімер.

Ключові слова: ДЕРЕВИНА, ПРИРОДНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ, ПОЛІМЕР, ТЕРМІЧНА МОДИФІКАЦІЯ, ЛУГИ, ВОДОПОГЛИНАННЯ.

ABSTRACT

The research work consists of 78 pages, 14 figures, 17 tables.

The object of research is the process of influence of chemical - thermal modification on the operational properties of natural composite material (wood).

The aim of this work was to develop modified wood with improved performance properties by heat treatment in alkali solution. The properties of wood after heat treatment with alkali solution and pressing were investigated in the work. The paper shows that after the modification processes, wood has increased its performance properties. Water absorption decreased depending on the type of wood: for alder - from 0.55% to 0.16%, for pine from 0.93% to 0.11% and for maple from 0.26% to 0.15%.

The microstructure of the modified wood was also investigated, which showed that the samples changed their structure and turned into a polymer after chemical - thermal modification.

Keywords: WOOD, NATURAL COMPOSITIONAL MATERIAL, PERFORMANCE PROPERTIES, POLYMER, THERMAL MODIFICATION, MEADOWS, WATER ABSORPTION.

ЗМІСТ

Вступ 7
Розділ 1 Властивості деревини та її структури 8
1.1 Що таке деревина та її різновиди 8
1.2 Хімічний склад деревини 11
1.3 Механічні властивості деревини 13
1.4 Експлуатаційні властивості деревини 15
1.5 Вплив виду деревини на зміст смол та її властивості 17
1.5.1 Хвойні види дерев та їх властивості. 17
1.5.2 Листяні види дерев та їх властивості 19
1.6 Вплив сушки деревини на її властивості 21
1.6.1 Методи сушки деревини 21
1.6.2 Недоліки деревини під час сушіння 24
1.6.3 Властивості деревини після сушки 25
1.7 Вплив модифікування деревини на її властивості 27
1.7.1 Термічне модифікування деревини 28
1.8 Мета та цілі дослідження 31
Розділ 2 32
Матеріали та методика досліджень 32
2.1 Матеріал природного композиту 32
2.2 Матеріал для термо - хімічної модифікації деревини 32
2.3 Методика проведення випробування на волого поглинання 33
2.4 Дослідження мікроструктури матриці 33
Розділ 3 35
Дослідження з підвищення технологічних властивостей природних композиційних матеріалів 35
3.1 Проведення експерименту впливу лугу NaOH на деревину 35
3.2 Результати дослідження мікроструктури 39
3.3 Результати дослідження властивостей матеріалів 42

3.3 Висновок 44
Розділ 4 45
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях 45
4.1 Аналіз потенційних небезпек 45
4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки 46
4.3 Заходи щодо виробничої санітарії та охорони праці 50
4.4 Заходи з пожежної безпеки 59
4.5 Заходи із забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях 62
4.5.1 Основні норми поводження та дії при аваріях, що супруводжуються викидом сильнодіючих отруйних речовин 62
Розділ 5 64
Розрахунок економічної ефективності 64
Висновки 74
Список джерел посилань 75

ВСТУП

На сьогоднішній день одним з самих доступних природних композиційних матеріалів є деревина. Ми зустрічаємося з нею на кожному кроці на вулиці або у побуті. Деревообробна індустрія працює з двома видами дерева це твердолистяні породи(дуб, горіх, ясен, клен) та м’яколистяні породи (осика, вільха, береза), але перші з них знаходяться у дефіциті оскільки для поновлення їм потрібно в 7…10 разів більше часу, ніж малоцінним м’яким породам.Тому вченими були винайдені методи покращення характеристик деревини які дозволяють позбутися її недоліків і підвищити довговічність, тим самим створити композиційний матеріал майбутнього.

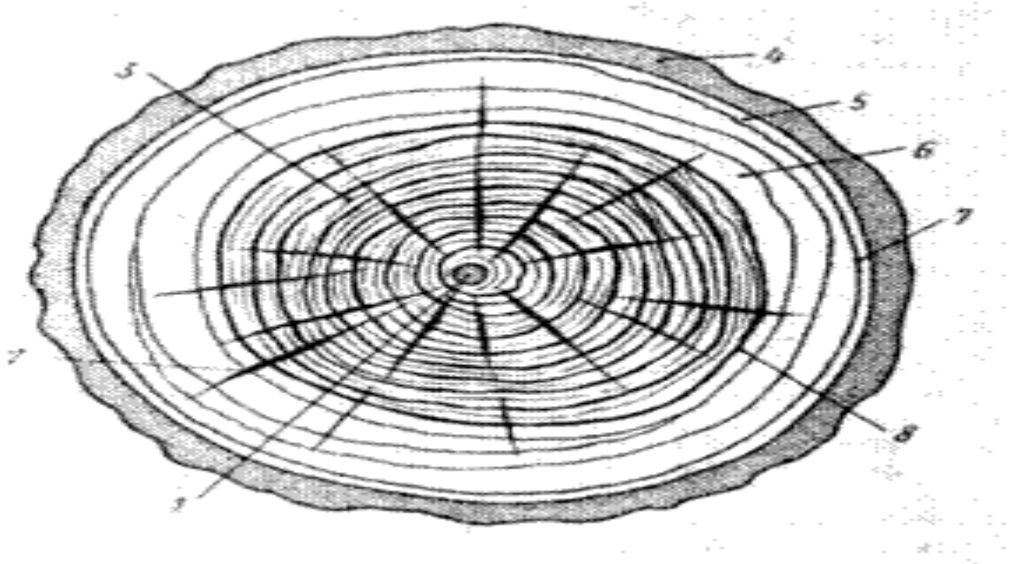
Наприклад використовуючи звичайну термообробку деревини, що являє собою екологічно чистий метод модифікування та подальшого холодного пресування, можна досягти більш якісних фізико-механічних властивостей не порушуючи при цьому початкового вигляду виробу. Тому вважаю доцільним вивчення методів модифікування природного композиту(деревини) та визначення найбільш економічно вигідного з них.

РОЗДІЛ 1
ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ ТА ЇЇ СТРУКТУРИ

1.1 Що таке деревина та її різновиди

Дерево, що росте складається з кореня, стовбура і крони. Деревину, яка використовується як будівельний матеріал, в основному дає ствол, що становить 90% обсягу деревини. Розрізняють дві категорії порід дерев: ядрові і безьядрові. Деревина ядрових порід (сосна, модрина, кедр, ялівець, дуб, каштан, ясен, в'яз, ільм, біла акація, тополя) складається з ядра і заболоні. Безьядрові породи діляться на стиглі деревні (ялина, ялиця, бук, осика) і заболонні (береза, липа, вільха, граб, груша) [1].

Породу деревини визначають за такими ознаками: наявність або відсутність ядра, колір ядра і заболоні, перехід від заболоні до ядра (рис.1.1.). Річні кільця - це одна з ознак, за якими визначають породу деревини. При цьому важливе значення має ступінь видимості річних кілець і їх обрис. Річне кільце добре видно в деревині хвойних порід, слабкіше в деревині кільце судинних порід, малопомітні в деревині неуважно-судинних порід [1].



1 - серцевина, 2 - серцевинні промені, 3 - ядро, 4 - корковий шар, 5 - луб, 6 - заболонь, 7 - камбій, 8 - річний шар

Рисунок 1.1 -Поперечний розріз стовбура [1]

1. Серцевина – це центральна частина дерева яка формується у перші роки життя рослини. Вона представлена пухкою тканиною утвореною в результаті поділу верхівкової твірної тканини при зростанні вверх.

2. Серцевинні промені – це є продовження серцевини. Вони проходять поперек стовбура , проводять воду та поживні речовини, а токож є місцем нагромадження поживних речовин перед осінньо – зимовим періодом.

3. Ядро — це фізіологічно неактивна зона, яка розвивається у багатьох породах дерев в місті перетину стовбура, яка має більш темний колір, у порівнянні із зовнішньою світлішою частиною, що називається заболонь. Ядрова частина деревини розвивається під впливом вторинного метаболізму відмерлої паренхіми, яка знахлждиться у внутрішній частині заболоні.

4. Корковий шар – слугує для захисту дерева від холоду та спеки, а такох від механічних пошкоджень.

5. Луб – це нижня частина кори, являє собою одну із складових частин судино – волокнистого пучка по якому відбувається низхідний рух соку.

6. -Заболонь – наружні молоді фізіологічно активні шари деревини. Відрізняється від ядра більш світлою окраскою.

7. Камбій – це тонкий шар живих клітин, завдяки яким дерево живе, а його стовбур і гілки товщають.

8. Річний шар – це кільце яке утворюється кожного року завдяки життєдіяльності камбію.

Деревина — це основна маса стовбура дерева, складається з величезної кількості розтягнутих клітин, що утворюють волокна, з яких складається стовбур. До основних переваг деревини можна віднести: малу питому вагу; високі значення питомої міцності; добрі показники пружності; простота обробки; високі значення тепло-, звуко - та електроізоляції; високу хімічну стійкість до хімічних речовин; можливість швидкого з'єднання різноманітними методами.

Крім зазначених переваг деревина (деревні матеріали) має недолік, який полягає в обмеженні її застосування. До найістотніших недоліків належать:

здатність до швидкого загнивання; низька стійкість до вогню; низький модуль пружності; неоднорідність будови [2]. Такі властивості можна пояснити наявністю в деревині: сучків, тріщин, дефектів форми стовбура та будови самої деревини, місця ураження шкідниками та патогенними мікробами. А також дефекти деревини, що мають характерне механічне походження, які утворюються на стадії заготовки деревини, її транспортування та в процесі сортування.

Виділяють 3 породи деревини:

1. До хвойних порід належить деревина, в структурі якої добре видно річні шари. Це пояснюється наступним:деревина якак утворилася нещодавно має світлий колір, а то що пізніше – темний. У хвойних порід серцевинні промені дуже вузькі і їх важко помітит неозброєним оком. Деякі представники хвойних порід мають смоляні ходи. Найтиповішими представниками хвойних порід, що використовуються є сосна, піхта , листвяниця , кедр.

2. До порід деревини в яких добре помітні річні кільця належать листяні породи. Великі судини цих порід утворюють суцільне кільце каналів у однорічній деревині, що добре спостерігається неозброєним оком; У структурі деревини більш пізнього віку видні малюнки, які складаютья із дрібних судин, що утворюють розгалужену структуру. До таких порід відносяться вяз, дуб, ясен, карагач.

3. До листяних, в яких судини розташовані у хаотичному порядку відносяться клен звичайний, груша, береза, бук, граб, горіх грецький, платан східний, вільха, липа, осика [5]. В структурі такої деревини річні шари майже не помітні; при розташуванні судин у поперечному перерізі вони не утворюють суцільного кільця, а розміщені рівномірно за всією шириною річного прошарку.

1.2 Хімічний склад деревини

Деревина включає в себе багато хімічних елементів, але основними являються целюлоза, лігнін та гемицелюлоза. Целюлоза, у складі деревини якої є майже 40…62% від загальної маси сухої деревини, відноситься до полімерів, оскільки має лінійну, розгалужену будову. Вона за призначенням відіграє роль скелета, так як має вигляд волокнистої решітки, яка за будовою складається з довгих молекулярних ниток, які між собою по'єднуються водневими сполуками. Така хімічна формула забезпечує необхідні значення показників еластичності та твердості [3].

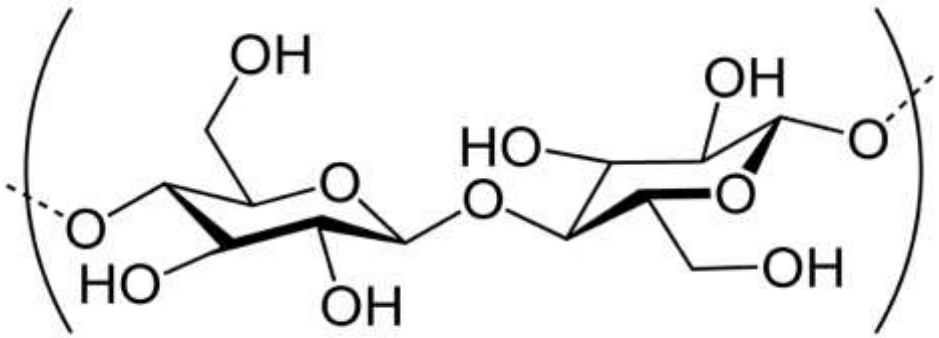


Рисунок 1.2 - Хімічна формула целюлози[4]

В процесі формування стовбура деревини та його розвитку просторові пустоти між клітковиною живої деревини заповнюються більш еластичними рослинними клітинами, які за певний проміжок часу переходять у більш твердий стан та тим самим утворюють лігнін. Якщо розглядати деревину, як конструкційний матеріал, то він відіграє роль наповнювача, тому що за властивостями має досить високі показники міцності на стискання. Також, саме лігніну придає кожній породі деревини свій неповторний колір, тестуру в залежності від її породи, також під впливом впливом сонячного світла лігнін може змінювати свій колір, «вицвітати», що можна порівняти зі старіння

полімерів. Суха маса деревини може містити близько 30% лігніну. Якщо розглянути хімічну формулу цього полімеру, то він складається із суміші ароматичних полімерів, які мають свою просторову будову, яку представлено на рисунку 1.3.

