

Національний лісотехнічний університет України

Інститут деревообробних технологій і дизайну

Кафедра технології меблів та виробів з деревини

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

- на тему :** Визначення та порівняльний аналіз основних характеристик вживаної деревини окремих твердолистяних порід, м. Львів
-

Виконав: студент II курсу, групи ТВД-62м

Стасьо Микола Володимирович.

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Керівник: доктор техн. наук, проф. Гайда С.В.

Рецензент: _____

м. Львів – 2024 рік

Національний лісотехнічний університет України

Інститут деревообробних технологій і дизайну

Кафедра технології меблів та виробів з деревини

Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр

Спеціальність: 187 «Деревообробні та меблеві технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТМВД

_____ проф. Кійко О.А.

“ _____ ” _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Стасьо Миколі Володимировичу

Тема роботи: Визначення та порівняльний аналіз основних характеристик вживаної деревини окремих твердолистяних порід, м. Львів

керівник роботи: доктор техн. наук, проф. Гайда С.В. _____

затверджені наказом по університету від 11 липня 2023 року, № С-306

2. Термін подання студентом роботи: 15 грудня 2023 року.

3. Вихідні дані до магістерської роботи:

Опис підприємства, організації, лабораторії. Технологічний процес виготовлення, лабораторія випробування. Існуюче обладнання та пристрої. Техніко-економічне обґрунтування стану питання за показниками за 2022 рік. Аналіз стану питання та завдання досліджень. Особливості перероблення деревини та практичних розробок у деревообробному та меблевому виробництві. Методика проведення досліджень. Відомості з охорони праці та економіки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічний розділ. Науково-методичний розділ. Охорона праці. Розділ з економіки. Висновки. Анотація. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Генеральний план підприємства. Лабораторії випробувань.
2. Техніко-економічні показники.
3. Презентація магістерської роботи у вигляді 20 слайдів, представлених у програмі “Power-Point”.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Доц. Сомар Г.В.		

7. Дата видачі завдання _____ 17.липня 2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз деревинних відходів в Україні	17.07-30.07	
2.	Теоретичне обґрунтування досліджень	01.08-15.08	
3.	Складання методики досліджень	16.08-20.08	
4.	Експериментальні дослідження	21.08-20.11	
5.	Обробка даних досліджень	16.11-06.12	
6.	Оформлення рисунків та таблиць	07.12-12.12	
7.	Написання розділу з економіки	13.12-16.12	
8.	Написання висновків та пропозицій	11.12-16.12	
9.	Оформлення пояснювальної записки	10.12-17.12	
10.	Збір рецензій	18.12-20.12	

Студент: _____ студ. **Стасьо Микола Володимирович.**

Керівник роботи: _____ проф. **Гайда С.В.**

ЗМІСТ	3
Анотація	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ I	10
1. ПЕРВИННІ ТА ВТОРИННІ ДЕРЕВИННІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ	10
1.1. Заготівля ліквідної деревини	10
1.2. Додаткові ресурси деревини	11
1.2.1. Спожиті - вживані вироби як додаткові резерви деревинної сировини	11
1.2.2. Класифікаційні основи спожитої вживаної деревини	12
1.2.3. Обсяги утворення спожитої вживаної деревини	13
1.2.4. Ефективні напрями застосування спожитої вживаної деревини	14
1.3. Висновки з розділу та завдання дослідження	15
РОЗДІЛ II	17
2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ЗДІЙСНЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	17
2.1. Необхідна інформація для здійснення досліджень фізико-механічних параметрів	17
2.2. Розміри взірців для здійснення досліджень фізико-механічних параметрів	18
2.3. Методи випробувань, що використані в роботі	19
2.4. Методичні основи випробувань, що описані у стандартах	20
3. ОБРОБЛЕННЯ ОТРИМАНИХ ДАНИХ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОРІВНЯЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ ЧОТИРЬОХ ПОРІД: БУК, БЕРЕЗА, ДУБ ТА ЯСЕН РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ : ПЕРВИННОЇ ТА ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ	26

3.1. Зразки для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини	26
3.2. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Щільність (густина)	28
3.3. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час удару , МПа	30
3.4. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час стиску, МПа	32
3.5. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час згину, МПа	34
3.6. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час сколу, МПа	37
3.7. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час стиску, МПа	39
3.8. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження :	

первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Модульна пружність, МПа	41
3.9. Порівняльні показники результатів експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини	44
3.10. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – бук	45
3.11. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – береза	48
3.12. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – дуб	51
3.13. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – ясен	54
3.14. Висновки з розділу	57
РОЗДІЛ IV	59
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	59
4. 1. Проблеми під час заготівлі та підготовці вживаної деревини твердолистяних порід для матеріального використання	59
4.2. Заходи з охорони праці під час заготівлі та підготовці вживаної деревини твердолистяних порід для матеріального використання	61
РОЗДІЛ V	62
5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	62
5.1. Початкові дані для розрахунку ефективності використання вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід	62

5.2. Потенціал вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід у Львівській області	62
5.3. Особливості логісти вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід	65
5.4. Порівняння існуючих цін на первинну та вживану деревину.	65
5.5. Висновки з економічного розділу	66
6. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72

Анотація

Встановлено та обґрунтовано, що вживана деревина твердих листяних порід є за відповідної підготовки та очищення значним резервом сировини для матеріального використання. Зібрано конструктивні елементи вживаних конструкцій та із них підготовлено взірці для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Щільність (густина), де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,58 %; береза – 1,08 %; дуб – 2,68 %; ясен – 1,83 %; Твердість під час удару , МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,44 %; береза – 0,96 %; дуб – 8,61 %; ясен – 3,14 %; Твердість під час стиску, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 5,1 %; береза – 7,4 %; дуб – 3,85 %; ясен – 3,29 %; Міцність під час згину, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 9,38 %; береза – 5,59 %; дуб – 4,4 %; ясен – 4,81 %; Міцність під час сколу, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 6,38 %; береза – 5,56 %; дуб – 4,31 %; ясен – 3,70 %; Міцність під час стиску, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 4,69 %; береза – 5,56 %; дуб – 3,03 %; ясен – 9,62 %; Модульна пружність, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,5 %; береза – 1,06 %; дуб – 1,59 %; ясен – 0,99 %; Опрацьовано статистично підсумкові результати значень даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження при кількості випробувань 46. Встановлено та проаналізовано абсолютні величини зміни показників для для кожної із порід. Фізико-механічні властивості вживаної деревини відрізняються від первинної в допустимих межах – не більше 10 %. Допустимі відхилення від нормативних показників фізико-механічних характеристик вживаної деревини зазначених порід дають можливість рекомендувати її для матеріального використання як у меблевому так і в деревообробному виробництві. Економічними розрахунками доведено, що вживана деревина кондиційна та розмірно-придатна деревина є у 2-2,4 рази дешевшою, ніж первинна. Описано, що деревина твердих листяних порід може ефективно застосовуватись у меблевому виробництві. Економічна вигода на одному кубі становить 3463 грн. Загальна економія щодо твердолистяної деревини становить 187,010 тис. грн. для Львівської області. Загальна екологічна вигода для Львівської області полягає у збереженні 27000 дерев твердолистяних порід.

ВСТУП

Проблема та актуальність.

Проблема полягає у наступному:

- Щорічне утворення вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Щорічне накопичення вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Щорічне наповнення звалищ вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність рекомендацій щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність бази даних про фізико-механічні характеристики вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність практичного досвіду щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність альтернативних шляхів щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;

Актуальність полягає у наступному:

1. Зменшення навантаження на довкілля;
2. Зменшення площі звалищ;
3. Економія первинної деревини;
4. Здешевлення виробів з деревини;
5. Поповнення сировинної деревинної бази.

Мета роботи. Визначити фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняти їх з аналогічними із первинної твердолистяної деревини.

Об'єкт дослідження. Вживана твердолистяна деревина таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук.

Предмет дослідження. Фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняльний аналіз їх із аналогами первинної деревини цих же порід.

Для виконання мети треба виконати наступні завдання:

1. Розглянути та проаналізувати, встановити та обґрунтувати, що вживана деревина твердих листяних порід є за відповідної підготовки та очищення значним резервом сировини для матеріального використання.
2. Підібрати конструктивні елементи вживаних конструкцій та із них підготувати взірці для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини.
3. Обґрунтувати методичні підходи для проведення експериментальних досліджень : вибрати породи для досліджень, встановити кількість взірців, описати лабораторне устаткування, обґрунтувати методи досліджень.
4. Провести експериментальні дослідження згідно нормативних рекомендацій зазначених в стандартах України стосовно таких показників : щільність (густина), твердість під час удару , твердість під час стиску, міцність під час згину, міцність під час сколу, міцність під час стиску, модульна пружність.
5. Опрацювати статистично підсумкові результати значень даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження.
6. Проаналізовано абсолютні величини зміни показників для кожної із порід та порівняти фізико-механічні властивості вживаної деревини із аналогічними параметрами первинної.
7. Описати питання охорони праці та безпеки щодо підготовки вживаної деревини для матеріального використання.
8. Виконати економічний розрахунок вартості одного метра квадратного розмірно-придатної вживаної деревини та порівняти її із ціною політикою первинної деревини на ринку.
9. Розробити практичні рекомендації для матеріального використання вживаної деревини як у меблевому, так і в деревообробному виробництві.

1. ПЕРВИННІ ТА ВТОРИННІ ДЕРЕВИННІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

1.1. Заготівля ліквідної деревини

Статистичні показники в цифрах щодо ростучих дерев України:

16,4 млн.га – загальна площа всіх лісів України, із них:

- 6,921 млн.га – шпилькові породи від загальної площі;
- 7,085 млн.га – тверді породи (дуб, бук, ясен, береза) від загальної площі;
- 2,231 млн.га – м'які породи від загальної площі;

Статистичні показники в цифрах щодо лісистості України:

15,6 % – загальна лісистість України, із них найбільші регіони:

40,5 % – Карпатські гори;

40,5 % – Карпатські гори;

26,1 % – Полісся;

12,2 % – Лісостеп;

3,80 % – Степ.