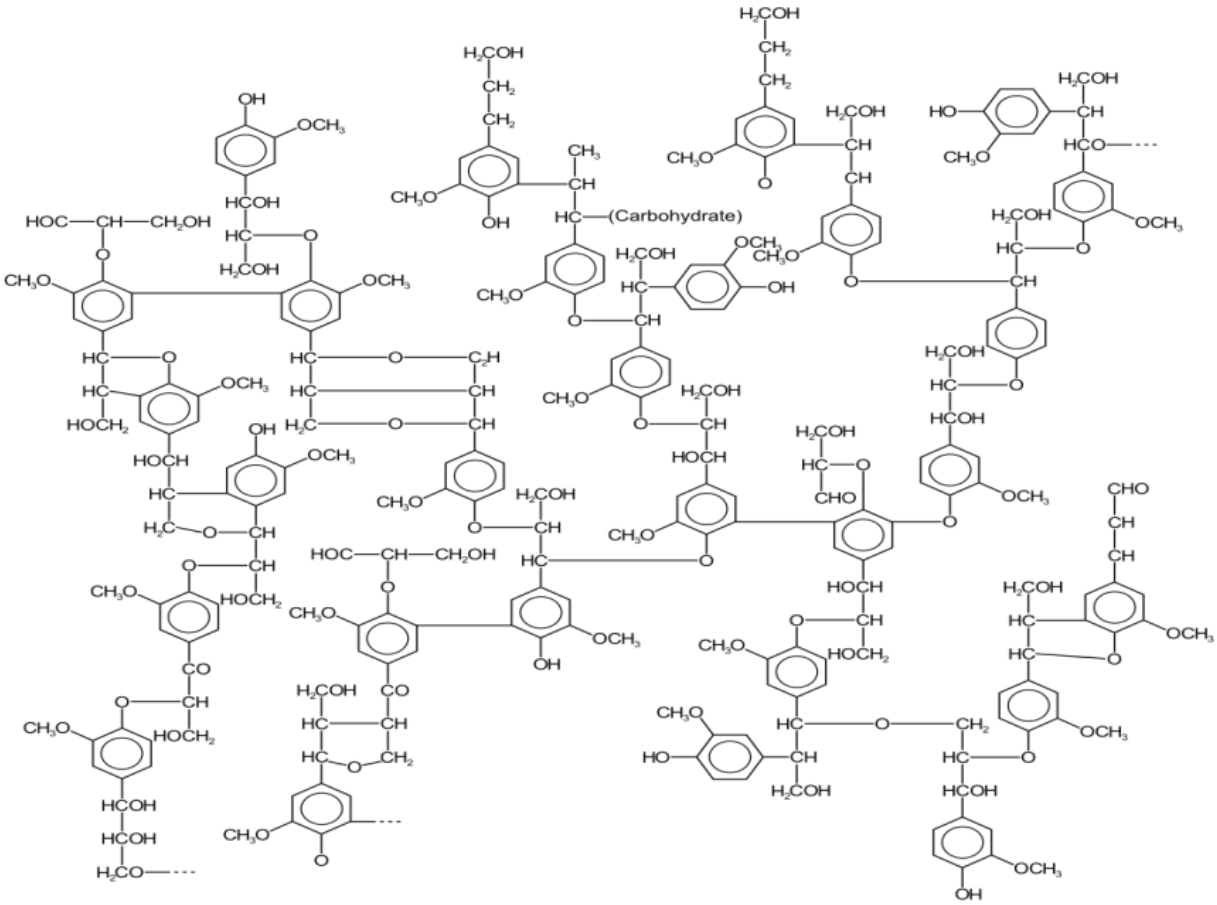


Рисунок 1.3 – Хімічна формула лігніну

Також у складі сухої деревини присутні близько 10…15% таких речовин як пентозами та гексозани геміцелюлози. Ці компоненти можна віднести до сполучних компонентів композиційного матеріалу, тому що вони беруть активну участь у розвитку та зростанні саме целюлозної решітки, яка слугує основним структурним компонентом клітинної стінки деревини. Також можна відмітити що співвідношення цих компонентів залежить від породи деревини, тобто у хвойних породах зазвичай переважають гексозани, а у листяних -

пентозами. До типових представників природних гексозанів можна віднести крохмаль, а до пентозанів відносяться такі речовини як арабан та крилан [3].

За своєю природою пентозами відносяться до високомолекулярних колоїдальних полісахарадів, які мають хімічну формулу $(C_5H_8O_4)_n$ і відносяться до продуктів природної полімеризації п'ятиатомних моносахаридів, які мають формулу $C_5H_{10}O_5$. Пентозани – це дуже розповсюджена речовина, яка зустрічаються майже у всіх представників рослиного світу та самим поширеним компонентом саме у геміцелюлозній частині всих рослин.

За визначенням гексозани це полісахариди, які мають хімічну формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, за своєю будовою молекули цих речовин складаються з великого числа гексозних залишків, які сполучаються між собою α- або β- глікозидними зв'язками, що також дуже нагадує просторове розташування молекул полімерів. Деревина також може містити досить багато інших хімічних речовин, які відносяться до жирів, дубильних компонентів, пігментів, органічних кислот, олеосмол, азотистих органічних речовин.

1.3 Дослідження механічні властивостей деревини

До механічних властивостей, які можуть зацікавити матеріалознавців відносять показники міцності, твердість деревини та її ударна в'язкість. Міцність деревини залежить від типу деревини та від направлення прикладеного навантаження, в залежності від того як саме розташовуються волокна деревини.

Твердість деревини значною мірою залежить від породи деревини, та від направлення прикладеного навантаження (тангентального та радіального). Якщо порівнювати значення твердості торцьової та бічної поверхні то ці показники відрізняються на 30% у листяних та на 40% для хвойних порід. За

ступенем твердості умовно породи деревини поділяються на три основні групи:

1. м'яка деревина – це породи деревини у яких значення торцьової твердості складають 40 МПа і менше, до таких порід відносяться липа, осика, сосна, кедр, тополя, піхта, вільха, ялина, каштан;

2. тверда деревина – це породи деревини у яких значення торцьової твердість складає 40…80 МПа до таких порід відносяться яблуня, береза, бук, горобина, дуб, вяз, горіх грецький, ясен, хурма;

3. дуже тверда деревина – це деревина у якої значення торцьової твердості більше 80 МПа, до таких порід відносяться береза, граб, акація, кизил, тис.

Ударна в'язкість деревини це дуже важливий показник, так як він показує опір деревини до розколювання, а саме це має найбільше практичне значення, так як досить значна кількість деревини заготовляють саме розклюванням. Опір розколюванню також залежить від направлення волокон, тому ударна в'язкість за радіальною площиною листвяних порід буде меншою, ніж за тангентальною. Це можна пояснити впливом на цей показник саме серцевинних променів. Для хвойних порід спостерігається зворотня залежність - розколювання за тангентальною площиною відбувається легше, ніж за радіальною.

Виготовлення виробів з деревини можливе декількома методами, один з яких – з'єднання металевими кріпленнями. При проникненні металевої деталі в деревину відбувається часткове розсування чи перерізання волокна, що в свою чергу призводить до утворення тиску на бічну поверхню цвяху, який спричиняється тертям, саме це і утримує кріплення у деревині. Опір деревини витягуванню металевого кріплення зележить від форми цього кріплення та ступіню руйнування деревини під час його проникнення.

Також досить важливою характеристикою деревини є її здатність до оброблення тиском, тобто можливість вигинати і гнути деревину. Ця здатність також залежить від породи деревини та характеру розташування волокон – легше вигинаються листвяні кільцесудинні та розсіяносудинні породи. У

хвойних порід здатність до вигинання досить не висока. Також ця властивість залежить від волого поглинання деревини, чим більший відсоток вологи – тим легше деформувати таку деревину [3]. Саме за цими показником деревина також відноситься до композиційних матеріалів.

1.4 Експлуатаційні властивості деревини

Кожна порода деревини має свою макроструктуру яка характеризується кольором, блиском, текстурою. Колір деревини змінюється в залежності від вмісту дубильних, смолянистих та фарбуючих речовини, які є у клітинах. Також колір деревини може змінюватися внаслідок ураження її різними видами грибків. Стійкий колір мають дуб, груша, акація, каштан.

Блиск – це здатність відображати певний світловий промінь, який залежить від її щільності, кількості, розмірів і розміщення серцевинних променів. Особливим блиском вирізняються бук, клен, платан, акація, дуб [3].

Текстура це малюнок на розрізі деревини який видно при перерізанні її волокон, річних шарів і серцевинних променів. Хвойні породи на тангентальному перерізі,мають значну відмінність у кольорі ранньої і пізньої деревини, що значно покращує їх структуру. Листвяні породи з яскраво вираженими річними колами і розвиненими серцевинними променями мають яскраву текстуру радіального і тангентального перерізів. Запах деревині ми відчуваємо завдяки наявності в них смол, ефірних олив, дубильних та інших речовини [3].

Макроструктура характеризується шириною річних шарів, яка визначається числом шарів на 1 см поперечного перізу, що вимірюється в радіальному напрямку.Фізико – механічні властивості деревини залежать від

кількості шарів деревини в поперечному перерізі. Збільшення ширини шарів призводить до збільшення міцності, щільності і твердості деревини [3].

Вологістю (абсолютною) деревини це відношення маси вологи, яка є у даному об’ємі деревини, до маси абсолютно сухої деревини, що виражається у відсотках. Волога, що просочує клітинні блоки, називається зв’язаною чи гігроскопічною, волога, що заповнює площину клітини і міжклітинні простори – вільною чи капілярною. При висиханні деревини спочатку випаровується вільна волога, а потім гігроскопічна. При зволоженні волога з повітря просочує тільки клітинні оболонки до їх повного насичення. Подальше насичення деревини із заповненням порожнин клітин і міжклітинних просторів відбувається при вимочуванні чи пропарюванні [3].

Звукопровідність – це властивість матеріалу проводити звук, яка характеризується швидкістю поширення звуку в матеріалі. У деревині звук поширюється вздовж волокон краще (5000 м/с), у радіальному напрямку гірше (2000 м/с) і значно повільно розповсюджується в тангентальному (1500 м/с). Звукопровідність деревини в поздовжньому напрямку в 16 разів, а в поперечному у 3…4 рази більша від звукопровідності повітря. Ця властивість деревини разом з властивість резонувати (підсилювати звук без викривлення тону) використовується для виробництва музичних інструментів. Найчастіше використовується деревина ялини, піхти і кедра [3].

Електропровідність деревини характеризується її опором проходженню електричного струму. Вона залежить від породи, температури, напряму розташування волокон і вологості деревини. Електропровідність сухої деревини незначна, що дозволяє застосовувати її як ізоляційний матеріал (розетки під штепселі та вимикачі) [3].

1.5 Вплив виду деревини на вміст смол та її властивості

Як нам вже відомо у деревообробній промисловості розрізняють дві категорії деревини: хвойні та листяні, які у свою чергу поділяються на ядрові та без ядрові. Кожен з цих видів має свої фізичні, механічні та хімічні властивості, тому розглянемо види цих категорій окремо.

1.5.1 Хвойні види дерев та їх властивості.

Хвойні породи дерев широко використовуються на території України у виробництві меблів, матеріалів для будівництва, лікувальних масел та олій, тощо. Деревина хвої характерна своєю твердістю, міцністю, стійкістю. Однією з більш важливих характеристик цієї породи є досить низький ступінь її деформації саме в процесі сушіння, але головним елементом соснових порід дерев вважається її смола. Розглянемо декілька порід дерев окремо та виділимо їх основні переваги на недоліки.

Основним матеріалом в деревообробці вважається сосна, це дуже поширений і доступний сорт. В Україні їх налічується близько 17 видів, але основним, який використовується найширше в Україні вважається саме сосна звичайна. Саме завдяки своїй легкій та м’якій деревині сосна досить широко використовується у різних галузях виробництва, наприклад її можна використовувати у будівництві, так як з цієї породи можна виготовляти стропи, бруски, шпали, меблі, телеграфні стовпи. З молодої соснової хвої виготовляють вітамін. С та ароматизовані оливи. Із соснової смоли, видаляючи з неї скипідар, виготовляють каніфоль, яку використовують для натирання смичків та для паяння, виготовлення лаків, сургучу та мила. З камбію сосни , завдяки розвитку

науки, стали отримувати сурогат ванілі. Також ця порода деревини широко використовується у виробництві різноманітних пиломатеріалів та термодеревини [5]. Сосна відноситься до м’яких порід, її колір та структурний візирунок робить цю породу декоративною, але її м’якість призводить до виникнення на її поверхні ушкоджень, що значно погіршує естетичний вид виробів [8]. Сосна піддається сушінню досить добре, під час цього процесу в деревині не відбувається деформування та не утворюються тріщини. Також смола досить добре поглинає масляні та фарбові суміші. Об’ємна вага в повітряно-сухому стані сосни становить близько 450 кг/м^3 [7]. Структуру волокон при мікроскопічному наближені та розпил можна побачити на рисунку 1.4

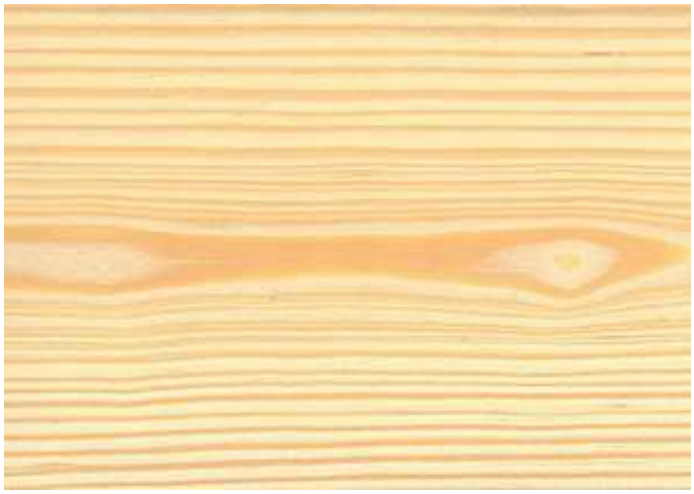


Рисунок 1.4 – Структура волокон сосни

Ялина другий в Україні вид деревини із сімейства соснових по використанню її в деревообробній промисловості. Ялина це досить цінна деревина, яка має білий колір текстури, досить легка та м’яка, її досить широко використовують у різноманітних галузях таких як будівництво, деревообробна та целюлозно паперова промисловість, для виробництва музикальних інструментів [5]. Ялина–м’яка, незначної смолянистості порода, добре обробляється різальним інструментом, є замінником сосни. Через велику кількість сучків і їх підвищеної твердості деревина ялини гірше обробляється

різанням порівняно з деревиною сосни [8]. Основна перевага цього матеріалу – здатність десятиліттями зберігати природний колір. Ялина, як і сосна, належить до м'яких дерев'яних порід, стійка до деформацій та механічних пошкоджень. Вища гнучкість та відсутність синюватості відрізняє її від сосни.Цей матеріал легкий та пухкий, що допомагає краще зберігати тепло в будинку. Але й тут є слабке місце – ялина має здатність розщеплюватись у висушеному стані та погано відштовхує вологу. Тому такий матеріал попередньо покривають вологостійкими речовинами [4].

Наступним представником деревообробної промисловості України являється модрина європейська, яка досить широко поширена в лісах західних Карпат. До переваг цієї породи деревини можна віднести, в першу чергу, її високу швидкість росту, а по-друге – вона має майже на 30% кращі властивості, у порівнянні з сосною. Саме тому вона є, мабуть, одним із самих цінних і незамінних будівельних матеріалів. Завдяки своєму хімічному складу деревини та її текстурі модрина має досить великий термін експлуатації, так як вона майже не схильна до гниття. Саме завдяки своїй текстурі, колір якої може змінюватися від сіро жовтого до червоно коричневого кольору, а також наявністю дрібних вкраплень сучків вона досить широко використовується у меблебудування [5]. За механічними властивостями вона відноситься до деревини зі щільною структурою, яка має досить високу в'язкість, та низьку усадку, майже не деформується при сушінні [8]. Так як модрина відноситься до в'язких порід то це дещо ускладнює процес її оброблення різанням.