Статистичні показники в цифрах щодо забезпеченості лісом на людину:

- 0,17 га – для населення України;
- 0,46 га – для населення Хорватії;
- 0,42 га – для населення Болгарії;
- 0,29 га – для населення Румунії;
- 0,24 га – для населення Польщі;

Статистичні показники в цифрах щодо динаміки запасу деревини :

- 1988 рік – 1320 млн.. м³;
- 1996 рік – 1736 млн.. м³;
- 2002 рік – 1900 млн.. м³;
- 2014 рік – 2099 млн.. м³;
- 2022 рік – 2119 млн.. м³;

Статистичні показники в цифрах щодо динаміки заготівлі ліквідної деревини :

- 2018 рік – 22,529 млн.. м³;
- 2019 рік – 20, 869 млн.. м³;
- 2020 рік – 17,826 млн.. м³;
- 2021 рік – 17,649 млн.. м³;
- 2022 рік – 15,934 млн.. м³;

Табл. 1.1. Заготівля деревини за твердолистяними породами (2018-2022)

Породи	2018	2019	2020	2021	2022
Твердолистяні	5602,5	5602,8	4547,0	4813,6	5095,2
дуб	2804,0	2979,0	1852,9	1833,5	1904,2
бук	1268,9	1098,2	833,8	888,6	935,2
інші твердолистяні	1529,6	1525,6	1860,3	2091,5	2255,8

1.2. Додаткові ресурси деревини

1.2.1. Спожиті - вживані вироби як додаткові резерви деревинної сировини

Статистичні показники в цифрах щодо утворення відходів та залишків:

- 31 % – під час виробництва віконних блоків;
- 34 % – під час виробництва дверних блоків;
- 35 % – під час розпилу колод;
- 38 % – під час виробництва мансардних блоків;
- 36 % – під час виробництва балконних блоків;
- 54 % – під час виробництва гратчастих меблів;
- 62 % – під час виробництва паркету;
- 75 % – під час виробництва меблевого щита;

Статистичні показники в цифрах щодо утворення спожитої вживаної деревини 100%:

- 14-16 % – від використання виробів у торгівельній мережі;
- 20-24 % – від використання виробів у будівельному секторі;
- 6-10 % – від використання виробів у деревообробному виробництві;
- 10-16 % – від використання виробів із завершеним терміном експлуатації;
- 14-16 % – від обслуговування муніципальних територій;
- 16-22 % – від надходження під час сортування ТПВ;
- 6-8 % – від інших надходжень.

Вживані піддони показана на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Асортимент накопичених піддонів

1.2.2. Класифікаційні основи спожитої вживаної деревини

Основа класифікації **спожитої вживаної деревини** – забрудненість.

Критерії класифікації **спожитої вживаної деревини**:

- Чиста перша категорія **спожитої вживаної деревини**;
- Частково забруднення друга категорія **спожитої вживаної деревини**;
- Забруднення хлорпохідними речовинами третя категорія **спожитої вживаної деревини**;

- Забруднення речовинами захисту четверта категорія **спожитої вживаної деревини.**

Вживана деревина першої категорії на рис. 1.2.



Рис.1.2. Вживана деревина першої категорії

1.2.3. Обсяги утворення спожитої вживаної деревини

Статистичні показники в цифрах щодо динаміки потенційного утворення вживаної деревини :

- 2018 рік – 2,410 млн.. т;
- 2019 рік – 2,259млн.. т;
- 2020 рік – 1,971 млн.. т;
- 2021 рік – 1,916 млн.. т;
- 2022 рік – 1,881 млн.. т;

1.2.4. Ефективні напрями застосування спожитої вживаної деревини

Серед ефективних напрямів застосування спожитої вживаної деревини необхідно виділити наступні:

1. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення плит столярних різних конструкцій в асортименті з личкувальними матеріалами;
2. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення плит столярних різних конструкцій в асортименті з личкувальними матеріалами – фанера;
3. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення плит столярних різних конструкцій в асортименті з личкувальними матеріалами – ДВП ;
4. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення щитів меблевих різних конструкцій в асортименті;
5. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення комбінованих різними породами щитів меблевих різних конструкцій в асортименті;
6. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення каркасів різних конструкцій для ґратчастих меблів;
7. Матеріальне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення каркасів різних конструкцій для м'яких меблів;
8. Енергетичне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення паливних гранул;
9. Енергетичне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення паливних брикетів;
10. Енергетичне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення паливних стружок;
11. Енергетичне застосування спожитої вживаної деревини для виготовлення паливної тріски.

1.4. Висновки з розділу та завдання дослідження

1. **За даними аналізу літературних джерел з'ясовано проблеми не використання вживаної деревини, які полягають у наступному:** Щорічне утворення вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев; Щорічне накопичення вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев; Щорічне наповнення звалищ вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев; Відсутність рекомендацій щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев; Відсутність бази даних про фізико-механічні характеристики вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев; Відсутність практичного досвіду щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев; Відсутність альтернативних шляхів щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
2. **За даними аналізу літературних джерел з'ясовано актуальність щодо перспектив використання вживаної деревини, яка полягає у наступному: Актуальність полягає у наступному:** Зменшення навантаження на довкілля; Зменшення площі звалищ; Економія первинної деревини; Здешевлення виробів з деревини; Поповнення сировинної деревинної бази.
3. **За даними аналізу літературних джерел встановлено мету роботи –** Визначити фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняти їх з аналогічними із первинної твердолистяної деревини. **Об'єкт дослідження –** вживана твердолистяна деревина таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук. **Предмет дослідження –** фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняльний аналіз їх із аналогами первинної деревини цих же порід.

Для виконання мети треба виконати наступні завдання:

1. Розглянути та проаналізувати, встановити та обґрунтувати, що вживана деревина твердих листяних порід є за відповідної підготовки та очищення значним резервом сировини для матеріального використання.
2. Підібрати конструктивні елементи вживаних конструкцій та із них підготувати взірці для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини.
3. Обґрунтувати методичні підходи для проведення експериментальних досліджень : вибрати породи для досліджень, встановити кількість взірців, описати лабораторне устаткування, обґрунтувати методи досліджень.
4. Провести експериментальні дослідження згідно нормативних рекомендацій зазначених в стандартах України стосовно таких показників : щільність (густина), твердість під час удару , твердість під час стиску, міцність під час згину, міцність під час сколу, міцність під час стиску, модульна пружність.
5. Опрацювати статистично підсумкові результати значень даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження.
6. Проаналізовано абсолютні величини зміни показників для кожної із порід та порівняти фізико-механічні властивості вживаної деревини із аналогічними параметрами первинної.
7. Описати питання охорони праці та безпеки щодо підготовки вживаної деревини для матеріального використання.
8. Виконати економічний розрахунок вартості одного метра квадратного розмірно-придатної вживаної деревини та порівняти її із ціною політикою первинної деревини на ринку.
9. Розробити практичні рекомендації для матеріального використання вживаної деревини як у меблевому, так і в деревообробному виробництві.

РОЗДІЛ II

2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ЗДІЙСНЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

2.1. Необхідна інформація для здійснення досліджень фізико-механічних параметрів

Проблема полягає у наступному:

- Щорічне утворення вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Щорічне накопичення вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Щорічне наповнення звалищ вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність рекомендацій щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність бази даних про фізико-механічні характеристики вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність практичного досвіду щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;
- Відсутність альтернативних шляхів щодо матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердих листяних дерев;

Актуальність полягає у наступному:

1. Зменшення навантаження на довкілля;
2. Зменшення площі звалищ;
3. Економія первинної деревини;
4. Здешевлення виробів з деревини;
5. Поповнення сировинної деревинної бази.

Мета роботи. Визначити фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняти їх з аналогічними із первинної твердолистяної деревини.

Об'єкт дослідження. Вживана твердолистяна деревина таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук.

Предмет дослідження. Фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняльний аналіз їх із аналогами первинної деревини цих же порід.

Виходячи із наведеної інформації необхідно підібрати вживану деревину твердих листяних порід, зокрема таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук.

Необхідно визначити такі фізичні та механічні властивості вживаної твердолистяної деревини та порівняти їх з аналогічними із первинної твердолистяної деревини, що наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Вихідні показники для досліджень:

Показники деревини	
Щільність (густина), кг/м ³	кг/м ³
Твердість під час удару , МПа	МПа
Твердість під час стиску, МПа	МПа
Міцність під час згину, МПа	МПа
Міцність під час сколу, МПа	МПа
Міцність під час стиску, МПа	МПа
Модульна пружність, МПа	МПа

2.2. Розміри взірців для здійснення досліджень фізико-механічних параметрів

Матеріалами для встановлення фізико-механічних параметрів служили елементи від розібраних конструкцій спожитих виробів:

- Тарні ящики з берези

- Каркасні перегородки з дуба
- Дверні блоки з дуба
- Табурети з ясеня
- Стільці з бука
- Інші елементи столярно-будівельних виробів.

Таблиця 2.2. Розмірні характеристики взірців для показників:

Показники деревини	мм
Щільність (густина), кг/м ³	30 × 20 × 20
Твердість під час удару, МПа	150 × 20 × 20
Твердість під час стиску, МПа	50 × 50 × 50
Міцність під час згину, МПа	300 × 20 × 20
Міцність під час сколу, МПа	50 × 30 × 20
Міцність під час стиску, МПа	60 × 30 × 30
Модульна пружність, МПа	300 × 20 × 20

2.3. Методи випробувань, що використані в роботі

Серед методів досліджень слід відзначити наступні :

- Сортування заготовок вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук
- Очищення заготовок вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук
- Розкрій заготовок вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук
- Торцювання заготовок вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук
- Отримання взірців вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук конкретних розмірів.
- Випробування взірців вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук конкретних розмірів.

- Обробка параметрів одержаних після випробування взірців вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук конкретних розмірів.
- Використання математичної статистики для обробки параметрів одержаних після випробування взірців вживаної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук конкретних розмірів.

Кліматичні умови під час випробування:

Відносна вологість – 60 ± 5 %.

Температура повітря – 20 ± 2 %.

2.4. Методичні основи випробувань, що описані у стандартах

Виконання експериментів:

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Вологість** (W) обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.7-71. Деревина. Методи визначення вологості підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2}, \% \quad (2,1)$$

де: m_1 - до сушіння маса зразка відповідної породи, г; m_2 - після сушіння маса зразка відповідної породи, г. Рис. 2.1.



Рис. 2.1. Взірці для визначення вологості

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Щільність** (ρ_w) обчислювали за вказівками, що подані у

нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.1-84. Деревина. Метод визначення щільності підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину (рис.2.2.):

$$\rho_w = \frac{m_w}{a_w + b_w + l_w}, \text{ кг/м}^3 \quad (2,2)$$

де: m_w - до сушіння маса зразка відповідної породи при вологості W , кг;
 a_w, b_w, l_w - розміри зразка при вологості W , м.



Рис. 2.2. Заготовки для визначення щільності

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Межу міцності при статичному вигині** (σ_w) обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.3-84. Деревина. Метод визначення межі міцності при статичному вигині підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину, рис. 2.3.:

$$\sigma_w = \frac{P_{\max} \cdot l}{2b \cdot h^2}, \text{ Н}\cdot\text{мм}^{-2} \quad (2,3)$$

де P_{\max} - вага найбільша від прикладання навантаження, Н; l - прийнята довжина опорних підставок під час випробування, мм; h - висота у поперечному перерізі взірця, мм; b - ширина у поперечному перерізі взірця, мм.