1.5.2 Листяні види дерев та їх властивості

Листяні види дерев також широко використовуються в деревообробній промисловості України але частіше деревина береться для меблевої

промисловості. Деревина листяних порід дуже цінується за гарну текстуру, міцність та твердість, а деякі види цінують за легкість їх обробки. Також розглянемо деякі види дерев які відносяться до листяних для повного розуміння усіх плюсів та мінусів.

Мабуть самим головним та дорожчим видом цієї категорії вважається дуб, який за кількістю насаджень також є основною породою деревини та займає 27 % площі всього національного лісового фонду України. Росте він на більшій частині України, в основному в лісах та в долинах річок.

За механічними властивостями дуб має високу міцність та щільність деревини, яка майже не схильна до загнивання, завдяки дубильним речовинам, які знаходяться в його смолі. Якщо порівнювати його малюнком, текстурою та кольором із сосною, то в нього ядро має жовтувато коричневий або темно бурий колір. Основна частина деревини стовбура, за кольором суттєво відрізняється від ядра, та досить контрастно проглядається текстура деревини [5]. З плином часу деревина дуба змінює свій колір на більш темний, що додає їй благородного відтіноку старовини. Ця порода відноситься до будівельних та меблевих матеріал: з неї виготовляють широкий номенклатурний ряд виробів. Під час сушіння досить повільно змінюється відсоток вологості деревини, при примусовому прискоренні сушіння можуть утворюватися тріщини. Об`ємна вага дуба складає в середньому близько 700 кг/м^3 в повітряно-сухому стані [7].

Наступний представник цієї категорії який має не менше значення ніж дуб, вважається ясен. За механічними властивостями ясень має достатню міцність та пружність, завдяки яким він досить широко використовується в промисловості. За своєю текстурою ясень є близьким до дуба, але має більш світлий колір та зовсім не має у своїй структурі серцевинних променів. Після просочення оливами ця деревина змінює свій колір на сіруватий відтінок, що сприяє її використанню в натуральному виді. Ясень досить добре піддається процесу сушіння, під час якого деревина практично не тріскається, але цей процес повинен проходити повільно і ретельно. Також його можна оброблювати тиском, але лише у розпареному стані, так які ясен досить добре

піддається гнуттю, але його висока в’язкість заважає використовувати ручний метод оброблення. За вартістю ця деревина іноді перевищує деревину червоного дерева, що можна пояснити наявністю ефектної текстури, високій твердості та пружності. Фанера, виготовлена з цієї деревини досить широко використовується для виробництва музичних інструментів [5]. Ця деревина може містити деякі токсичні речовини, що може призвести до алергічної реакції у деяких людей. Завдяки її щільній структурі не бажано застосовувати лаки, клеї та грунтівки на водяній основі, так як можуть утворюватися розводи. Об’ємна вага в повітряно-сухому стані: в середньому близько 700 кг/м^3.

1.6 Вплив сушки деревини на її властивості

1.6.1 Методи сушки деревини

Процес сушки деревини - це проведення гідротермічної обробка деревини, що призводить до видалення з неї вологи, внаслідок чого деревина перетворюється в промисловий матеріал. Цей процес сприяє збільшенню стійкості деревини до загнивання, але може призводити до змінення форми об’ємів заготовок.

Кожна порода деревина має свою ступінь вологості, що можна пояснити тим що деревина може поглинати певну кількість вологи з пару та повітря. Залежно від кількості вологи що може поглинати деревина, умовно їх можна поділити на:

1. мокру — це деревина яка певний час було повністю занурена у воду,що призвело до збільшення її вологості до 100%;
2. свіжозрубана — це деревина яка має вологість 50…100%;

3. повітряно-суха — це деревина яка піддавалася тривалому сушіню на повітрі, тому має рівень вологості 15…20%;

4. кімнатно-суха — деревина яка піддавалася сушіню в приміщені, тому її вологість складає 8…12%;

5. абсолютно суха — це деревина яка піддавалася примусовому сушіню в печі , тому вологість складає 0%.

Історично розповсюдженим способом сушіння деревини є процесс сушки на відкритому повітрі або під навісом, при цьому деревина складається штабелями у шахматному порядку, що призводить до зниження вологості деревини до 18…22% (рис. 1.5). Тривалість процессу залежить від температури навколишнього середовища та його вологості, а також від породи деревини що піддається сушіню. Перевагами данного методу є економія витрат на підігрівання повітря та деревини, а також у простоті. До недоліків можна віднести наступні: складність досягнення вологості деревини нижче 18…22%; значна тривалість процесу (8…70 діб); відсутність можливості контролювання та управління процесами сушіння.

Рисунок 1.5 – Навіси для атмосферної сушки[11]

Камерне сушіння деревини відбувається в сушильних камерах які можна побачити на рисунку 1.6. Цей процес достить широко розповсюджений завдяки

тому що в процесі сушіння в якості джерела теплоти використовується пара із парового котла, або топочні гази, які одержуються при спалюванні палива. Цей метод протікає незалежно від впливу зовнішніх атмосферних та кліматичних факторів та має меншу тривалість часу сушіння в порівнянні з атмосферним. Також цей процес можна контролювати та регулювати, що дозволяє отримати деревину необхідної вологості (нижче 18…20%). Це призводить до значної економії часу та скорочення виробничих площ.

Рисунок 1.6 – Камера для сушки деревини[11]

Контактна сушка деревини відбувається за рахунок передавання тепла від поверхні що нагрівається до матеріалу що сушиться. Цей спосіб використовується для сушіння тонких шарів деревини, а також шпону. Основна перевага цього методу полягає в тому, що процес сушіння відбувається за лічені хвилини. До недоліків можна віднести відносне потемніння деревини при надмірній витримці. На рисунку 1.7 можемо побачити камеру для контактної сушки.

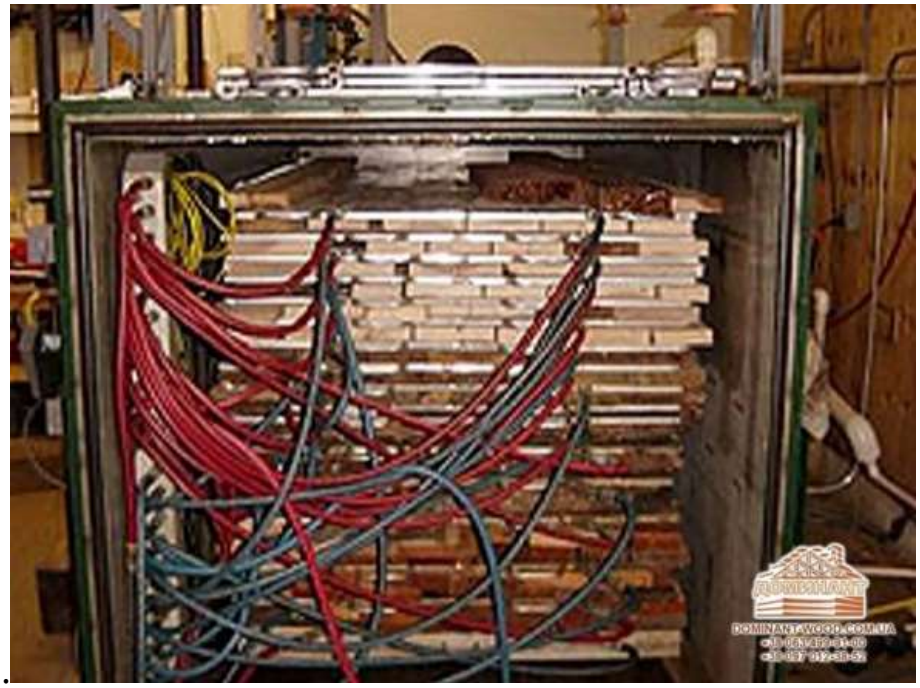


Рисунок1.7 – Камера контактної сушки [11]

Найчастіше сушіння деревини в рідинах використовується в якості додаткової операції перед просоченням. В якості реагента застосовуються гідрофобні рідини, які не розчиняються у воді (оливи, парафіни, сірка), а також водні розчини мінеральних солей, що дозволяє забезпечити високу якість висушеної деревини та значно прискорити процес сушіння (майже у 5...7 разів) у порівнянні з традиційною камерною сушкою [9].

1.6.2 Недоліки деревини під час сушіння

Головними проблемами при сушці деревини являються тріщини, викривлення та осадки. В початковий період сушіння на поверхні деревини можуть утворюватися зовнішні тріщини, що можна пояснити дією на поверхню деревини розтягуючими напругами, які значно перевищують межу міцності

матеріалу. Причиною їх утворення може бути жорсткий режим сушіння, а для запобігання утворення тріщин проводять оптимізацію режимів сушіння.

На прикінці процесу сушіння можуть з’явитися внутрішні тріщини, що можна пояснити впливом надмірно великих розтягуючих напруг на центральну частину деревини. Для уникнення утворення тріщин, необхідно дотримуватися культури виробництва, тобно регулювати режим сушіння та проводити необхідні процеси волого- та тепло- обрабки.

При більш інтенсивному процесі сушіння можуть виникнути торцеві тріщини що пов’язано зі значною різницею у вологості деревини за її поперечним перерізом. Для запобігання утворенню цього дефекту – необхідно проводити замазування торців вологонепроникним складом.

При сушці круглих заготовок із деревини можуть утворюватися радіальні тріщини, шо можна пояснити різною швидкістю сушіння в радіальному і тангенціальному напрямках. Для попередженя утвореня цього дефекту необхідно проводити сушіння з досить низькою швидкість [10].

1.6.3 Властивості деревини після сушки

На властивості деревини впливають режими сушіння: високотемпературний та низькотемпературний, які обирають в залежності від типу деревини. Для забезпечення стабільної міцності на статичний вигин, розтягування і стиснення необхідно використовувати високотемпературні режими сушіння, які можеть призводити до незначного зменшення міцності на сколювання та потемнінням деревини. При цих режимах виготовляється деревина з великим запасом міцності.

Низько температурні режими сушіння деревини можуть мати кілька рівнів (ступенів), які можна умовно поділити на м'які, нормальні і форсувальні.

При м’якому режимі забезпечується збереження властивих фізико-механічних властивостей деревини та уникнення утворення дефектів. При нормальному режимі сушіння, змінюється лише колір деревини. При форсованному режимі - забезпечується бездефектна сушка деревини що призводить до збереження міцності на статичний згиб, розтягування і стиснення, але призводить до зниження міцності на сколювання до 20% з потемнінням деревини [12].

Після сушки деревина повинна пройти так звану стабілізацію, для покращення якісних характеристик матеріалу що призводить до блокування гігроскопічності деревини. Для визначення якості сушки деревини необхідно вивчити вплив таких показників:

1. відповідність середньої за перетином вологості висушеної деревини показникам вологості, яка регламентується технологією виготовлення виробу;
2. визначення показників відхилення вологості деревини в поперечному перерізі штабелю залежно від середньої вологості матеріалу;
3. визначення показників перепаду вологості за товщиною матеріалу;
4. значення показникі залишкових напружень (величина пружніх деформацій) сухого матеріалу.

В кінці процесу сушіння важливо вирівнювати вологість за поперечним перетином заготовки та за допомогою обробки гарячою парою зняти внутрішні напруження, що призведе до значного поліпшення якісті сушіння [11]. Якщо пропустит цей процес обробки та піддати таку деревину відразу механічній обробці, це може призвести до значного деформування заготовки.

Виходячи з цієї інформації робимо висновок що сушіння деревини обов’язковий процес підготовки деревини для подальшого використання в промисловості або будівництві.

1.7 Вплив модифікування деревини на її властивості

Найчастіше деревина використовується в будівництві для виготовлення фундаментів, будівництва зовнішніх та внутрішніх стін будівель, матеріалу для підлогового покриття, в якості несучих конструкцій, для виробництва меблів, дверей, вікон. Однак в останні десятиліття композиційні матеріали значно витісняють деревини з різних галузей промисловості. Так, зокрема:

- фундаменти виготовляються з каменю та бетону;
- зовнішні стіні будують з цегли або полімерно піщанних блоків які легші за бетон;
- внутрішні стіни виготовляють з гіпсових плит та інших матеріалів;
- для зовнішніх елементів оздоблення використовують деревино-полімерні композиції;
- підлогу покривають ламінатами та іншими матеріалами.

Основними показниками що знижують її конкурентноспроміжність, в порівнянні з іншими матеріалами – це малий термін експлуатації та незадовільна стабільність розмірів (форми). Також до негативних факторів слід віднести вплив грибкової інфекції на деревину за рахунок значного вмісту в ній вологи. Для захисту деревини від ураження грибковими патогеннами необхідно проводити наступні методи захисту деревини:

- камерне сушіння до значного зниження вологості матеріалу (нижче 20%), що створює несприятливі умови для розвитку грибків;
- просочення деревини оливами які забезпечують захист її від зволоження що дозволяє використовувати деревини у вологому середовищі;
- просочення деревини органічним чи неорганічними солями, дія яких припиняє розвиток грибка.

Отже, можна зробити висновки що традиційні методи захисту деревини не можуть повною мірою забезпечити необхідний рівень експлуатаційних

властивостей, тому біль доцільно використовувати хіміко – термічне оброблення деревини яке може призвести до хімічного захисту, а в деяких випадках може відбуватися вимиванням захисних речовин, що значно знижує ефективність захисту в цілому та може негативно вплинути на навколишнє середовище.

В останні роки ведуться дослідженя різноманітних методів використання хімічного захисту деревини. У зв'язку з цим змінюються і вимоги до захисту деревини, так наприклад, разом з використанням ефективних захисних композицій висуваються вимоги до, простоти способів їх нанесення,просоження деревини цим компонентом на необхідну глибину та враховуються вимоги до екологічності захисних речовин [13].

1.7.1 Термічне модифікування деревини

Авторами [14] розроблено нова технологія модифікування деревини в спеціальних камерах за певних температурних режимів, з метою покращення фізико-механічних властивостей м'яких порід. За зовнішнім виглядом оброблена деревина практично не відрізняється від червоного дерева,але має значно вищу твердість, водостійкість, хімічна і біологічна стійкість. Ця технологія дозволяє отримати термічно модифіковану деревину - принципово новий вид композиційного матеріалу.

Особливістю фінської технології Thermowood є те, що термічна модифікація виконується в захисному середовищі водяної пари при температурах 185...212 °С. Французька технологія в середовищі ненасиченої водяної пари Retification забезпечує термічну модифікацію деревини при температурі 220...250 °С. Німецька технологія заснована на сушінні деревини в рідких органічних речовинах , в якості захисного середовища використовували

рослинні оливи. Технологія фірми Vacuum Plus передбачає оброблення деревини в вакуумі при температурі 160...210ºС [15].