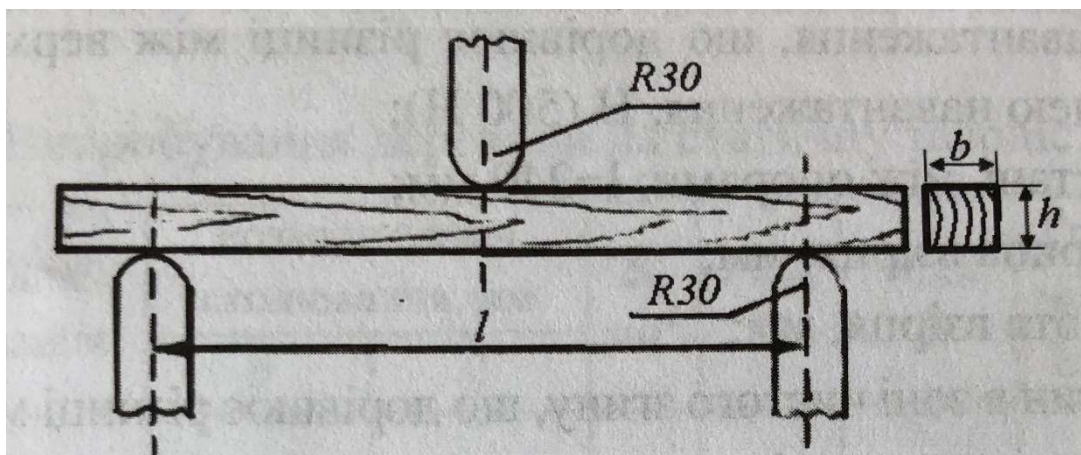
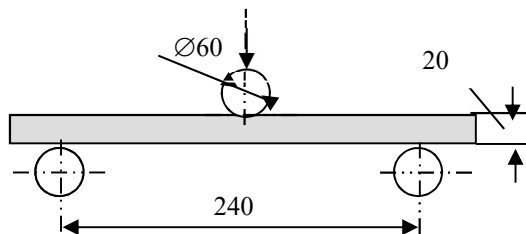


Рис. 2.3. Схема визначення межі міцності при вигині для малих взірців за ДСТУ (ГОСТ) 16503.3-84.

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Межу міцності при сколюванні вздовж волокон (τ_w)** обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.5-73. Деревина. Методи визначення межі міцності при сколюванні вздовж волокон підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину, рис. 2.4.:

$$\tau_w = \frac{P_{\max}}{b \cdot l}, \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-2} \quad (2,4)$$

де: P_{\max} - вага найбільша від прикладання навантаження, Н; b - ширина у поперечному перерізі взірця, мм; l - довжина сколювання, мм.

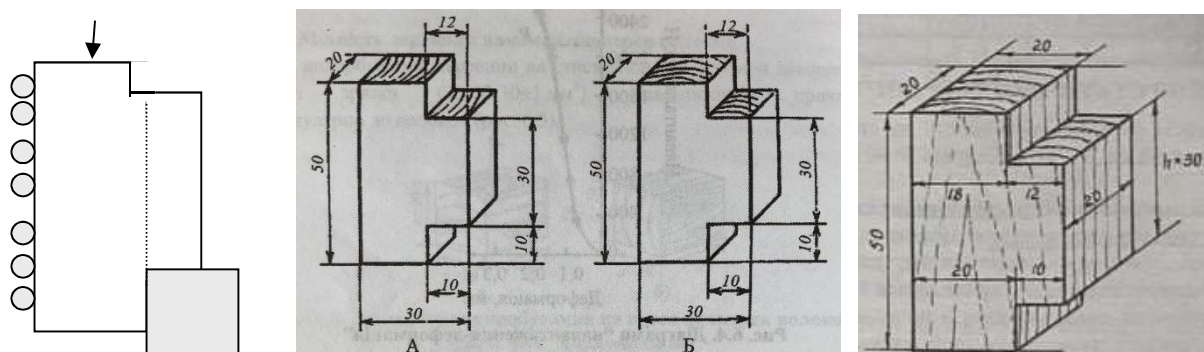


Рис. 2.4. Схем випробування деревини та взірць на сколювання вздовж волокон за ДСТУ (ГОСТ) 16503.5-73

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Межу міцності при стиску вздовж волокон** (σ_{cm}) обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.10-73. Деревина. Метод визначення межі міцності при стисненні вздовж волокон підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину, рис. 2.5.:

$$\sigma_{cm} = \frac{P_{max}}{b \cdot a}, \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-2} \quad (2,5)$$

де: P_{max} - вага найбільша від прикладання навантаження, Н; b - ширина у поперечному перерізі взірця, мм; a – ширина у поперечному перерізі взірця, мм.

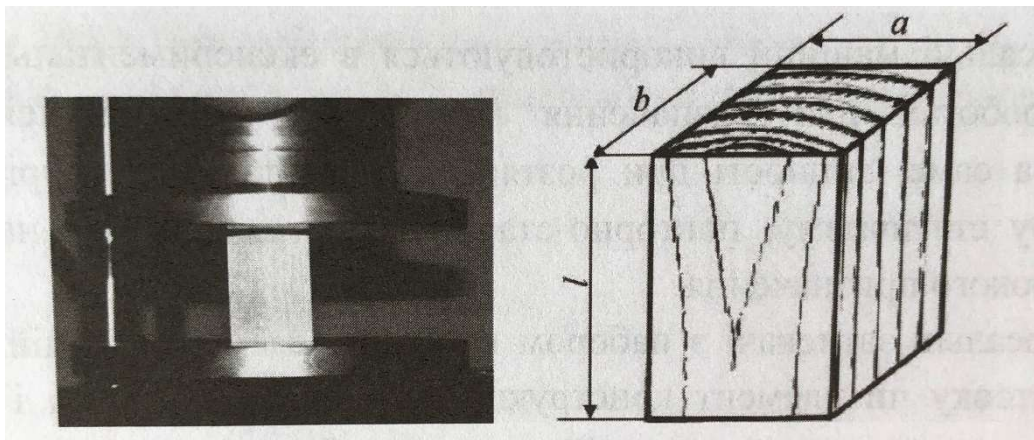


Рис. 2.5. Схема випробування деревини та взірць на стиск уздовж волокон

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Ударну твердість** (H_w) обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.16-81. Деревина. Метод визначення ударної твердості підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину, рис. 2.6.:

$$H_w = \frac{4m \cdot g \cdot h}{\pi \cdot d_1 \cdot d_2}, \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2} \quad (2,6)$$

де: m - маса кулі, кг; g - прискорення сили тяжіння, $\text{м}/\text{с}^2$; h - висота падіння кульки, м; d_1, d_2 – відбитки в перерізі, см.

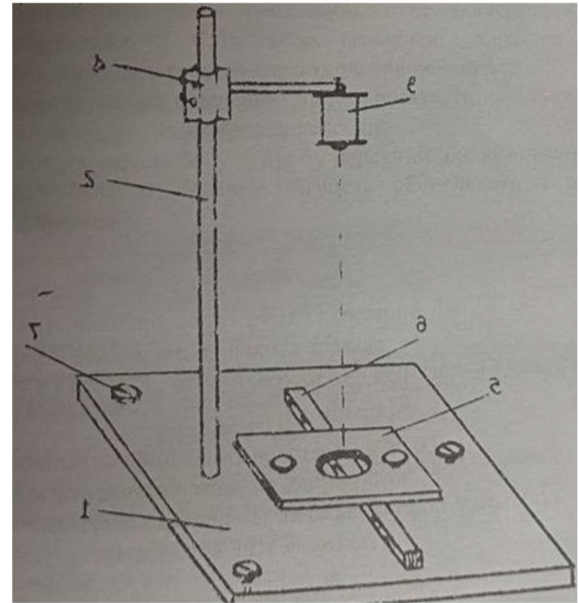
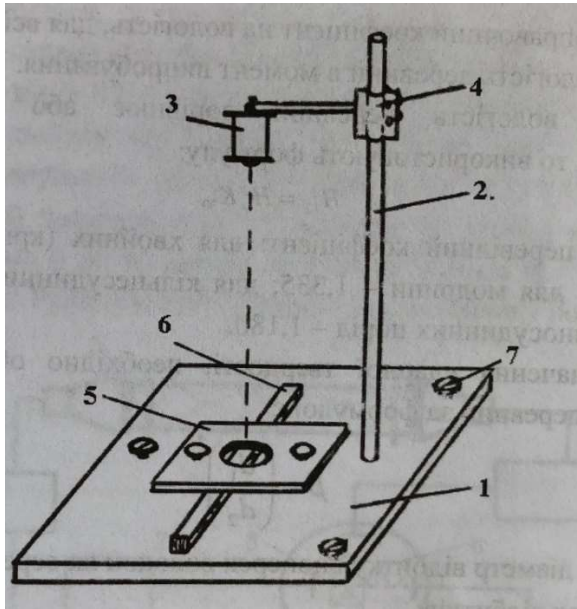


Рис. 2.6. Прилад для визначення ударної твердості:

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Статичну твердість** (H_w) обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.17-81. Деревина. Метод визначення статичної твердості підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину, рис. 2.7.:

$$H_w = \frac{P_m}{F}, \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2} \quad (2,7)$$

де: P_{\max} - вага найбільша від прикладання навантаження, Н; F – площа проекції відбитка, $F = 100 \text{ мм}^2$.

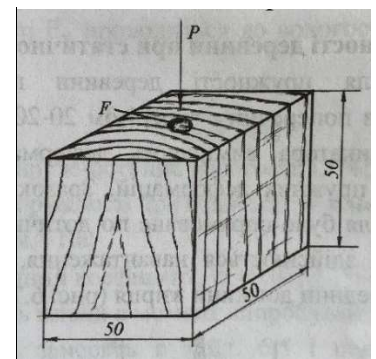
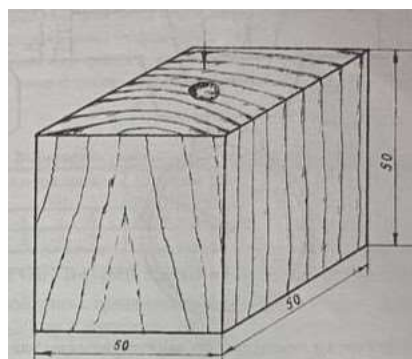
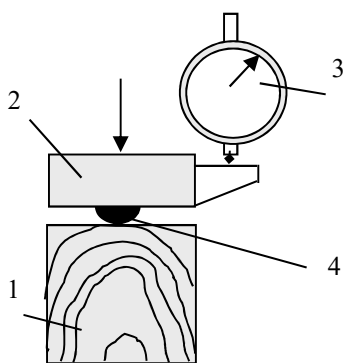


Рис. 2.7. Схема визначення статичної твердості деревини та взірць

Для взірців вживаної твердолистяної деревини таких порід, як : ясен, дуб, береза та бук **Модуль пружності деревини при статичному вигині** (E_w) обчислювали за вказівками, що подані у нормативному документі, зокрема Д-СТ-У 16503.9-73. Деревина. Методи визначення модуля пружності при

статичному вигині підраховували, користуючись формулами, що подані у підручниках про деревину, рис. 2.8.:

$$E_w = \frac{3P \cdot l^3}{64b \cdot h^3 \cdot f}, \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-2} \quad (2,8)$$

де P – різниця навантаження, Н; l - прийнята довжина опорних підставок під час випробування, мм; b - ширина у поперечному перерізі взірця, мм; h - висота у поперечному перерізі взірця, мм; f - прогин зразка в зоні чистого згину, рівний різниці між середніми арифметичними результатами вимірювання прогину при верхньому і нижньому межах навантаження, мм.

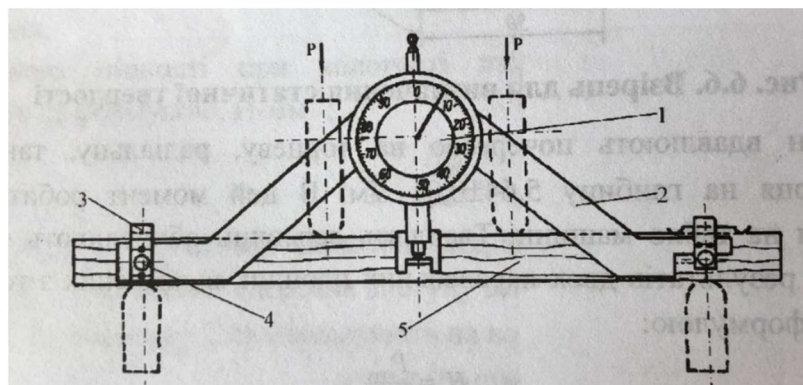
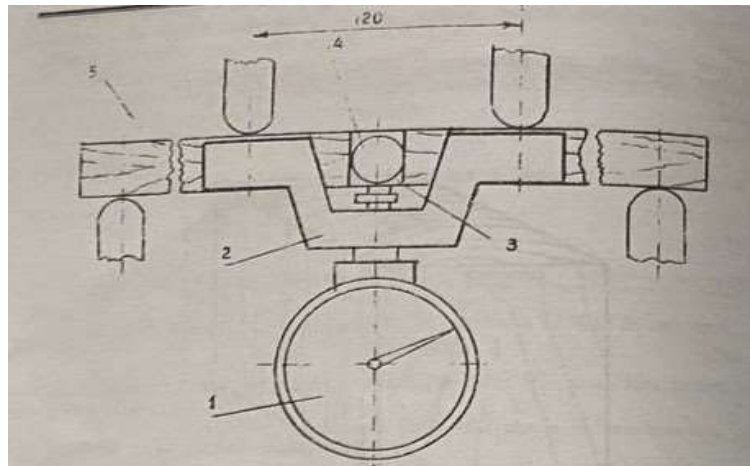


Рис. 2.8. Схема пристрою для виміру прогину при визначенні модуля пружності при статичному згині:

Випробування за даною методикою проводили для взірців вживаної та первинної деревини. За результатами статистичної роботи виконували порівняльний аналіз за основними фізико-механічними характеристиками досліджуваних порід деревини.

3. ОБРОБЛЕННЯ ОТРИМАНИХ ДАНИХ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОРІВНЯЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ ЧОТИРЬОХ ПОРІД: БУК, БЕРЕЗА, ДУБ ТА ЯСЕН РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ : ПЕРВИННОЇ ТА ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ

3.1. Зразки для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини

Для проведення досліджень були підготовлені бруски у вигляді рейок (рис. 3.1.) відповідних перерізів, з яких виготовляли зрізи для експериментів.

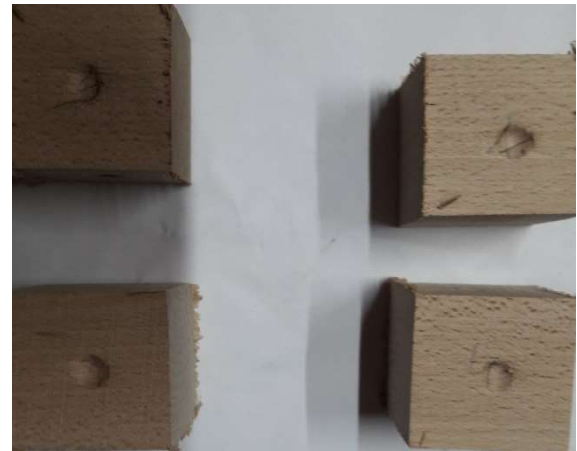
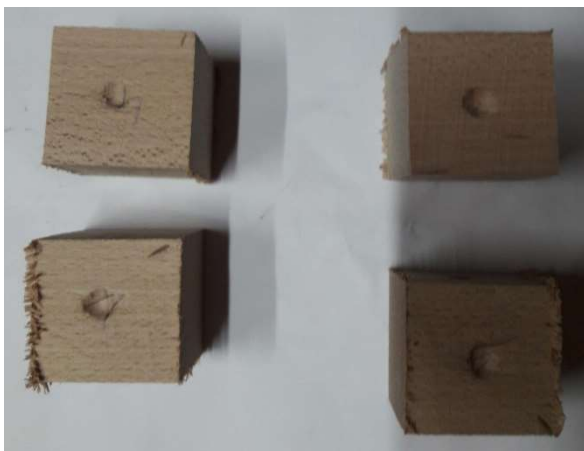


Рис. 3.1. Взірці для випробувань
Витримували рейки при кімнатній температурі (рис 3.2.)



рис 3.2. Витримування рейок при кімнатній температурі

Із кратних рейок виготовляли взірці необхідних розмірів (рис. 3.3.)



а) для Здійснення експериментальних досліджень у лабораторії
дервинознавства НЛТУ України на статичну твердість



б) на сколювання

в) на стиск

рис. 3.3. Види взірців різного призначення

3.2. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Щільність (густина)

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники **Щільність (густина)** та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.4).

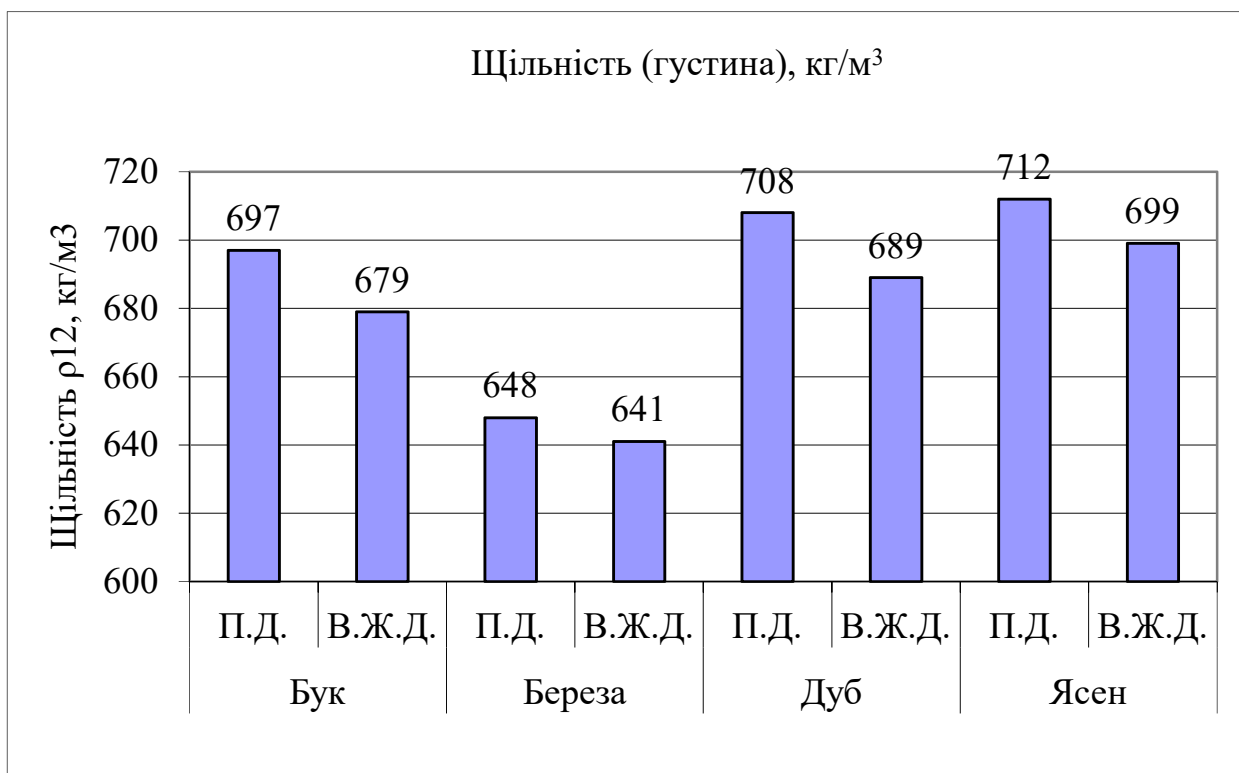


Рис. 3.4. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Щільність (густина)

Зміну показника **Щільність (густина)** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.5. Спад або зростання показника **Щільність (густина)** за абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою:

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 18, а відсоток цієї зміни є на рівні 2,58%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 7, а відсоток цієї зміни є на рівні 1,08%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 19, а відсоток цієї зміни є на рівні 2,68%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 13, а відсоток цієї зміни є на рівні 1,83%;

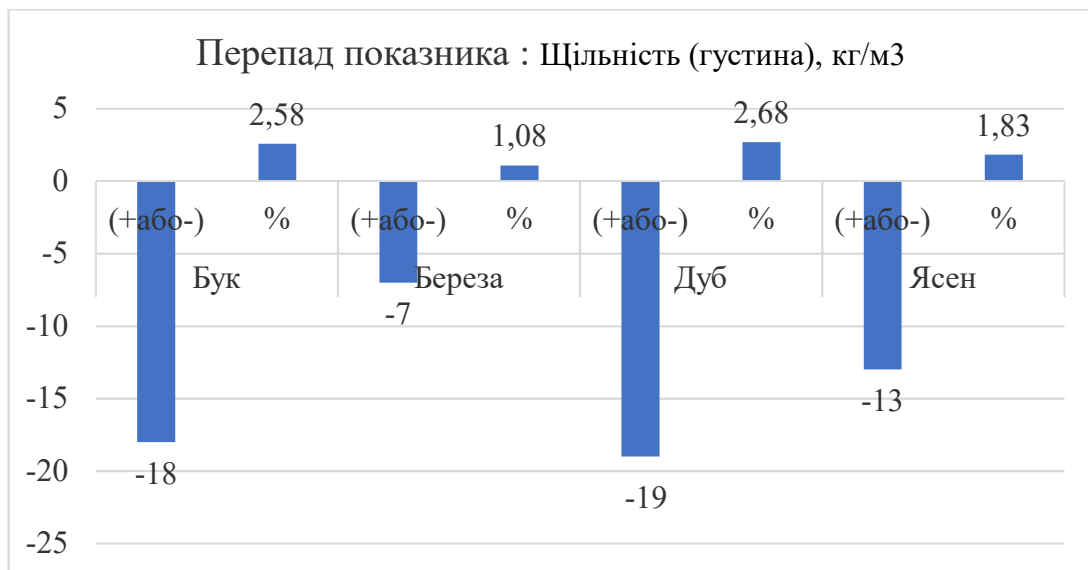


Рис. 3.5. Динаміка показника **Щільність (густина)** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини

3.3. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час удару , МПа

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники **Твердість під час удару , МПа** та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.6).