Суть технології базується на трьох кроках – сушінні, термооброблені і охолодженні, не зважаючи на різноманітність температурних режимів та умов впливу зовнішнього середовища [16]. Сушіння за допомогою пари і тепла температура в камері, яка піднімається до 130 ºС це найбільш тривалий етап теплового оброблення деревини при якому вологість в деревині стрімко знажується. Під час термооброблення в середовищі майже насиченої пари – температура піднімається до 180...240 °С, що запобігає горінню деревини та впливає на її хімічні властивості; тривалість даного етапу складає 2...3 години. Протягом охолодження деревина знову зволожується, при цьому температура знижується до 80...90 °С, до досягнення кінцевого рівня вологи 4...7%; тривалість цього етапу оброблення, займає 5...15 годин. В результаті цієї обробки утворюється новий високотехнологічний продукт – термічно модифікована деревина. Це натуральний, екологічно чистий матеріал, який який має кращі властивості у порівнянні зі звичайною деревиною [17].

Таке термічне оброблення деревини зменшує вологість на 40...50 % в порівнянні з необробленою і вона досягає значень W=3...5 %; що призводить до збільшення біологічної довговічності в 15...25 разів внаслідок розкладання геміцелюлози при високих температурах без введення хімічних захисних речовин. За рахунок деполімеризації целюлози довжина її ланцюгів зменшується, тому показники стійкості ТМД до перепаду температури і вологості збільшується в 10...15 разів. Вплив високих температур призводить до змін в структурі деревини, які супроводжуються рівномірною за перерізом зміною кольору, саме тому досягається ефект цінних порід. Відомо, що гігроскопічність ТМД в 3...5 разів є меншою і теплопровідність також менша на 20...25% порівняно з необробленою деревиною. Після термічного оброблення знижується вміст смоли в хвойних породах деревини; що призводить до підвищення твердісті деревини [17].

Асоціація Thermowood класифікує термічно оброблену деревину на два класи – ThermoS (stability – стабільність) iThermoD (durability – міцність). В табл. 1.1 порівняно властивості термомодифікованої і необробленої сосни[18].

Отже можемо зробити висновки що термічно оброблена деревина має кращі властивості – підвищується гігроскопічність, біологічна стійкість, еластичність, зберігається стабільність геометричних розмірів, дещо зростає твердість. Тобто використання цього методу оброблення дає можливість розширення сфери застосування деревини м'яколистянихих порід. На цей час метод термічного модифікування залишається головним. Високі температури дуже гарно модифікують фізико – механічні властивості деревини, змінюється лише середа нагрівання та медоти.

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика фізико-механічних властивостей термомодифікованої і необробленої сосни [18].

Характеристика	Thermo S до 185 ^{0}C	Thermo D до 230 ^{0}C	Необроблена сосна
Густина, кг/м^3	540...560	510...530	470...540
Міцність на згин, МПа	100...105	90...95	70...92
Модуль еластичності, МПа	14000...14500	13200...13500	8000...13000
Твердість за Брінелем, МПа	1,6...1,65	1,65...1,7	1,6
Паропроникність (за EN 927-4)	5...7%	5...7%	24...28%
Теплопровідність, Вт/мК	0,09...-0,11	0,09...-0,11	0,15...0,19

1.8 Мета та цілі дослідження

Аналіз літературних данних показав что деревина залишається головним природним композиційним матеріалом і на цей час в будівництві та меблевій індустрії. З плинном часу з’явилися матеріали які за своїми фізико-механічними властивостями краще деревини. Тому вчені усього світу почали проводи досліди для покращення фізико-механічних властивостей деревини. На цей час головним медотом вважається термічна модифікація.

Тому метою цієї роботи дослідити один із методів термічної модифікації, а саме кип’ятіння зразків деревини у одно молярному розчині гідроксиду натрію та дослідити зміни властивостей зразків.

Для досягнення поставленої мети потрібно:

- вивчити вплив хімічного розчину на смоли деревини;
- вибрати оптимальний час термічної обробки у розчині;
- дослідити вплив термічної обробки розчину NaOH на експлуатаційні властивості зразків.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріал природного композиту

На сьогодняшній день головним природним композиційним матеріалом вважається деревина. Застосування цього матеріалу можна знайти майже у кожній сфері нашої діяльності. Це природний матеріал, а тому він екологічно чистий. Деревину цінують за її легкість, міцніть, звуко – та теплоізоляцію. Це невичерпний ресурс нашої країни та світу. Але також цей матеріал має свої недоліки на фоні новітніх композиційних матеріалів, які знижуть сфери експлуатації природного ресурсу. Тому вчені у всьому світі розроблять методи модифікування деревини для підвищення її експлуатаційних властивостей. Для цього методу модифікування матеріалу було обрано п’ять видів деревини розміром 2х2 сантиметри, а саме хвойна порода - сосна та листяні породи: дуб, вільха, ясен, клен, горіх.

2.2 Матеріал для термо - хімічної модифікації деревини

Для термо-хімічного модифікування природного композиційного матеріалу було обрано розчин одно та двомолярного лугу гідроксиду натрію (NaOH).

Гідроксид натрію найпоширеніший луг, який випускається у рідкому стані та у формі білих гранул. Найпоширеніший метод його отримання це електроліз хлориду натрію, який розповсюджений у промисловості. Це дуже

токсична сполука, яка може спричинити корозію металів, тому при роботі з нею потрібно дотримуватися усіх правил безпеки.

2.3 Методика проведення випробування на волого поглинання

Метод вологопоглинання був проведений на метеріалах двух типів, модифікованої деревни та класичної. Перед початком эксперементу потрібно визначити массу зразків в сухому стані, після цього занурити у воду та залишити там на певний час. У нашому експерименті цей час складав 1 году. Після закінчення часу, виймаємо зразки, та протираємо сухою серветкою для більш точних данних. Після чого знову зважуємо та рахуємо волого поглинання. Визначається волого поглинання за формулою:

$$W_m = 100(m_в – m_c) / m_c, \quad (2.1)$$

де $m_в$ – маса зразку насиченого водою, г;

m_c – маса зразку, висушеного до постійної маси, г;

2.4 Дослідження мікроструктури матриці

Обробка зразків для дослідження мікроструктури проводилася спочатку на наждачному папері для грубого зачищення поверхні зразків та надання їдеальної форми. Потім проводилася обробка на спеціальному полірувальному верстаті з використанням паперу з розміром зерна 15, 8, 6 мкм. Потім поверхню зразка полірували на тканині з м’яким ворсом.

Аналіз мікроструктури матеріалів ми досліджували на мікроскопі Sigeta 700 mm який має такі характеристики:

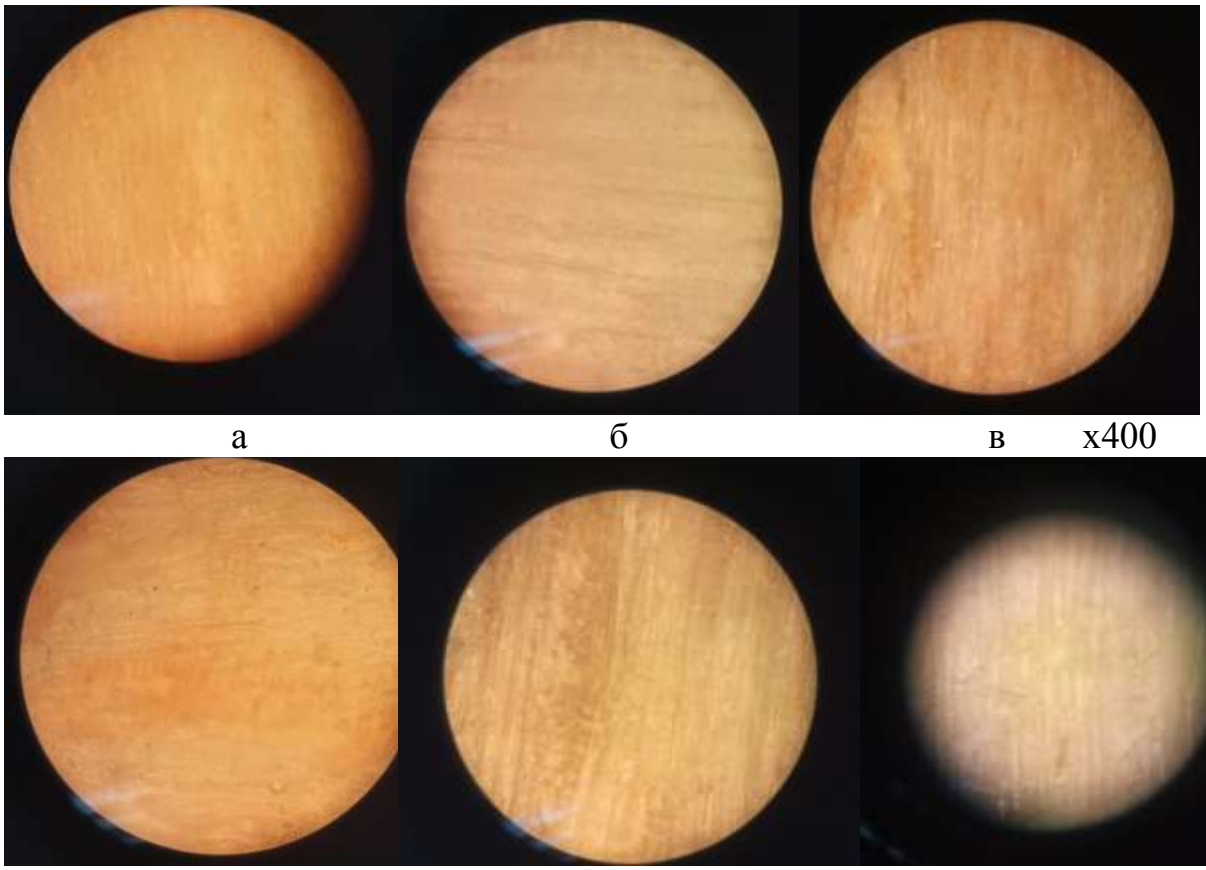
- ґратність збільшення від 100х до 1250х;
- три об’єктиви (10X, 40X, 100X), 2 пари окулярів: WF10X и WF12.5X, мікроскопічний окуляр WF10X;
- корпус складається з металу;
- підсвітка складається с бром вольврамових ламп 6В та 12В;
- розміри, 360х258х340, вага 5кг.

Досліджували зразки при збільшеннях 100…400 мкм.

РОЗДІЛ 3
ДОСЛІДЖЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Проведення експерименту впливу лугу NaOH на деревину

В роботі автора [19] було показано, що після обробки деревини в розчинах лугів знижуються їх механічні властивості, але після використання оброблення тиском структура деревини покращується. Але не вказано яку саме деревину обробляли, тому доцільно дослідити вплив цього методу на різноманітні породи деревини. Дослідження впливу термомодифікування на структуру та властивості проводили на різних породах деревини, а саме сосни, вільхи, клену, дубу, ясеню та горіху. Мікроструктуру цих порід деревини до оброблення наведено на рис. 3.1.



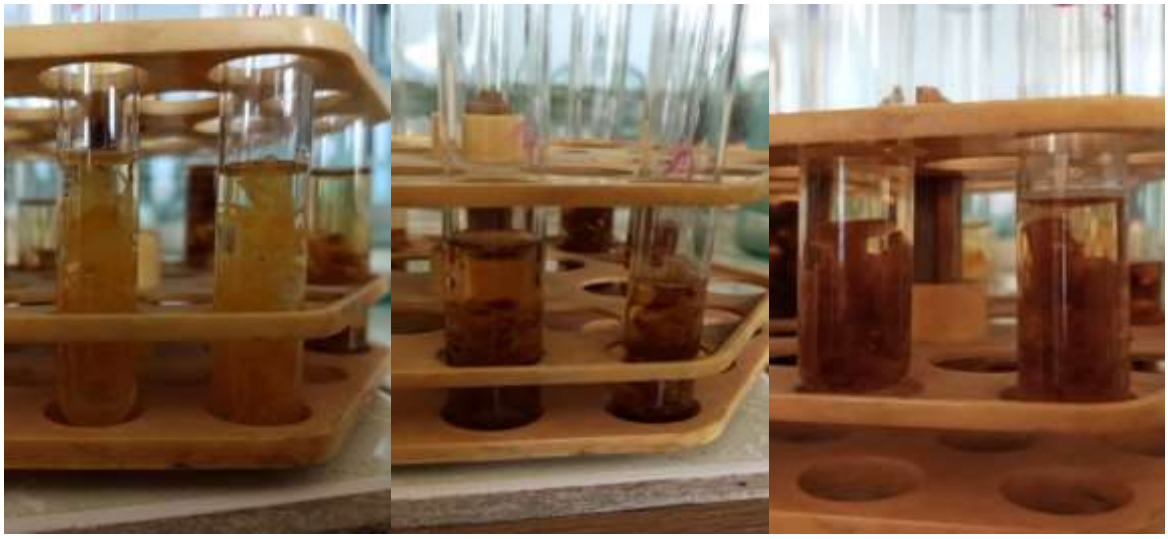
а б в х400

г д е х400

а – дуб; б - сосна; в – вільха, г-клен, д – горіх, е -ясень

Рисунок 3.1 – Мікроструктура деревини до оброблення

Для того щоб дослідити вплив різної полярності розчину лугу на процеси розчинення лігніну та на швидкість протікання цієї реакції було обрано два розчини лугу, NaOH одномолярний та NaOH двомолярний. Вплив цих хімічних елементів на процеси модифікування було вирішено протестувати на стружці з тих порід деревини які у майбутньому будемо модифікувати.. Зразки стружки були залиті розчинами та залишені на деякий час, для спостерігання за процесом, що проходить. Через 10 хв. після початку експеременту у пробірках почалася реакція розчинення компонентів деревини розчинами лугів, що супроводжувалося змінною кольору та виділенням газу (рис.3.2).



а б в

а – сосна; б - вільха; в - клен

Рисунок 3.2 – Розчинення компонентів деревини в розчинах лугів

В результаті цього експерименту було виявлено що ці хімічні елементи впливають на деревену з однаковою швидкістю та інтенсивністю розчинення, не залежно від полярності лугів та з однаковим інтервалом часу. Тому для більшої економічної доцільності було вирішено використовувати для подальшого дослідження одномолярний розчин лугу NaOH.

Після цього було проведено ще один дослід, який полягав у дослідженні впливу розчину лугу на хімічні елементи деревини під впливом температури.

Для цього стружка була залита розчином лугу і розміщена на пічці, яка поступово нагрівалася до температури 100°С та зразки витримувалися при цій температурі з фіксацією через кожні 10 хвилин процесів, що відбувалися. На початковому етапі оброблення інтенсивного процесу розчинення лігніну не відбувалося (рис.3.3).

Рисунок 3.3 – Дослідження вливу температури на розчинення елементів деревини

Після однієї години витримки при цій температурі, розчин змінив колір, та ароматв залежності від виду деревини (рис 3.4), на основі цього експеременту стало зрозуміло що луг вимиває з деревини лігнін та смоли.Тобто дослід показав, що для стружки було достатньо витримки у розчині лугу при температурі 100°С протягом 1 години.