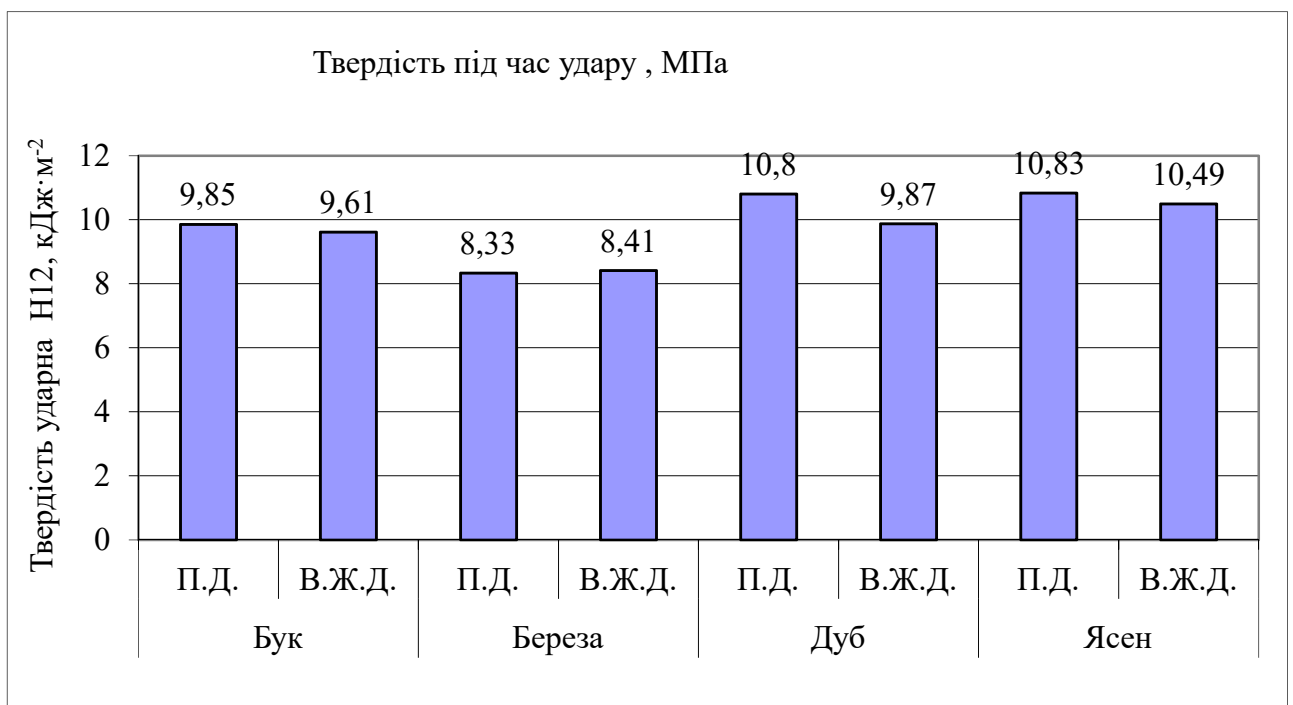


Рис. 3.6. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час удару , МПа

Зміну показника **Твердість під час удару , МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.7. Спад або зростання Твердість під час удару , МПа абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою (рис. 3.8):

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 0,24, а відсоток цієї зміни є на рівні 2,44%;

- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 0,08, а відсоток цієї зміни є на рівні 0,96%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 0,93, а відсоток цієї зміни є на рівні 8,61%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 0,34, а відсоток цієї зміни є на рівні 3,14%;

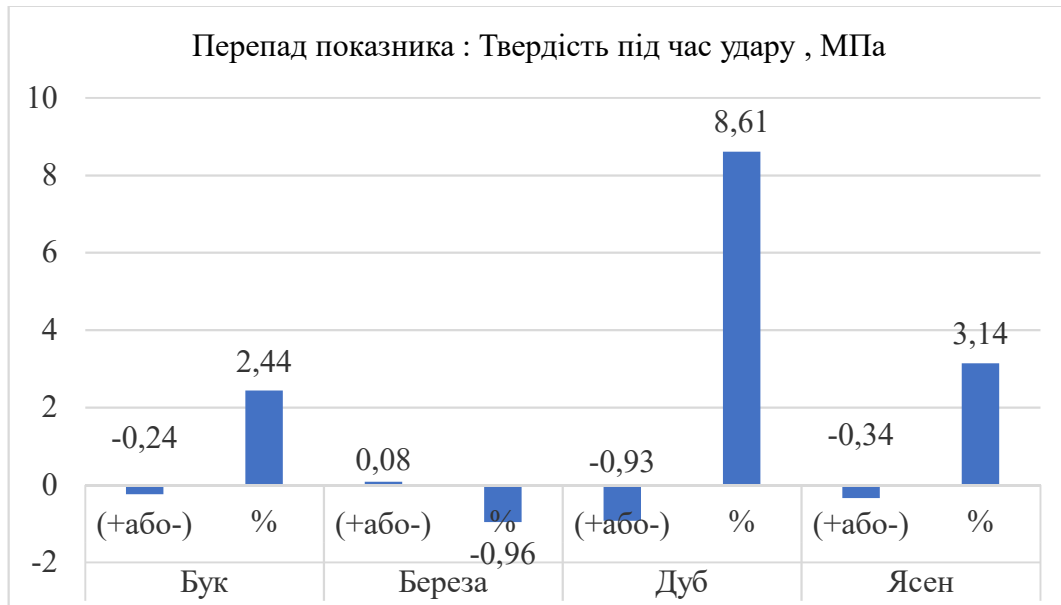


Рис. 3.7. Динаміка показника **Твердість під час удару , МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини



Рис. 3.8. Лабораторна установка з пристосуваннями для визначення ударної твердості

3.4. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час стиску, МПа

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники **Твердість під час стиску, МПа** та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.9).

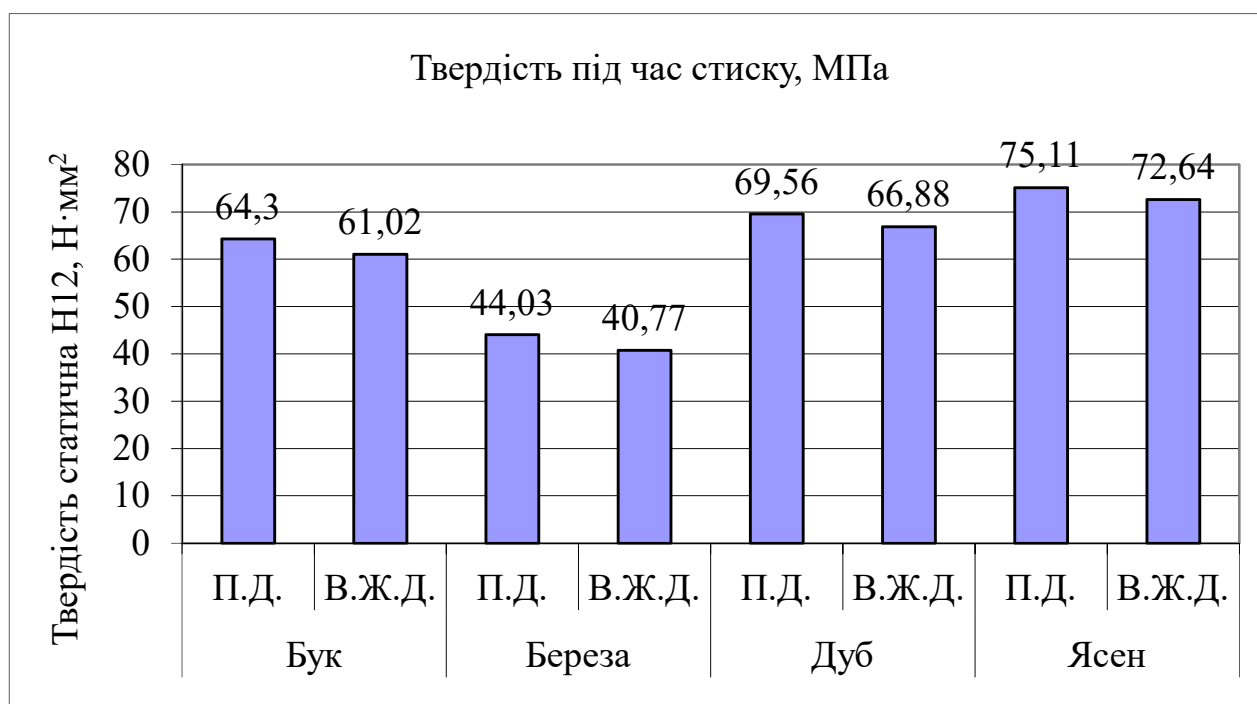


Рис. 3.9. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час стиску, МПа

Зміну показника **Твердість під час стиску, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.10. Спад або зростання Твердість під час удару , МПа абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою (рис. 3.11):

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 3,28, а відсоток цієї зміни є на рівні 5,10%;

- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 3,26, а відсоток цієї зміни є на рівні 7,40%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 2,68, а відсоток цієї зміни є на рівні 3,85%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 2,47, а відсоток цієї зміни є на рівні 3,29%;

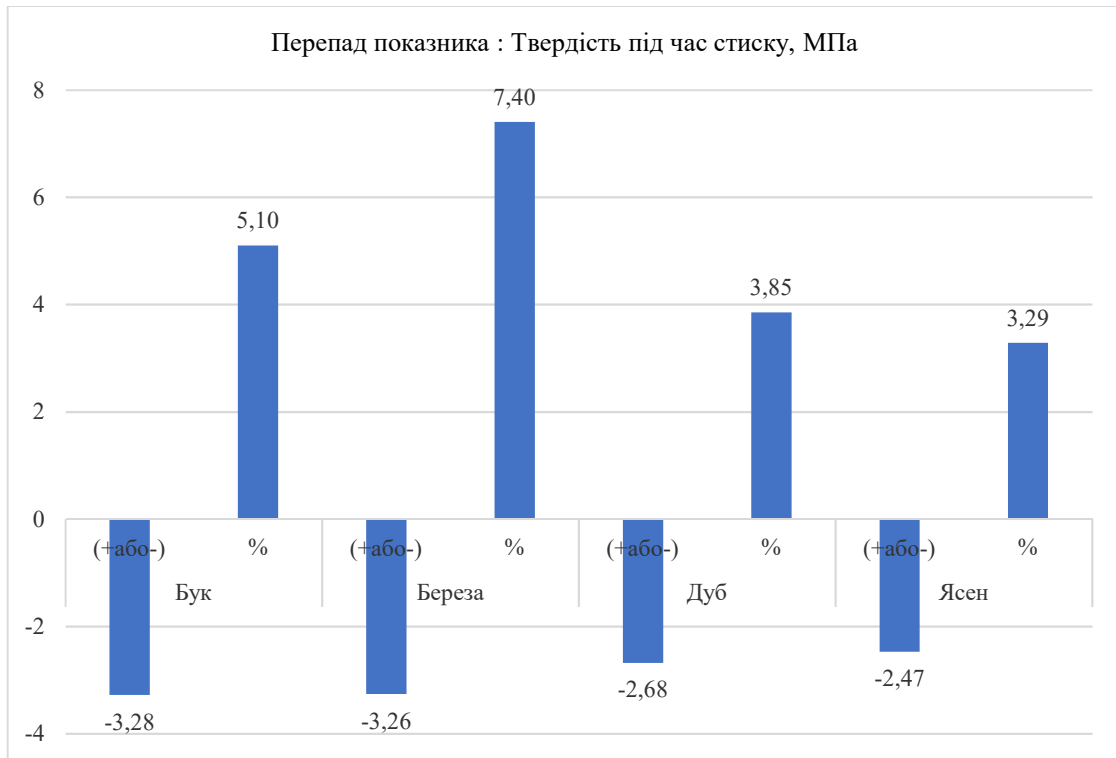


Рис. 3.10. Динаміка показника **Твердість під час стиску, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини



рис. 3.11. Лабораторна установка з приспособленнями для визначення статичної твердості



рис. 3.12. Результати випробування на статичну твердість

3.5. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час згину, МПа

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники **Міцність під час згину, МПа** та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.13).

Зміну показника **Міцність під час згину, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.14. Спад або зростання **Міцність під час згину, МПа** абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою:

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 12, а відсоток цієї зміни є на рівні 9,38%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 8, а відсоток цієї зміни є на рівні 5,59%;

- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 4, а відсоток цієї зміни є на рівні 4,40%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 5, а відсоток цієї зміни є на рівні 4,81%;

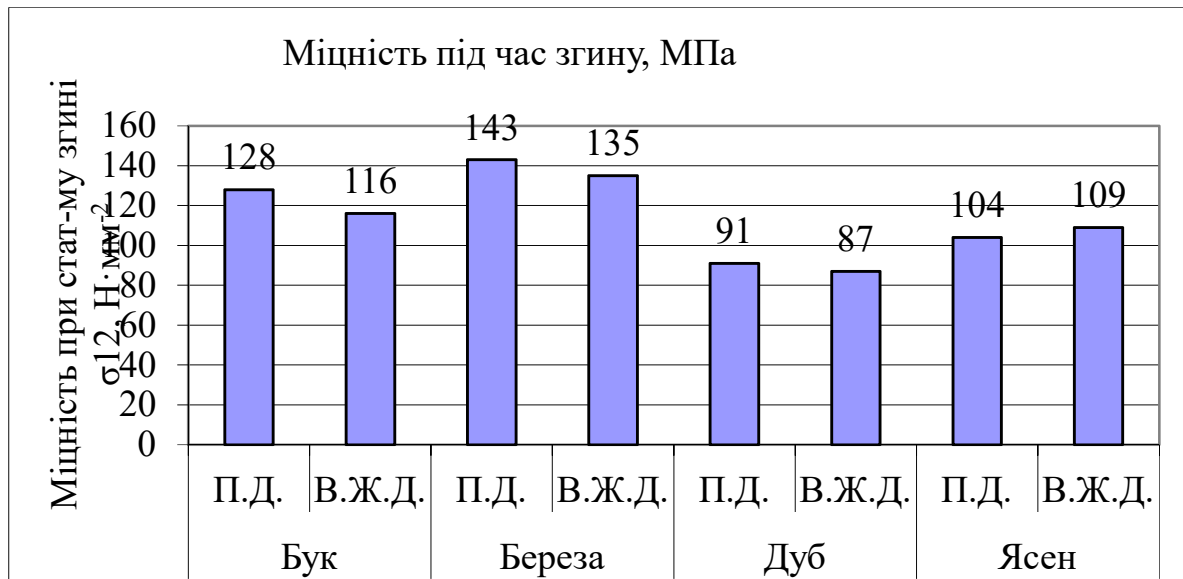


Рис. 3.13. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : **Міцність під час згину, МПа**

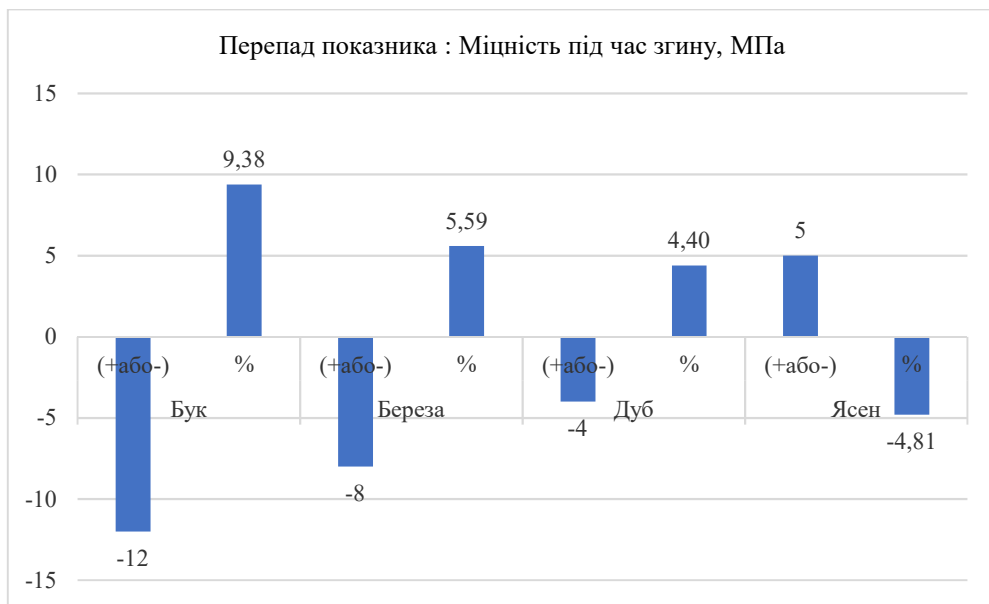


Рис. 3.14. Динаміка показника **Міцність під час згину, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини
Лабораторна установка з приспособленнями для визначення основних параметрів деревини подана на рис. 3.15, рис. 3.16., рис. 3.17.



Рис. 3.15. Встановлення зразків на статичний згин



рис. 3.16. Випробування на міцність на статичний згин



Рис. 3.17. Результати випробування на статичний згин



рис. 3.18. Лабораторна установка з приспособленнями для визначення основних параметрів деревини

3.6. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час сколу, МПа

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники Міцність під час сколу, МПа та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.19).

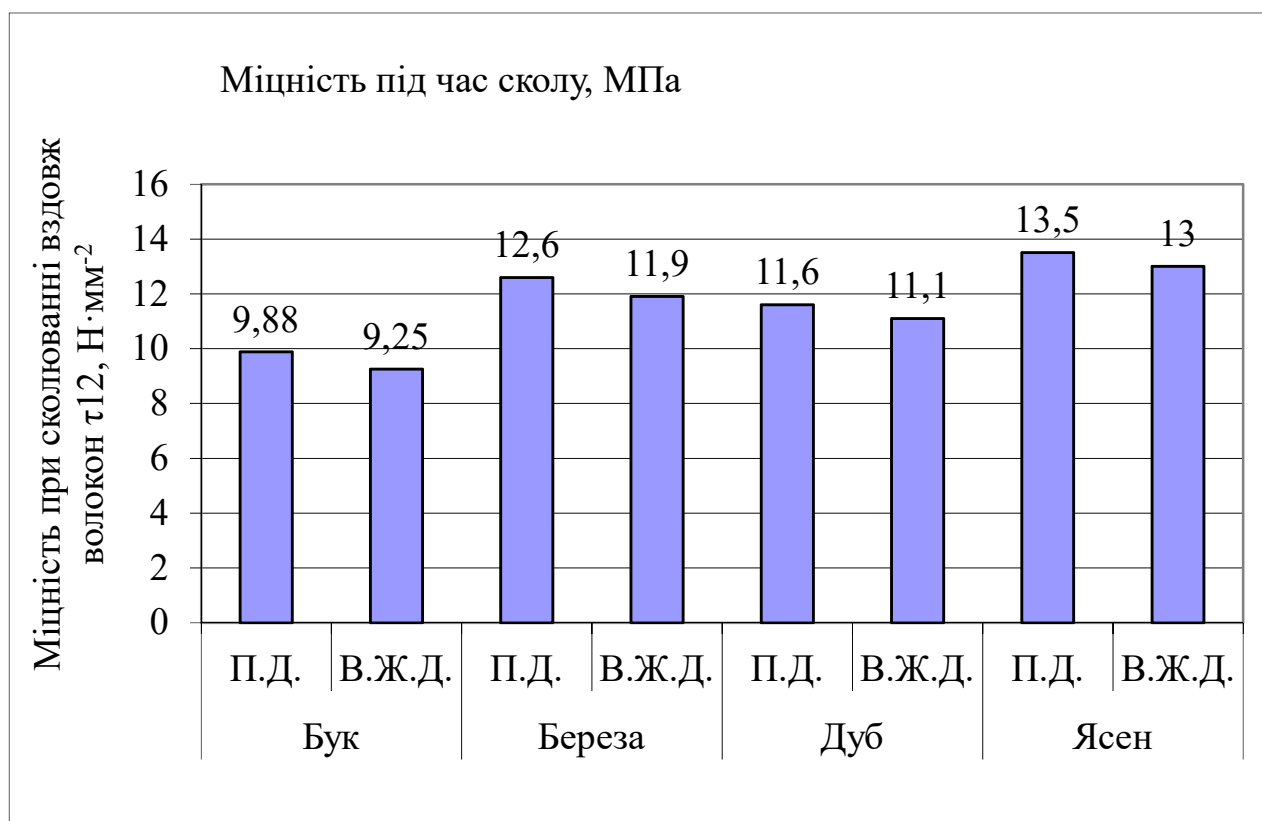


Рис. 3.19. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : **Міцність під час сколу, МПа**

Зміну показника **Міцність під час сколу, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.20. , рис. 3.21. Спад або зростання **Міцність під час сколу, МПа** абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою:

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 0,63, а відсоток цієї зміни є на рівні 6,38%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 0,7, а відсоток цієї зміни є на рівні 5,56%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 0,5, а відсоток цієї зміни є на рівні 4,31%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 0,5, а відсоток цієї зміни є на рівні 3,7%;

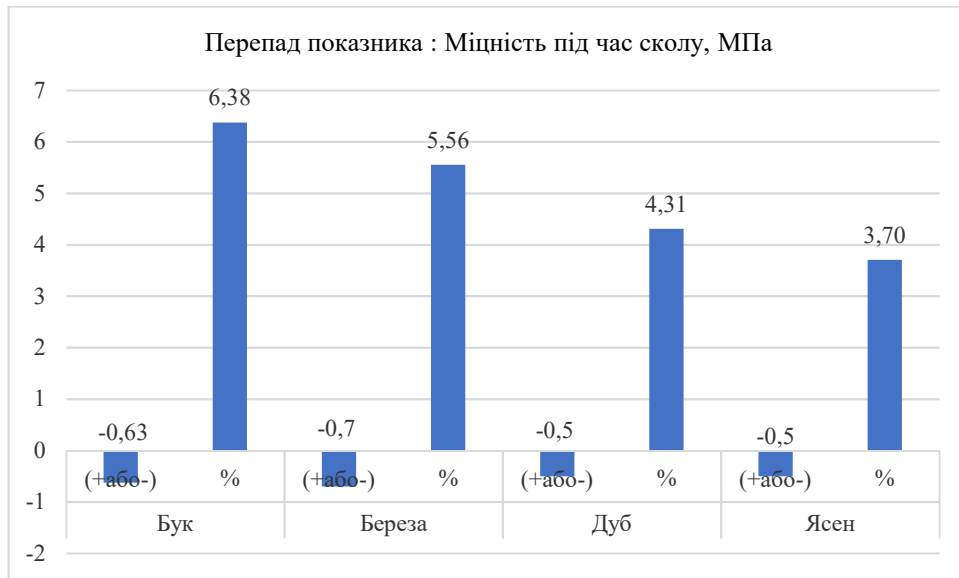


Рис. 3.20. Динаміка показника **Міцність під час сколу, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини



рис. 3.21. Лабораторна установка з приспособленнями для визначення основних параметрів деревини , зокрема на міцність при сколюванні

3.7. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час стиску, МПа

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники Міцність під час стиску, МПа та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.22).