Для дослідження впливу температури та розчину лугу на зразки з деревини, які мають певні розміри необхідно було провести додаткові дослідження для визначення часу витримки, в залежності від розмірів зразка.

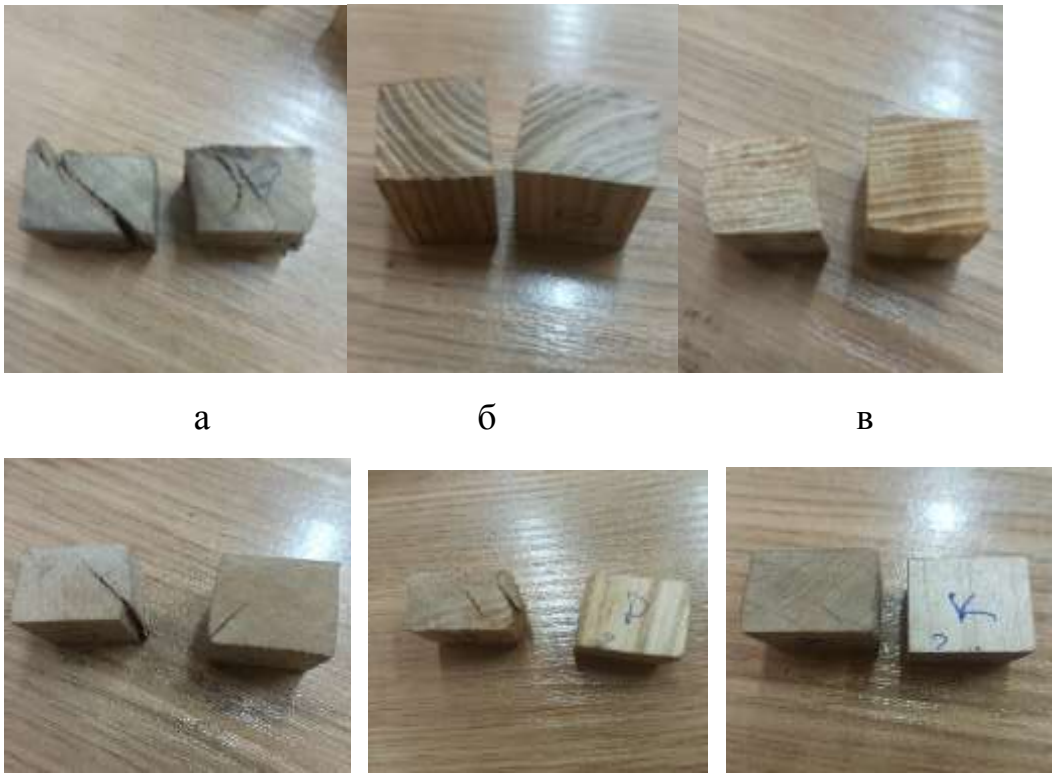
На основі наших експереминтальних досліджень було проведено експеремент, із застосування зразків кубічної форми розміром 2х2 сантиметри. Оптимальний час термічної обробки склав 3 години.

Рисунок 3.4 – Реакція деревини на термічну обробку у розчині лугу

Після чого готовий матеріал був спресований(тиск пресування для зразків склав 100…150 МПа). Після цього, для збереження зусилля пресування зразки у пресформі фіксувалися струпцинами до повного висихання. Сушка проходили за двома режимами: на повітрі та у пічці. Після повного висихання зразки піддавлися шліфуванню для досліджується мікроструктури та визначали їх фізико–механічні властивості.

Паралельно був проведений ще один експеремент на основі досліджень роботи [15], в якій автор показав, що модифікування деревини в захисному середовищі водяної пари при температурах 150...212°С призводило до покращення фізико-механічних властивостей, але не проводилося дослідження нагрівання та пресування без оброблення водяною парою. Тому було вирішено провести даний етап дослідження. Для цього зразки помістили в піч і

витримували при температурі 150°С протягом 2 годин, з подальшим пресуванням вздовж волокон. Під час прикладення тиску пресування зразки зруйнувалися (рис. 3.5), що можна пояснити наступним. В результаті того, що не використовували водяну пару відбувся процес інтенсивного сушіння деревини, а для покращення її структури необхідно проводити модифікування в'яжучих елементів деревини.



а б в

г д е

а – горіх, б – ясен, в – сосна, г – вільха, д – дуб, е - клен

Рисунок 3.5 – Зразки, що зруйнувалися

3.2 Результати дослідження мікроструктури

Дерево має основні хімічні елементи, це целюлоза, лігнін та геміцелюлози. Під час термічного оброблення зразків деревини розчином

NaOH, ці хімічні елементи вступають в реакції утворюючи тим самим ті властивості які нам потрібні. Головне наше завдання, створити у структурі деревини полімер, який змінить експлуатаційні властивості та структуру деревини. Після експерименту виявилося що для кожної деревини повинно бути своє значення тиску пресування, тому що під час пресування деякі породи деревини майже повністю змінили свою структуру тому що ці породи деревини була дуже м'якими після оброблення в розчині лугу, а тому під тиском, волокна деревини розійшлися, утворивши глибокі тріщини, тим самим цілісність зразку була зруйнована. Це стосується типу таких порід як Дуб, Горіх та Ясен в яких спостерігалися прошарки твердих частин волокон (рис. 3.6).

Такі породи деревини як вільха, клен та сосна показали досить добрі властивості після експерименту, вони майже повністю зберегли свою волокнисту структуру. Після експерименту досліджували мікроструктуру цих порід деревини, яка представлена на рис.3.7. Порівняти мікроструктури деревини до та після оброблення можна порівнявши рисунки 3.1 та 3.7.

а б в

а – дуб, б – ясень, в - горіх

Рисунок 3.6 – Зразки, що зруйнувалися.

З отриманих мікроструктур можемо зробити висновок про те, що головне завдання експерименту – претворення целюлози деревини в полімер було

виконано, структура деревини пройшла полімеризацію. Це можна пояснити наступною хімічною реакцією [20]:

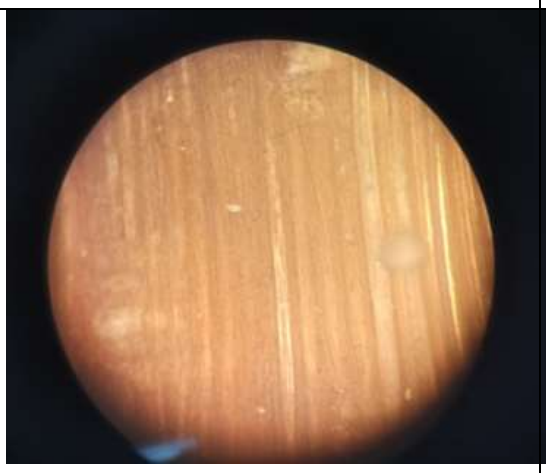
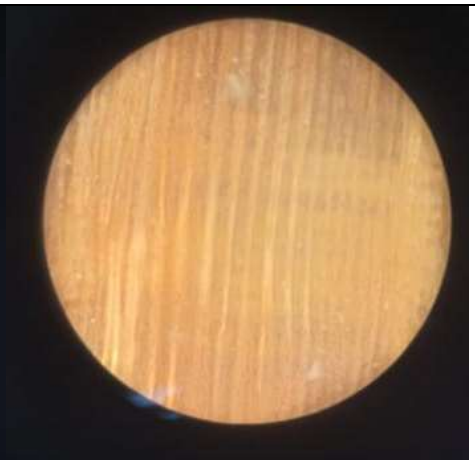
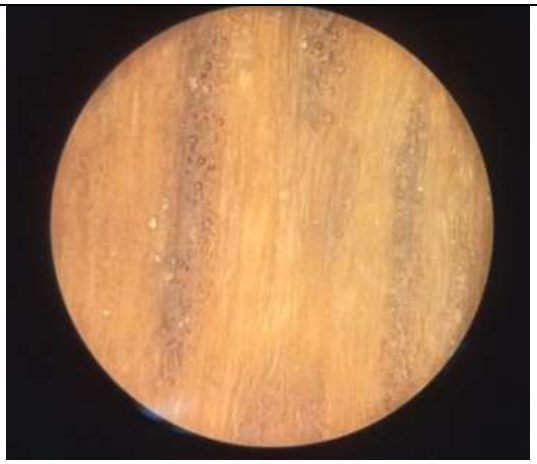
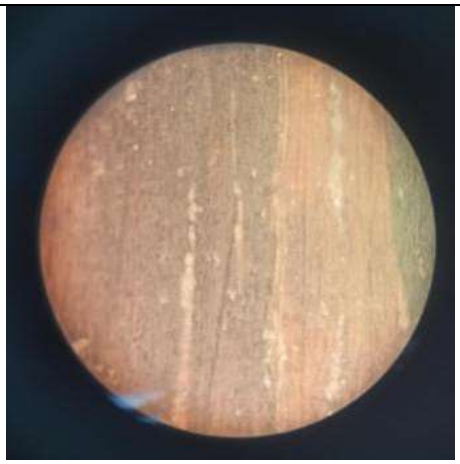
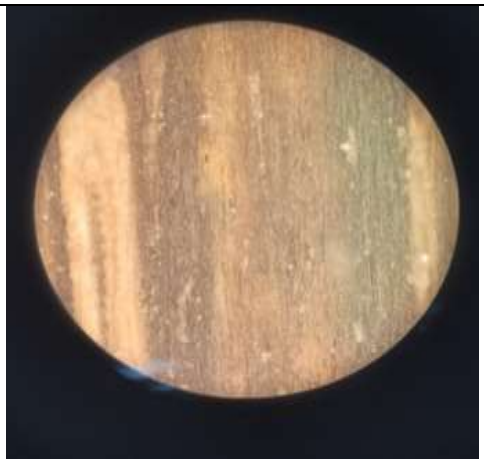
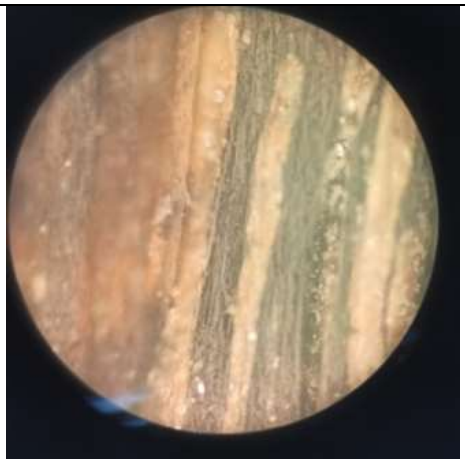
№ зразку	Вид деревини	Сушка на повітрі	Сушка у пічці
1	Сосна		
2	Вільха		
3	Клен		

Рисунок 3.7 - Мікроструктура модифікованої деревини, х400

$$[(C_6H_{10}O_5)_2]_n + nNaOH \rightarrow [(C_6H_{10}O_5)(C_6H_9O5Na)]_n + nH_2O \quad (3.1)$$

Також це можна пояснити наступним: при розчиненні лігніну в лузі утворюються порожнини, при пресуванні ущільнюються волокна целюлози. Крім того, очевидно під дією лугу й нагрівання відбувається зшивання ланцюгів, створення просторової структури макромолекул. Як правило, для створення поперечних хімічних зв'язків між ланцюгами целюлози застосовують обробку діфункуіональнимі реагентами. Молекулами модифікатора зв'язуються з полімером. Подовжуються мостичні зв'якив шитому ефірі целюлози. Наявність в макромолекулі.

3.3 Результати дослідження властивостей матеріалів

Наступним кроком експерименту є визначення експлуатаційних властивостей, а саме пористості та вологопоглинання. Як було зазначено раніше, модифікований матеріал проходив сушіння за двома різними методами, які також впливають на властивості матеріалу, його структуру, тощо. Пористість визначається за формулою:

$$П = (1 - \rho_0/\rho_п) * 100\%, \quad (3.2)$$

де ρ_0 - густина вихідного матеріалу, кг/м$^{3;}$

$\rho_п$ - густина обробленого матеріалу, кг/м^3;

Для розрахунку пористості матеріалів, потрібно визначити густину деревини, результати запишемо у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку густини деревини

№ зразку	Види деревини	Вихідні зразки, г/см^3	Модифікований зразок який проходив сушку на повітрі, г/см^3	Модифікований зразок який проходив сушку у пічці, г/см^3
1	Вільха	0,65	0,81	0,92
2	Сосна	0,61	0,99	1,02
3	Клен	0,68	1,16	1,14

Після цього можемо визначити пористість матеріалів, данні яких занесемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Результати розрахунків пористості матеріалів

№ зразку	Види деревини	Вихідні зразки, %	Модифікований зразок який проходив сушку на повітрі, %	Модифікований зразок який проходив сушку у пічці, %
1	Вільха	0,46	0,39	0,24
2	Сосна	0,55	0,54	0,26
3	Клен	0,41	0,42	0,01

При такій маленькій пористості виріб буде набагато міцнішим і твердішим ніж необроблений матеріал.

Тепер визначимо вологопоглинення деревини до та після модифікування. Для визначення волого поглинання проводили досліди згідно з пунктом 2.3. Результати досліджень занесено в таблицю 3.3.

За результатами дослідів можемо зробити висновки що в процессі експерименту, під час термічної обробки лугом, лігнін вимивається, а волокна целюлози стають м’якіші, при подальшому пресуванні, полімери заповнюють пори які залишился від лігніну, тим самим роблячи матеріал більш вологостійким, міцнішим та твердішим.

Таблиця 3.3 – Результати досліджень на волого поглинання

№ зразку	Види деревини	Вихідні зразки, %	Модифікований зразок який проходив сушку на повітрі, %	Модифікований зразок який проходив сушку у пічці, %
1	Вільха	0,55	0,33	0,16
2	Сосна	0,93	0,45	0,11
3	Клен	0,26	0,15	0,15

3.3 Висновок

Деревина є досить цікавим композиційним матеріалом, властивості якого на сьогодні ще не достить досліджені, тобто, використовуючи різноманітні методи обробки можна суттєво змінити їх властивості.

1. В результаті термомодифікування деревини було виявлено підвищення їх експлуатаційних властивостей. Водопоглинання знизилося в залежності від типу деревини: для вільхи - з 0,55% до 0,16%, для сосни з 0,93% до 0,11% та для клену з 0,26% до 0,15%.

2. Виходячи з результатів дослідження метод хімічної термообробки матеріалу потрібно застосовувати тільки якщо наступним етапом буде механічна обробка (згинання абопресування).

3. Підтверджено, що необхідно використовувати варіаційний підхід до кожного виду деревини(обов’язкове вивчення структури дерева, перед обробкою цим методом) та визначення оптимального тиску пресування.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при проведені досліджень з підвищення технологічних властивостей природних композиційних матеріалів.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема дипломної роботи «Підвищення технологічних властивостей природних композиційних матеріалів», тому розглянемо робоче місце інженера, який працює у цій галузі, та складемо список потенційних небезпек.

а) Коротке замикання в електромережі обладнання з можливим подальшим загорянням електропроводки;

б) пошкодження прихованої електропроводки з можливим коротким замиканням і загорянням;

в) ураження працівника небезпечними рідинами, парами, газами;

г) Виробничі: особливості техніки і технології; рівень механізації і автоматизації праці; якість оснащення робочих місць; режим праці і відпочинку. Від них залежать фізичні зусилля і нервова напруга, робоче положення працівника, темп і монотонність роботи.

д) Санітарно-гігієнічні: температура; вологість; забрудненість повітря; шум; вібрація; освітленість на робочому місці.

е) Фактори безпеки: захист працівників від травм; захист від уражень струмом; захист від хімічного і радіаційного забруднення.

є) Інженерно-психологічні: комфортність на робочих місцях; досконаліть конструкції техніки і технологічного процесу; зручність обслуговування машин і механізмів.

4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Необхідно забезпечити безпечні і нешкідливі умови праці відповідно до настанов Конвенції 1981 року про безпеку й гігієну праці та виробниче середовище (ратифікованої Законом України "Про ратифікацію Конвенції Міжнародної організації праці N 155 1981 року про безпеку й гігієну праці та виробниче середовище"), Законів України "Про охорону праці", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників, затверджених наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 25 січня 2012 року N 67, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 14 лютого 2012 року за N 226/20539 (НПАОП 0.00-7.11-12), цих Правил [21].

а) Основними заходами захисту від можливості ураження електричним струмом є:

Організаційні:

До виконання робіт допускаються особи не молодше 18 років- пройшли навчання та перевірку знань з електробезпеки, та отримали допуск відповідно групи (2 чи 3).

Згідно ДНАОП 1.1.10-1.01-200 «Правила безпеки експлуатації електроустановок споживачів» експлуатацію та ремонт електрообладнання повинен здійснювати тільки спеціально підготовлений персонал. / кожного виду обладнання повинні бути складені схеми нормування робот роботи в аварійних ситуаціях. Технічні: У відповідності ПУЕ-2017 Всі не ізольовані

струмопровідні елементи електрообладнання повинні бути надійно огороджено суцільними огородженнями, зняття або відкриття, яких можливе тільки за допомогою спеціальних пристроїв;

Розташування струмоведучих частин на недоступній висоті (до 1000В - не менше 3,5м, при напрузі більше 1000В - не менше 6м);

Обов'язкова наявність захисного заземлення.

б) повинні бути вжиті заходи захисту від прямого дотику шляхом ізоляції струмоведучих частин через застосування огорож і оболонок. Як правило, ці заходи можуть бути застосовані в усіх електроустановках і їхніх частинах незалежно від зовнішніх умов. У певних спеціальних електроустановках вимоги до зазначених заходів захисту можуть бути уточнені нормативними документами, які стосуються цих електроустановок. Ізоляція струмоведучих частин електрообладнання повинна відповідати стандартам або технічним умовам на це електрообладнання, але не нижче класу IP44. Автоматичне вимикання живлення призначене для недопущення патофізіологічного ефекту, який може виникнути в результаті наявності напруги дотику визначеної величини і тривалості дії на людину у разі пошкодження ізоляції в електроустановці [22].

в) Для запобігання хімічних опіків та отруєння при роботі з кислотами та їдкими речовина необхідно виконувати наступні вимоги щодо охорони праці, а саме: до самостійної роботи з кислотами допускаються особи віком 60 не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання по правилах безпечної роботи з кислотами, пройшли вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж по пожежній безпеці.

Перед початком роботи необхідно перевірити та одягти спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо. Перевірити справність приладів і обладнання. Включити загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію за 15-20 хвилин до початку роботи. При виявлених несправностях обладнання та засобів колективного захисту сповістити керівника робіт (відповідального за

проведення даної роботи) та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.

Під час виконання робіт з кислотами необхідно виконувати ряд вимог, для забезпечення безпечного виконання робіт для запобігання негативного впливу на організм людини.

Всі операції, пов'язані із застосуванням або можливим утворенням і виділенням отруйних, їдких, вибухонебезпечних або речовин, що мають неприємний запах, необхідно виконувати тільки у витяжній шафі при працюючій загальнообмінній вентиляції приміщення з застосуванням засобів індивідуального захисту. Змішування або розведення хімічних речовин, що супроводжується виділенням тепла, необхідно виконувати в термостійкому або порцеляновому посуді [23].

Переливання кислот та лугу з бутлів в більш дрібну тару необхідно виконувати вдвох за допомогою сифона і тільки під місцевою витяжною вентиляцією.

Для приготування розчинів кислот їх необхідно наливати у воду тонким струменем при безперервному перемішуванні, а не навпаки. Для одержання розчинів із концентрованих кислот необхідно лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи. Розчинення концентрованої кислоти у воді (особливо, сульфатної) супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків. Для розбавлення концентрованих кислот, їх змішування, а також для змішування речовин, що супроводжуються виділенням теплоти, потрібно користуватися хімічним тонкостінним скляним або фарфоровим посудом.

Під час всіх операцій з кислотами і лугами треба обов'язково застосовувати засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо. Відпрацьовані кислоти і луги слід збирати в спеціально призначений посуд окремо і зливати в каналізацію тільки після нейтралізації

д) Згідно вимог НПАОП 0.00-7.11-12 ,,Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників’’, передбачено: роботодавцем повинні бути створені безпечні умови праці для працівника,. при цьому необхідно дотримуватись таких основних принципів запобігання небезпекам:

- виключення небезпек, якщо це є можливим і реальним та обмеження впливу небезпек, котрих уникнути не можливо;
- усунення небезпек у їх першоджерелах та обмеження їх впливу на організм людини, що працює в зону ураження.
- забезпечення колективних та індивідуальних засобів захисту.

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників, а також учнів, курсантів, слухачів та студентів навчальних закладів під час трудового і професійного навчання здійснюються відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511.

Під час облаштування робочих місць, роботодавець повинен опиратися на основні вимоги, що до облаштування: конструкція і міцність будівель та споруд, призначених для розміщення робочих зон, повинні відповідати їх призначенню, зокрема забезпечувати [24]:

- справний робочий стан устаткування і захисних пристроїв у робочих зонах, сприятливі умови для усунення виявлених несправностей, які можуть негативно вплинути на безпеку і здоров’я працівників;
- можливість регулярного контролю і перевірок здатності функціонування захисних засобів і пристроїв, призначених для запобігання небезпеці або її усунення.
- регулярне очищення робочих зон і їх устаткування, особливо в закритих робочих приміщеннях, для забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов;

Шляхи евакуації, аварійні виходи і підходи до них повинні бути вільними від будь-яких предметів, надавати можливість найкоротшого шляху на

зовнішній простір або до безпечної зони і мати належні позначення (сигнальними кольорами, дороговказами, написами, знаками безпеки тощо) відповідно до Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25.11.2009 № 1262.

Шляхи евакуації і аварійні виходи мають забезпечуватися евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Світильники евакуаційного освітлення 57 повинні вмикатися з настанням сутінків у разі перебування в приміщеннях працівників. Працівникам забезпечується можливість швидко і в повній безпеці залишити всі робочі місця.

4.3 Заходи щодо виробничої санітарії та охорони праці

Санітарно-гігієнічні умови праці характеризують виробниче середовище і санітарно-побутове обслуговування. Для їх контролю встановлені гігієнічні нормативи – рівні виробничих чинників, які при роботі протягом усього робочого стажу не повинні викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я.

На виробництві залежно від чинника, що нормується, виділяють нормативи:

- граничнодопустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (максимальна разова та середньозмінназалежно від особливостей дії на організм шкідливих речовин) –концентрація, що при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 год. або іншій тривалості, але не більше 41 год. На тиждень, за час всього робочого стажу не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у

процесі роботи або у віддалені періоди життя теперішнього і наступних поколінь;

- граничнодопустимий рівень – рівень, дія якого при роботі встановленої тривалості за час всього трудового стажу не призводить до травми, захворювання чи відхилення у стані здоров'я в процесі роботи або у віддалені періоди життя теперішнього і наступних поколінь;

- гранично допустима доза (випромінювання) – доза, яка при систематичному впливі протягом необмежено тривалого часу не викликає у працюючих будь-яких патологічних змін або захворювань, що виявляються за допомогою сучасних методів досліджень.

Виробнича санітарія спрямована на впровадження комплексу санітарно-оздоровчих заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці.

Робоча зона виробничого приміщення – простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників. Постійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться понад 50 % робочого часу або більше 2-х годин безперервно, непостійне – менше [25].

Умови середовища в робочій зоні, що впливають на тепловий обмін працівників з оточенням, називають мікрокліматом. Він характеризується такими показниками:

- температура повітря, °С;
- температура поверхні, °С;
- відносна вологість повітря, %;
- швидкість руху повітря, м/с;
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення, Вт/м2

Нормування мікроклімату робочої зони виробничих приміщень полягає у встановленні оптимальних та допустимих величин показників з урахуванням:

1. важкості виконуваної роботи;

2. періоду року; (Холодний період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища +10 °С і нижче, теплий – вище +10 °С.)

3. характеру перебування працівника на робочому місці. Оптимальні умови мікроклімату встановлюються тільки для постійних робочих місць, за неможливості їх забезпечення – допустимі.

Для відкритих територій у теплу пору року оптимальні та допустимі параметри мікроклімату приймаються як для виробничих приміщень. В холодну пору року, в неопалюваних та охолоджених приміщеннях встановлена допустима мінімальна температура повітря -7 або -10 °С залежно від кліматичної зони.

Температура внутрішніх поверхонь приміщень і зовнішніх поверхонь технологічного устаткування або його захисних обладнань не повинна виходити за межі допустимих величин температури повітря для відповідної категорії робіт.

Інтенсивність теплового опромінення працівників від технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від засклених огороджень в зоні обслуговування або робочій зоні приміщення не повинна перевищувати, Вт/м2:

- при опроміненні 50 % та більше поверхні тіла – 35;
- при опроміненні від 25 до 50 % поверхні тіла – 70;
- при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла – 100;
- за наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) – 140.

Несприятливою для працівника є робота в умовах:

- нагрівального мікроклімату – поєднання параметрів температури, вологості, швидкості руху повітря та інфрачервоног випромінювання, за якого спостерігається накопичення тепла в організмі вище верхньої межі оптимальної величини (> 0,87 кДж/кг) через порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем;

- охолоджувального мікроклімату – поєднання параметрів мікроклімату, за якого з'являється дефіцит тепла в організмі (> 0,87 кДж/кг).

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни в теплий та холодний періоди року на висоті 0,5 – 1,0 м від підлоги – при роботі сидячи, 1,5 м – при роботі стоячи. Для вимірювання параметрів мікроклімату використовують:

- температури повітря – аспіраційний психрометр із
- ртутними термометрами або термограф;
- температури поверхні – електротермометр або
- термопару;
- відносної вологості повітря – аспіраційний психрометр
- із ртутними термометрами або гігрограф;
- швидкості руху повітря – анемометр ротаційної дії;
- інтенсивності інфрачервоного опромінення –
- актинометр, болометр або радіометр;
- барометричного тиску – барометр.

Для нормалізації мікроклімату робочої зони та захисту працівників від його шкідливого впливу застосовуються заходи та засоби як колективного (будівельно - планувальні, організаційно - технологічні, санітарно – технічні, тощо), так і індивідуального захисту, зокрема:

1) раціональне планування виробничих приміщень, оптимальне розміщення в них устаткування з тепло-, холодо- та вологовиділеннями;

2) механізація, автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами і устаткованням;

3) захист від прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів у напрямі схід – захід, улаштування жалюзі);

4) екранування робочих місць від радіаційного охолодження – в зимовий період;

5) віддалення робочих місць від внутрішніх поверхонь огороджувальних конструкцій, засклення на відстань не менше 1 м;

6) використання природної вентиляції (аерації) або механічної загальнообмінної вентиляції у приміщеннях з надлишком тепла;

7) використання систем кондиціонування повітря у замкнених і невеликих за об'ємом приміщеннях;

8) теплоізоляція устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання (тепловідбивних,тепловбираючих, тепловідвідних або комбінованих теплозахисних засобів);

9) обдування, душування, водоповітряне душування на робочих місцях;

10) використання засобів індивідуального захисту – спецодягу, спецвзуття, для захисту голови, очей, обличчя, рук;

11) організація раціонального режиму праці та відпочинку, влаштування регламентованих перерв за рахунок тривалості робочого часу:

- при перевищенні допустимого рівня температури повітря тривалість перерв повинна становити не менше 10 % робочого часу на кожні 2 °С перевищення;

- при перевищенні допустимого рівня температури повітря з одночасним рівнем відносної вологості понад 75 % рекомендована тривалість перерв – не менше 20 % робочого часу;

- при інтенсивності теплового опромінення понад 350 Вт/м2

- та опроміненні понад 25 % поверхні тіла тривалість безперервної роботи повинна становити 20 хвилин і менше, перерв – 8 хвилин і більше;

12) обладнання в робочій зоні приміщень для відпочинку з оптимальним мікрокліматом (кімнати, кабіни, бокси тощо) для профілактики перегрівання працівників;

13) влаштування повітряних або повітряно-теплових завіс біля воріт, технологічних та інших отворів у зовнішніх стінах, тамбурів-шлюзів для попередження можливого переохолодження працівників у холодний період;

14) виділення спеціальних місць для обігріву, встановлення засобів для обігрівання;

15) проведення попереднього та періодичних медичних оглядів.

Гігієнічна оцінка складу повітря робочої зони здійснюється за концентрацією в ньому шкідливих речовин. Шкідлива речовина – речовина, яка при контакті з організмом людини у випадку порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами як в процесі роботи, так і у віддалені строки життя сучасного та наступних поколінь [26].

На промислових підприємствах повітря робочої зони може забруднюватися шкідливими речовинами, які утворюються в результаті технологічного процесу або містяться в сировині, продуктах чи напівпродуктах, у відходах виробництва. Ці речовини знаходяться в повітрі у вигляді аерозолів (пилу), газів або пари.

Пил поділяють:

- за походженням – на органічний (рослинний, тваринний), неорганічний (мінеральний, металевий) та змішаний;
- за способом утворення – на дезінтеграційний (утворений внаслідок подрібнення), димовий та конденсаційний;
- за розміром частинок – на крупний (100 – 500 мкм), дрібний (10 – 100 мкм), тонкий (0,1 – 10 мкм) та дуже тонкий (менше 0,1 мкм);
- за фізико-хімічними властивостями – на токсичний та нейтральний.