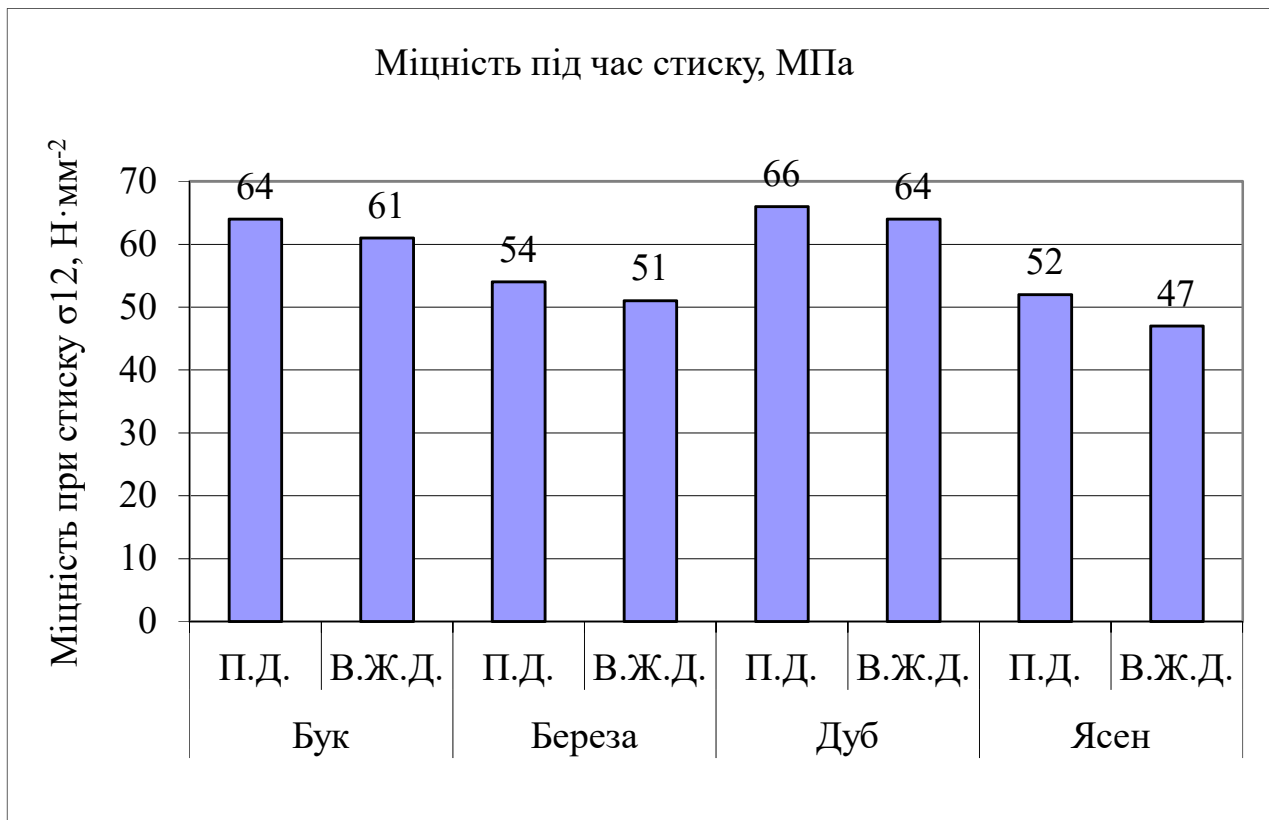


Рис. 3.22. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : **Міцність під час стиску, МПа**

Зміну показника **Міцність під час стиску, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.23. рис. 3.24. Спад або зростання **Міцність під час стиску, МПа** абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою:

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 3, а відсоток цієї зміни є на рівні 4,69%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 3, а відсоток цієї зміни є на рівні 5,56%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 2, а відсоток цієї зміни є на рівні 3,03%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 5, а відсоток цієї зміни є на рівні 9,62%;

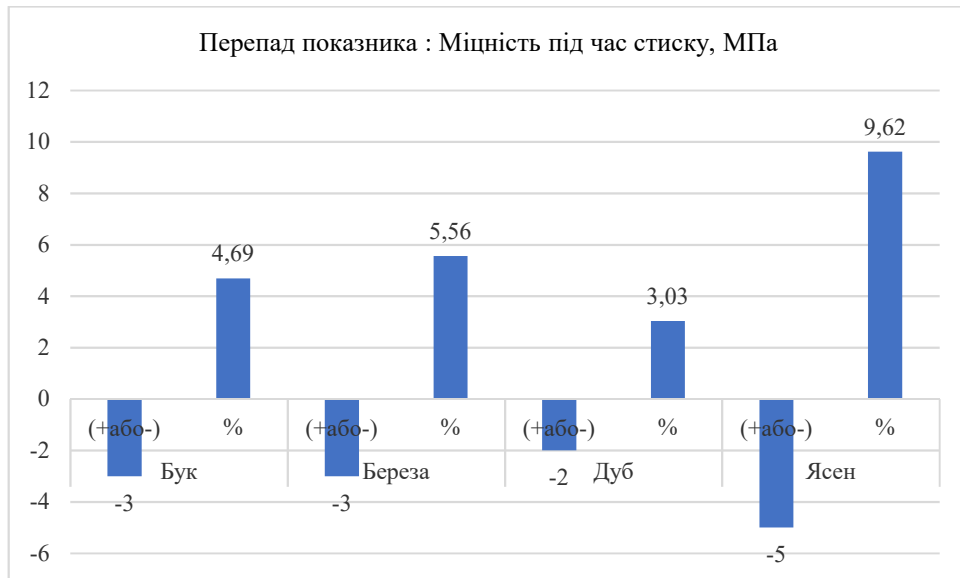


Рис. 3.23. Динаміка показника **Міцність під час стиску, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини



рис. 3.24. Лабораторна установка з приспособленнями для визначення основних параметрів деревини , зокрема на стиск.

3.8. Результати експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Модульна пружність, МПа

За результатами проведення експериментальних досліджень, проведених в лабораторних умовах на сертифікованому обладнанні найпоширеніших твердих листяних порід, зокрема бук, береза, дуб та ясен отримано показники Модульна

пружність, МПа та у вигляді стовпчикових номограм зроблено порівняння величин (рис. 3.25).

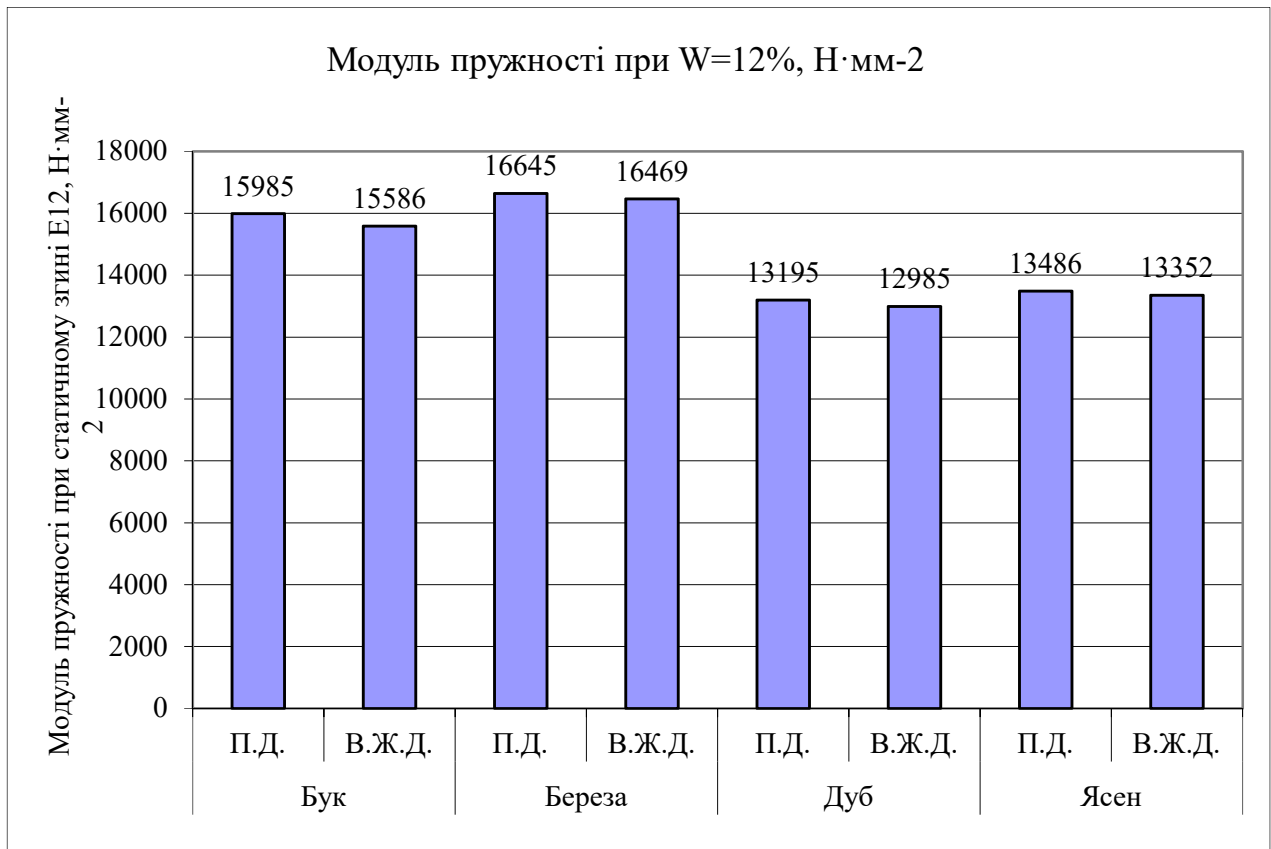


Рис. 3.25. Порівняльна гістограма дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : **Модульна пружність, МПа**

Зміну показника **Модульна пружність, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини продемонстровано на рис. 3.26. Спад або зростання **Модульна пружність, МПа** абсолютною величиною та у відсотках за породами є такою:

- Абсолютна величина зміни показника для породи бук становить 399, а відсоток цієї зміни є на рівні 2,5%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи береза становить 176, а відсоток цієї зміни є на рівні 1,06%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи дуб становить 210, а відсоток цієї зміни є на рівні 1,59%;
- Абсолютна величина зміни показника для породи ясен становить 134, а відсоток цієї зміни є на рівні 0,99%;