За характером впливу на організм людини шкідливі речовини поділяють на:

- токсичні – викликають отруєння усього організму людини або впливають на його окремі системи;
- подразнювальні – призводять до подразнення слизових оболонок, дихальних шляхів;
- сенсибілізувальні – діють як алергени;
- мутагенні – викликають порушення генетичного коду;

- канцерогенні – викликають злоякісні пухлини;

- речовини, що впливають на репродуктивну функцію.

Вентиляція – створення обміну повітря в приміщенні для видалення надлишків тепла, вологи, шкідливих та інших речовин з метою забезпечення допустимих метеорологічних, санітарногігієнічних, технологічних умов повітряного середовища.

Виділяють види вентиляції:

1. За способом створення тиску і переміщення повітря:

- природну – відбувається під впливом різниці тисків, які зумовлені тепловим і (чи) вітровим напором; При неорганізованій природній вентиляції надходження і видалення повітря відбувається через нещільності будівель, при організованій (аерації) природний повітрообмін регулюють за допомогою спеціально влаштованих отворів.

- механічну – забезпечує регульований обмін повітря в приміщенні незалежно від метеорологічних умов зовнішнього середовища, основним спонукачем руху повітря є вентилятор;

Механічна вентиляція може бути:

- технологічною – для створення і підтримання параметрів повітряного середовища в приміщенні чи його частині, які забезпечують якісне проведення технологічного процесу;

- аварійною – у випадках прогнозованого раптового виділення токсичних або горючих речовин в значних кількостях.

2. За призначенням:

- припливну – забезпечує подавання в приміщення чистого зовнішнього і частково рециркуляційного підготовленого повітря;

- витяжну – забезпечує вилучення забрудненого повітря з приміщення;

- припливно-витяжну.

3. За місцем дії:

- загальнообмінну – вентилювання всього об'єму приміщення;

- місцеву – забезпечує вилучення забрудненого повітря із зон, в основному, зосередженого виділення шкідливих речовин і необхідні метеорологічні та санітарно-гігієнічні умови в прилеглій робочій зоні.

Вентиляційна система – сукупність пристроїв для обробки, транспортування, подавання й видалення повітря.

Системи вентиляції поділяють на типи з урахуванням видів вентиляції, а також за конструктивним виконанням:

- канальні – повітря подається в приміщення та видаляється з них через систему вентиляційних каналів – повітропроводів, вентиляційних шахт тощо;

- безканальні – повітря надходить та видаляється через отвори в огороджувальних конструкціях.

Розрахунок продуктивності природної вентиляції в приміщенні дослідницькое лабораторії розраховуеться за формулою:

$$L = K \times V_n = 2 \times (25 \times 4) = 200 м^3/год, \quad (4.1)$$

де К-кратність повітрообміну (відповідно до галузевих норм, кратність повітрообміну в цеху становить к=2);

Vn - об’єм приміщення, м^3.

Об’єм повітря, що відсмоктується витяжним зонтом при травленні зразків, визначається за формулою:

$$L = a \times b \times V \times 3600 = 0.4 \times 0.6 \times 1 \times 3600 = 864 \frac{м^3}{год}, \quad (4.2)$$

де, а та b – розміри зонта в плані, м;

V – швидкість руху повітря, яке відсмоктується в площині перерізу по комірці зонта. Значення V приймається від 0,5 до 1,5 м/с в залежності від конструкціїї зонта.

Об’єм повітря, що видаляються від витяжних шаф розраховується за формулою:

$$L = F \times V \times 3600 = 2.4 \times 1.3 \times 3600 = 11232 \frac{м^3}{год} \quad (4.3)$$

де,F – площа робочого отвору (відкритих пройомів та нещільностей), м2 ;

V – швидкість руху вилученого повітря через відкриті робочі отвори, м/с.

Приймається від 0,5 до 1,7 м/с в залежності від токсичності та леткості газів та парів, що видаляються.

Отже в ході розрахунків було визначено:

- продуктивність природної вентиляції складає 200 м^3/год
- об’єм повітря, що висмоктується витяжним зонтом – 863 м^3/год
- об’єм повітря, що видаляється від витяжних шаф – 11232 м^3/год

Ще одним критеріем що до виробничої санітарії та охорони праці є – освітлення.

Виробниче освітлення за джерелом світла поділяється на природне, штучне та суміщене.

Природне освітлення – освітлення приміщень світлом неба, яке проходить крізь світлові прорізи в зовнішніх огороджувальних конструкціях. Воно поділяється на:

1) верхнє – освітлення крізь ліхтарі, світлові прорізи в стінах, у місцях перепаду висот будинку;

2) бокове – освітлення крізь світлові прорізи у зовнішніх стінах (одно- та двостороннє);

3) комбіноване – поєднання верхнього і бокового освітлення.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати, як правило, природне освітлення.

Штучне освітлення – освітлення за допомогою світильників, в яких використовуються лампи розжарювання (вакуумні, газонаповнені), розрядні

(натрієві, люмінесцентні, металогалогенні, дугові ртутні люмінесцентні) та світлодіодні лампи.

Штучне освітлення поділяється на:

1) робоче – освітлення, яке забезпечує нормовані освітлювальні умови (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будинками;

2) аварійне: освітлення безпеки – освітлення для продовження– роботи при аварійному відключенні робочого освітлення; евакуаційне – освітлення для евакуації людей із– приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення;

3) охоронне – освітлення вздовж межі території, що охороняється;

4) чергове – освітлення за відсутності основного робочого процесу.

На виробництві застосовуються дві системи штучного освітлення:

1) загальне – освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно: у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне– освітлення),відносно розміщення обладнання (загальне– локалізоване освітлення);

2) комбіноване – освітлення, за якого до загального освітлення додається місцеве, що створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях;

4.4 Заходи з пожежної безпеки

«Заходи з пожежної безпеки» розробляється відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Розробку заходів з пожежної безпеки починають з аналізу речовин і матеріалів, що використовуються при роботі на об’єкті, з метою визначення класу можливої пожежі (A, B, C, D, F, E) згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація

пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT та категорії його пожежної небезпеки, відповідно до вимог ДСТУ Б В. 1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» та СНиП 2.09.02-85* «Виробничі споруди». Тобто указати до якої категорії виробництва з пожежної небезпеки (А, Б, В, Г, Д) належить об’єкт (дослідницька лабораторія, конструкторське бюро, дільниця, підстанція, цех, тощо) [27].

Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки і вимог ДБН В. 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги», указати ступінь вогнестійкості приміщення об’єкта (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, дільниці, підстанції, цеху, тощо).

Відповідно до вимог ДБН В. 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», передбачити шляхи евакуації працівників на випадок пожежі (переходи, евакуаційні виходи). Указати максимальне видалення від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Виробничі споруди» [28].

Показати відповідність обладнання, силових і освітлювалюванних мереж об'єкту (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, офісу, дільниці, підстанції, цеху, тощо), вимогам пожежної безпеки, згідно з вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Показати наявність засобів виявлення загорянь і пожеж згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»:

- - автоматичних сигналізаторів про пожежу;

- - системи пожежної сигналізації.

З огляду на пожежну небезпеку виробництва, передбачити систему пожежного водопостачання або автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники різних видів) відповідно до вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників»,

затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 №25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за №225/31677.

Комплекс протипожежних заходів для виробничого приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з 73 ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001 -2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК і ВДТ:

--згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT) у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів - А (що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

--відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки — простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБН В. 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має 11 ступінь вогнестійкості. У разі виникнення пожежі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В. 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єкти будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони будівлі [29-31].

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.5.1 Основні норми поводження і дії при аваріях с викидом сильнодіючих отруйних речовин

Аварії на підприємствах можуть супроводжуватися викидом (виливом) в атмосферу і на прилеглу територію небезпечних хімічних речовин(НХР), таких як хлор, аміак, хлористий водень, синильна кислота, фосген, сірчаний ангідрид та інші. Це являє серйозну небезпеку для людей і тварин, заражене повітря уражає органи дихання, а також очі, шкіру та інші органи.

Фактори небезпеки викиду (розливу) хімічно безпечних речовин:забруднення навколишнього середовища, небезпека для всього живого, що опинилося на забрудненій місцевості, крім того, внаслідок можливого хімічного вибуху виникнення сильних руйнувань на значній території.

Дії у випадку загрози виникнення хімічної небезпеки:

- Сирени і переривчасті гудки підприємств – це сигнал «Увага всім». Негайно ввімкніть приймач радіотрансляційної мережі, або телевізор. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та порядок дій.
- При оголошені небезпечного стану уникайте паніки;
- Попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам та людям похилого віку;
- Виконайте заходи щодо зменшення потрапляння отруйних речовин до квартири, кабінету, лабораторії тощо;
- Підготуйте запас питної води: наберіть воду у герметичні ємності, підготуйте найпростіші засоби санітарної обробки;
- Дізнайтесь про місце евакуації та уточніть час її початку. Підготуйтеся: скадіть сумку, документи, гроші, речі першої необхідності;

- Перед виходом з будинку, лабораторії вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть засоби захисту.

Дії у випадку раптового виникнення хімічної небезпеки:

- Уникайте паніки;
- Надягніть засоби індивідуального захисту органів дихання та найпростіші засоби захисту шкіри;
- Якщо ви на дворі, тоді необхідно одягти засоби індивідуального захисту, у разі їх відсутності слід закрити притиснути до рота і носу предмети верхнього одягу (доцільно змочити водою) і дихаючи крізь нього, виходити із зони зараження в бік, який перпендикулярний вітру;
- Виходьте із зони хімічного зараження в бік, перпендикулярний напрямку вітру та обходьте тунелі, яри, лощини – в низинах може бути висока концентрація НХР;
- Якщо хмара небезпечних хімічних речовин, що насувається є величезних розмірів і вийти із неї немає шансів – слід зайти у найближчий будинок та укритися у приміщенні, зачинивши вікна та двері;
- Якщо немає засобів індивідуального захисту і вийти із району аварії неможливо, залишайтесь у приміщенні та надійно герметизуйте усі щилини, для того щоб зменшити можливість проникнення НХР;
- Вийшовши із зони зараження, зніміть верхній одяг, ретельно вимийте очі, ніс та рот. По можливості прийміть душ.
- При підозрі на ураження НХР уникайте будь-яких фізичних навантажень, необхідно пити велику кількість рідини (чай, молоко, сік, вода)та звернутися до медичного закладу.

РОЗДІЛ 5
РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Тема магістерської роботи: «Підвищення технологічних властивостей природних композиційних матеріалів»

Деревина головний природний ресурс країни, але вона з плином часу втрачає свої позиції на ринку будівельних матеріалів. Завдяки хіміко-термічному модифікуваню деревини ми можемо отримати вироби які за фізико-механічними властивостями не будуть поступатися новітнім матеріалам, але буду більш економічно вигідними (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Розробка хіміко-термічної модифікації деревини	Каркаси для будівництва даху	Підвищення надійності та довговічності.
	Опорні балки фасадів будівель	Більш міцніша будова в умовах навколишніх навантажень
	Каркаси човнів	Легка структура та підвищені властивості водовідштовхування

Ідея проекту зацікавить будівельні компанії яким потрібна деревина з певними фізико – механічними властивостями, легкістю її обробки та певними умовами застосування.

Концепція проекту полягає в застосуванні розробленого матеріалу у вже існуючих галузях деревообробки а також розшири спектр послуг в яких даний вид матеріалу може буді потрібен (табл.5.2).

Таблиця 5.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти	Польська компанія «Pol-Kres Edwood» має великий досвід у цій галузі, технічне забезпечення та кваліфікованих працівників.
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
3	Явних обмежень для входу до ринку не має. Обмеженням для входу можна вважати закритість підприємств і фірм	У будівництві постійно є потреба у якісній деревині з підвищеними характеристиками, тому попит з кожним днем зростає
4	Специфічними вимогами можна вважати точність прогнозованих властивостей по відношенню до експериментальних	Треба розробити модифіковану модель з мінімальною похибкою фізико - механічних показників , в діапазоні 5:%(що вважається допустимою похибкою при експерименті)

Ринкові можливості даного експерименту дуже привабливі. В Україні зростає попит на екологічно чисті матеріали природного походження. Потреби ринку у не дорогих, але якісних і надійних матеріалах зростають. Вони повинні мати певні властивості та характеристики:

- високі властивості експлуатації;
- високі хімічні властивості;
- високі механічні властивості;
- високі фізичні властивості;

Всі ці фактори і формують високу якість матеріалу та перспективи його використання.

Аналізуючи ринок було виявлено що на території України відсутні або маловідомі підприємства які займаються модифікацією деревини [32]. Цей ринок був зайнятий закордонними компаніями, послуги яких в Україні представляють компанії дистриб'ютори. Тому доцільно об'єднатися з Українським підприємством яке обробляє деревину, та запропонувати їм співпрацю на взаємовигідних умовах. Тим самим ми підвищимо технологічну базу країни, наша продукція буде більш економічно вигідною(зменшення витрат на доставку) тим самим більший попит споживача (табл.5.3).

Таблиця 5.3 – Попередня характеристика потенційних клієнтів

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія(цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів (користувачів)
Матеріали які мають надійні характеристики, але в той же час економічно вигідні.	Будівельні компанії, компанії які в свої виробах використовують модифіковану деревину.	Відсутні	Якісний матеріал, який має низьку зносостійкість, має підвищений захист від навколишнього середовища, виска місність та твердість.

Населення нашої країни зацікавлене у тому щоб ринок модифікованої деревини був насичений матеріалами вітчизняного виробництва.

З метою вивчення середовища реалізації продукції було виконано SWOT – аналіз який формує сильні(S) та слабкі(W) сторони проекту, а також його можливості(O) та загрози(T), мета якого є розробка маркетингової стратегії

проекту, а токож ефективно використовувати свої сильні сторони та швидко виправити слабкі(табл.5.4).

Таблиця 5.4 – SWOT – аналіз підприємства

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- Велика кількість сфер застосування; - Висока якість і надійність виробів; - Низька ціна завдяки використанню вітчизняної сировини; - Висока конкурентоспроможність продукції;	- Слабке технічне забезпечення; - Брак кваліфікаційних співробітників; - Слаба служба маркетингу;
Можливості:	Загрози:
- Можливість стати монополістами у цій сфері; - Можливість підтримки держави; - Можливість швидкого розширення виробництва;	- Економічний спад в країні; - Конкуренти нарощують свої потужності;

На основі проведеного аналізу буде доцільним:

- Покращити підготовку кадрів шляхом розроблення нових програм навчання, або відправленням робітників на стажуваня для підвищення їх кваліфікаційних знань;

- Поглиблене вивчення ринку реклами тим самим покращуючи свої навики маркетингу(табл.5.5).;

- Зробити вклад в технічне забезпечення підприємства, покращуючи якість продукції;

Таблиця 5.5 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів прийняти продукт	Орієнтований попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті
1	Будівельні компанії	Споживачі готові прийняти якісний матеріал з покрещеними властивостями	Великий попит на біль дешевий матеріал, але з кращими характеристикам и.	Закордонні компанії з більш розвиненою технологічною базою
2	Ринок модифікованої деревини			

Стейкхолдери - досить широке коло осіб, що мають відношення до підприємства [33]. Ефективне управління відносинами зі стейкхолдерами є однією з головних цілей управління підприємством і однією з найважливіших задач стратегічного менеджменту (рис.5.1).

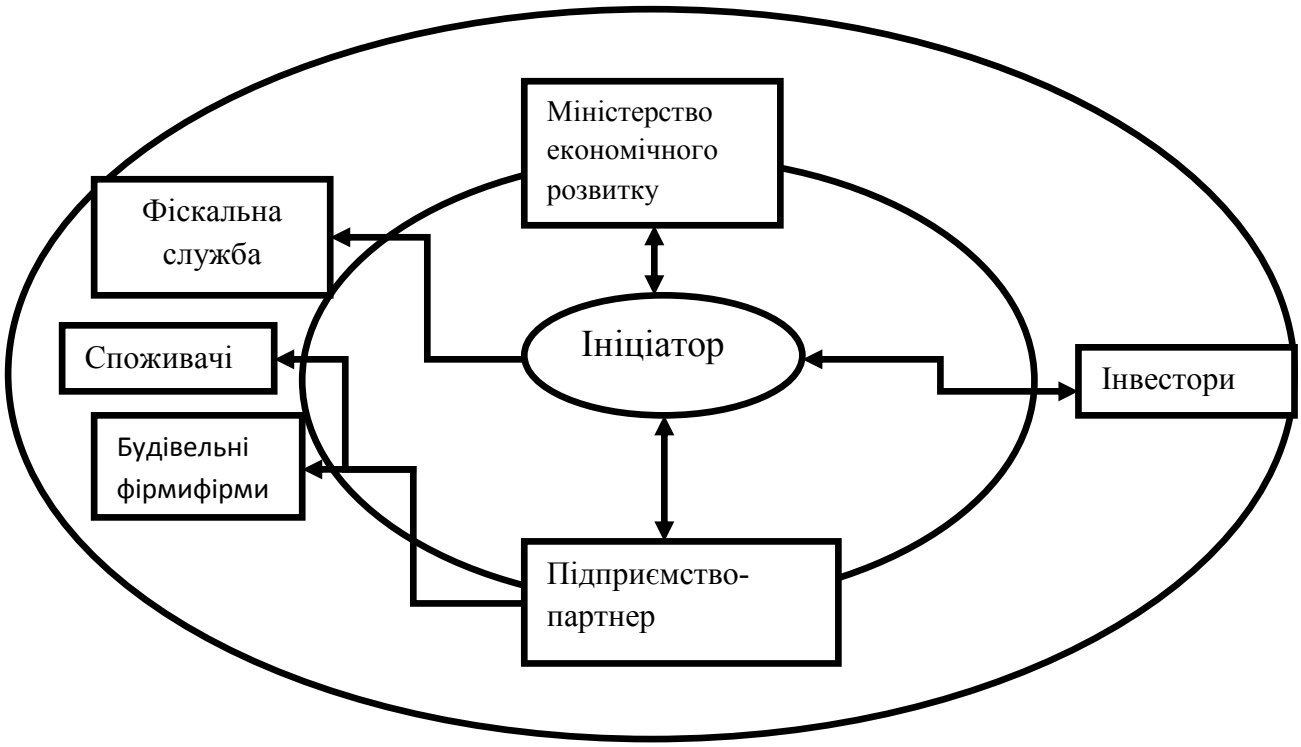


Рисунок 5.1 – Карта стейкхолдерів

Розберемо кожну взаємодію між ініціатором ідеї та стейкхолдерами.

1. **Міністерство економічного розвитку.** Основний інтерес стейкхолдеру полягає у тому щоб у країні працювали та розвивалися вітчизняні підприємства, тим самим вони поповнять державну казну, та створять нові робочі місця.

2. **Інвестори.** Основний інтерес стейкхолдеру є допомога ініціатору на початковій стадії розвитку, щоб у майбутньому мати дохід.

3. **Підприємство-партнер.** Основний інтерес стейкхолдеру є розвиток свого підприємста,за рахунок виробництва нового матеріалу на території країни.

4. **Фіскальна служба.** Основний інтерес стейкхолдеру є у тому що підприємство працює прозоро та сплачує всі податки.

5. **Споживачі та будівельні фірми.** Основними інтересами стейкхолдерів є можливість використовувати якісний матеріал за невисоку ціну.

Проведений економічний розрахунок доцільності використання розробленої технології наведено в таблицях 5.6-5.12.

Таблиця 5.6 - Склад, чисельність та фонд заробітної плати виробничих працівників

Категорії працівників	Наявна чисельність, осіб		Тарифна ставка за розрядом виконуваних робіт,	Ефективний фонд робочого часу, грн / год робочого	Тарифний заробіток, грн.	Преміальний відсоток до тарифного заробітку	Розмір премії, грн.	Фонд заробітної плати, за період, грн.	ЄСВ, грн
	За годину	За л\добу							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виробничі працівники, в тому числі: 1.Основні працівники:									
-вед. інженер;	1		85.2	176	15000	10	1500	49500	10890
-інженер 1кат.;	1		56,81	176	10000	10	1000	33000	7260
-хімік	1		56,81	176	10000	10	1000	33000	7260
Разом	3		X	X	X	X	3500	115500	25410

Таблиця 5.7 – Склад, чисельність та фонд заробітної плати адмінперсоналу

Посада	Кіль-кість осіб	Посадовийоклад, грн	Преміальний відсоток до окладу, %	Сума премії грн	Місячна заробітна плата, грн	ЄСВ, грн
1	2	3	4	5	6	7
Начальник відділу	1	20000	12	2400	67200	14784
Разом управлінського персоналу	1	20000	X	2400	67200	14784

Таблиця 5.8 – Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати	Кількість	Ціна, грн.	Сума грн
Розчин NaOH 5кг	3	80	240
Разом			240

Таблица 5.9 – Розрахунок вартості спожитих послуг

Види послуг	Обсяг послуг	Тарифи, грн.	Сума, грн.
Електропостачання	500	1,9	950
Водопостачання	2м³	12,5	25
Теплопостачання	25м²	32,28	807
Разом			1782

Таблица 5.10 – Розрахунок амортизації

Група основних засобів	Кількість	Норма амортизації	Первісна вартість ОЗ на 01.01	Сума, грн..
Пресс механічний НВР-250	1	4	600000	24000
Разом				24000

Таблиця 5.11 – Кошторис витрат

Калькуляційні статті	Витрати	
	у розрахунку на одиницю продукції, грн	у розрахунку на весь обсяг продукції, грн
Сировина та матеріали	0,024	240
Електропостачання	0,095	950
Водопостачання	0,0025	25
Теплопостачання	0,0807	807
Інші	0,01	100
Разом	0,2122	2122
Заробітна плата основних робочих працівників	11,55	115500
Заробітна плата адмінперсоналу	6,72	67200
ЄСВ	2,54	25410
Амортизація	2,4	24000
Витрати на утримання та експлуатацію основних засобів, поточний ремонт	1	10000
Загальновиробничі витрати	18,27	182700
Виробнича собівартість	40,29	402956
Повна собівартість	54,89	548958

Таблиця 5.12 Розрахунок фінансового результату

Період	Обсяг виробництва(послуг)	Обсяг реалізації	Залишок неріалізованої продукції	Ціна	Дохід	Витрати	Фінансовий результат
За квартал	10000	10000	0	98,8	988000	548958	439042

В результаті виконання економічного розділу було виявлено що головними ризиками для нашої компанії є розроблення новітніх матеріалів, які можуть скласти конкуренцію нашим виробам, а саме модифікованій деревині. Також було досліджено що продукт виробництва є економічно вигідним, що робить його біль направленим на споживача.

Під час виконання роботи були визначені основні групи стейкхолдерів, проведений SWOT – аналіз, визначені дохід, витрати та фінансовий результат. За цими результатами дохід компанії склав 988тис. грн., витрати 548тис. грн., тим самим прибуток склав 439тис. грн., це гроші які можна вкласти у розвиток компанії, покращення технологічної бази та навичок персоналу, що у майбутньому принесе компанії ще більший дохід.

ВИСНОВКИ

Хіміко – термічне модифікування деревини, а саме на основі лугу - це недооцінений метод, а також не досліджений на достатньому рівні. Це дуже перспективне напрямленя, особливо на території України з її лісами. За результатами даної роботи можемо зробити висновки:

1. В результаті термомодифікування деревини було виявлено підвищення їх експлуатаційних властивостей. Водопоглинання знизилося в залежності від типу деревини: для вільхи - з 0,55% до 0,16%, для сосни з 0,93% до 0,11% та для клену з 0,26% до 0,15%.

2. Виходячи з результатів дослідження метод хімічної термообробки матеріалу потрібно застосовувати тільки якщо наступним етапом буде механічна обробка (згинання або пресування).

3. Підтверджено, що необхідно використовувати варіаційний підхід до кожного виду деревини (обов’язкове вивчення структури дерева, перед обробкою цим методом) та визначення оптимального тиску пресування.

4. Медод хіміко-термічної модифікації дуже складний та небезпечний, існує ризик потрапляння хімікатів на тіло, але дотримання правил безпеки повино бути на першому місці.

5. Під час виконання роботи були визначені основні групи стейкхолдерів, проведено SWOT – аналіз, визначені дохід, витрати та фінансовий результат. За цими результатами дохід компанії склав 988тис. грн., витрати 548тис. грн., тим самим прибуток склав 439тис. грн., це гроші які можна вкласти у розвиток компанії, покращення технологічної бази та навичок персоналу, що у майбутньому принесе компанії ще більший дохід.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Електронний ресурс [Режим доступу https://studfile.net/preview/4000591/page:25/.]
2. Електронний ресурс [Режим доступу https://mehanik-ua.ru/pidruchnik-materialoznavstvo/723-derevina.html]
3. Юрген Браузеветтер, Наталія Висалинко. Матеріал - деревина. Що слід знати про деревину. Електронний ресурс [Режим доступу https://www.derevo.info/content/detail/72]
4. Сайт компанії «WonderWood» Електронний ресурс [Режим доступу https://wonder-wood.com.ua/post/aku-derevinu-obrati]
5. Горбунов О.М. Породи деревини та їх властивості. Електронний ресурс [Режим доступу https://fs01.vseosvita.ua/01009i4l-afe8.pdf]
6. Стаття компанії «Домінант». Властивості деревини: чим корисні різні породи дерева. Електронний ресурс [Режим доступу https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/198-vlastivosti-derevini-chim-korisni-rizni-porodi-dereva]
7. Сайт компанії «ПП Соколенко С.В.» Електронний ресурс [Режим доступу http://doska.dp.ua/wood_properties/]
8. Електронний ресурс [Режим доступу https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/9022]
9. Стаття компанії «GreenPower» Електронний ресурс [Режим доступу http://greenpower.com.ua/clients/articles/2017-03-31-15-25-05//]
10. Електронний ресурс [Режим доступу http://bibliograph.com.ua/sushka-drevesiny/41.htm]
11. Стаття компанії «Домінант». Способи висушування деревини. Електронний ресурс [Режим доступу https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/218-sposobyi-visushuvannya-derevini]

12. Електронний ресурс [Режим доступу http://greenpower.com.ua/clients/articles/2016-09-01-15-44-17//]

13. Сайт компанії «Stroymart». Стаття «Термічно модифікована деревина: властивості, застосування і сучасний стан технологій. Електронний ресурс [Режим доступу http://www.stroymart.com.ua/ru/publications/14398]

14. Термообробна деревина WEST-WOOD. Електронний ресурс [Режим доступу www.west-wood.ru]

15. Терасна дошка Woodplast. Електронний ресурс [Режим доступу www. woodplast.ua]

16. Termo wood. Електронний ресурс [Режим доступу www.termo-wood.ru]

17. Термомодифікованна деревина . Електронний ресурс [Режим доступу www.termo-drevesina.ru]

18. Сайт компанії «Уралдрев СК» Електронний ресурс [Режим доступу www.uraldrev.ru]

19. Мельникова Л.В. Технология композиционных материалов из древесини: Учебник для студентов спец. «Технология деревообрабоки». 2-е изд., испр. и доп.- М.: МГУЛ, 2004 – 234с.:ил.

20. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. - Л.:Химия , 1986.- 704 с.

21. Гигиенические требования к видеодисплейны м терминалам , персональны м электронно-вычислительным машинам и организации работы : Санитарны е правила и нормы . — М .: И нформационно-издательский центр Госком санэпцднадзора России, 1996. — 64 с.

22. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование (1671), [режим доступу https://dnaop.com/html/1671/doc-СНиП_2.04.05-91_У]

23. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень (34094) [режим доступу https://dnaop.com/html/34094/doc-ДСН_3.3.6.042-99]

24. ДБН-В.2.5-28-2006 [режим доступу http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf]

25. Правила пожежної безпеки в Україні, наказ МВС України від 30.12.2014 [режим доступу http://deos-release.com/image/catalog/img/pdf/NAPB%20A.01.001-2014.pdf]

26. СНиП 2.09.02-85* Производственные здания [режим доступу http://docs.cntd.ru/document/5200092]

27. Пожежна безпека об'єктів будівництва, Загальні вимогиДБН В.1.1-7:2016 [режим доступу http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1-7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об’єктів%20будівни.pdf]

28. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. (1692) [режим доступу https://dnaop.com/html/1692/doc-НПАОП_40.1-1.32-01\ ]

29. Системи протипожежного захисту ДБН В.2.5-56:2014 [режим доступу http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/98.1.%20ДБН%20В.2.5-56~2014.%20Системи%20протипожежного%20захисту.pdf]

30. Котельницька Наталія, Евакуаційні заходи при виникненні надзвичанйих ситуацій: контрольна робота, Київ – 2009, 63 с. [режим доступу http://millit.ru/referaty-voennoe-delo-i-grazhdanskaya-oborona/evakuacijni-zaxodi-pri-viniknenni-nadzvichajnix.php]

31. Кодекс цивільного захисту України (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458) [режим доступу https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text]

32. Методичні рекомендації щодо виконання економічного розділу дипломного проекту здобувачами вищої освіти технічних спеціальностей за освітнім ступенем «магістр». НУ «Запорізька політехніка», 2020 – 18 с.

33. Схематичне зображення послідовності виконання економічного розділу дипломного проекту здобувачами вищої освіти за освітнім ступенем «магістр». НУ «Запорізька політехніка», 2020 – 6 с.