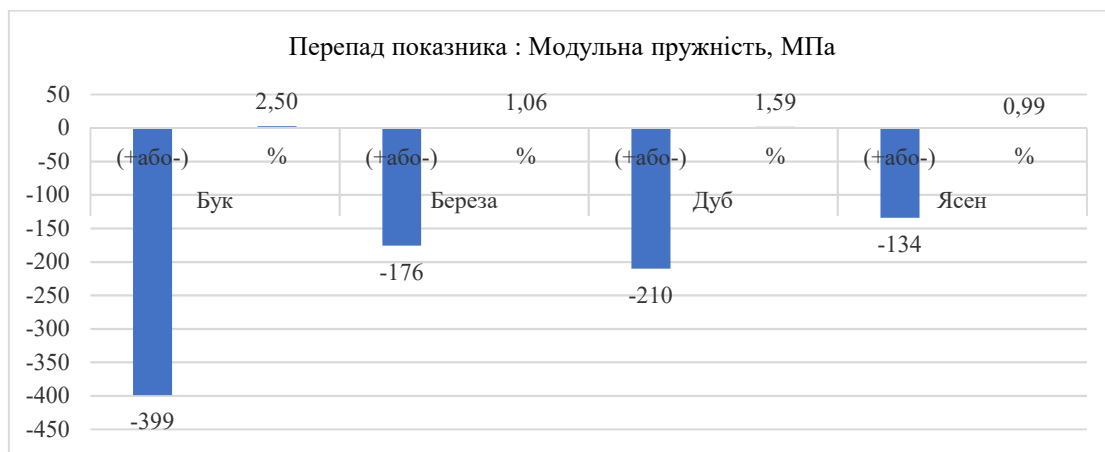


Рис. 3.26. Динаміка показника **Модульна пружність, МПа** для чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини

Табл.3.1. Підсумкова таблиця абсолютних відхилень досліджуваних порід

Параметри - характеристики	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Щільність (густина), кг/м ³	-18	2,58	-7	1,08	-19	2,68	-13	1,83
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Твердість під час удару , МПа	-0,24	2,44	0,08	0,96	-0,93	8,61	-0,34	3,14
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Твердість під час стиску, МПа	-3,28	5,10	-3,26	7,40	-2,68	3,85	-2,47	3,29
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Міцність під час згину, МПа	-12	9,38	-8	5,59	-4	4,40	5	-
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Міцність під час сколу, МПа	-0,63	6,38	-0,7	5,56	-0,5	4,31	-0,5	3,70
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Міцність під час стиску, МПа	-3	4,69	-3	5,56	-2	3,03	-5	9,62
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%	(+або-)	%
Модульна пружність, МПа	-399	2,50	-176	1,06	-210	1,59	-134	0,99

3.9. Порівняльні показники результатів експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини

Результати експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Основні механічні та фізичні величини результатів експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини

Характеристики деревини при W=12%	Твердолистяні породи							
	Бук		Береза		Дуб		Ясен	
	П.Д.	В.Ж.Д.	П.Д.	В.Ж.Д.	П.Д.	В.Ж.Д.	П.Д.	В.Ж.Д.
Щільність (густина), кг/м ³	697	679	648	641	708	689	712	699
Твердість під час удару, МПа	9,85	9,61	8,33	8,41	10,8	9,87	10,83	10,49
Твердість під час стиску, МПа	64,3	61,02	44,03	40,77	69,56	66,88	75,11	72,64
Міцність під час згину, МПа	128	116	143	135	91	87	104	109
Міцність під час сколу, МПа	9,88	9,25	12,6	11,9	11,6	11,1	13,5	13
Міцність під час стиску, МПа	64	61	54	51	66	64	52	47
Модульна пружність, МПа	15985	15586	16645	16469	13195	12985	13486	13352

3.10. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – бук

Статистичні показники опрацювання даних експериментального дослідження первинної та вживаної деревини – бук наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – бук

Тип	Характеристика	N, шт	M _{сер}	M _{min}	M _{max}	±	V, %	P, %
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	697,0	601,0	764,1	8,32	8,81	1,30
	Твердість під час удару, МПа	46	9,9	8,5	10,8	0,10	7,44	1,10
	Твердість під час стиску, МПа	46	64,3	55,4	70,5	0,74	8,45	1,25
	Міцність під час згину, МПа	46	128,0	110,4	140,3	0,98	5,68	0,84
	Міцність під час сколу, МПа	46	9,9	8,5	10,8	0,10	7,42	1,09
	Міцність під час стиску, МПа	46	64,0	55,2	70,2	0,50	5,75	0,85
	Модульна пружність, МПа	46	15985,0	13783,9	17524,7	121,90	5,63	0,83
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	679,0	585,5	744,4	7,80	8,48	1,25
	Твердість під час удару, МПа	46	9,6	8,3	10,5	0,09	7,13	1,05
	Твердість під час стиску, МПа	46	61,0	52,6	66,9	0,72	8,74	1,29
	Міцність під час згину, МПа	46	116,0	100,0	127,2	0,14	0,86	0,13
	Міцність під час сколу, МПа	46	9,3	8,0	10,1	0,08	6,13	0,90
	Міцність під час стиску, МПа	46	61,0	52,6	66,9	0,48	5,80	0,85
	Модульна пружність, МПа	46	15586,0	13439,8	17087,2	119,30	5,65	0,83

Статистичні показники середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – бук наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – бук :середнє, мінімальне та максимальне значення

		Mсер	Mmin	Mmax
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	697,0	601,023	764,135
	Твердість під час удару , МПа	9,9	8,494	10,799
	Твердість під час стиску, МПа	64,3	55,446	70,493
	Міцність під час згину, МПа	128,0	110,374	140,329
	Міцність під час сколу, МПа	9,9	8,520	10,832
	Міцність під час стиску, МПа	64,0	55,187	70,164
	Модульна пружність, МПа	15985,0	13783,866	17524,675
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	679,0	585,502	744,401
	Твердість під час удару , МПа	9,6	8,287	10,536
	Твердість під час стиску, МПа	61,0	52,618	66,897
	Міцність під час згину, МПа	116,0	100,027	127,173
	Міцність під час сколу, МПа	9,3	7,976	10,141
	Міцність під час стиску, МПа	61,0	52,600	66,876
	Модульна пружність, МПа	15586,0	13439,808	17087,244

Динаміка статистичних показників середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – бук наведено на рис. 3.27.

Статистичні показники бука: : мінімальне, середнє, максимальнє

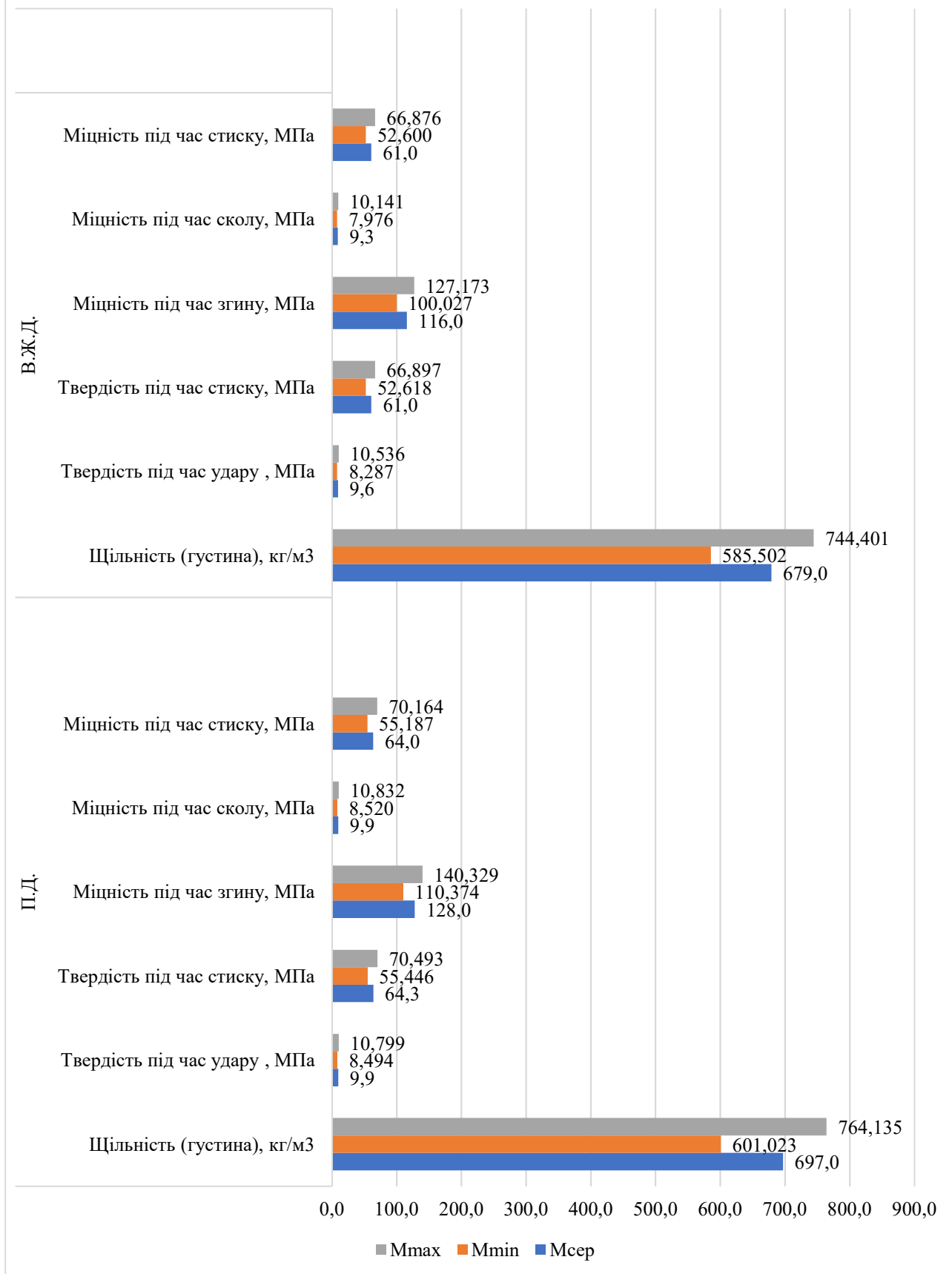


Рис. 3.27. Аналіз статистичних показників даних первинної та вживаної деревини – бук :середнє, мінімальнє та максимальнє значення

3.11. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – береза

Статистичні показники опрацювання даних експериментального дослідження первинної та вживаної деревини – береза наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – береза

Тип	Характеристика	N, ШТ	M _{сеп}	M _{min}	M _{max}	±	V, %	P, %
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	648,0	564,0	712,4	7,156	8,030	1,184
	Твердість під час удару, МПа	46	8,3	7,2	9,2	0,071	6,239	0,920
	Твердість під час стиску, МПа	46	44,0	38,3	48,4	0,395	6,531	0,963
	Міцність під час згину, МПа	46	143,0	124,5	157,2	1,051	5,343	0,788
	Міцність під час сколу, МПа	46	12,6	11,0	13,9	0,085	4,893	0,721
	Міцність під час стиску, МПа	46	54,0	47,0	59,4	0,364	4,898	0,722
	Модульна пружність, МПа	46	16645,0	14486,1	18300,3	111,784	4,884	0,720
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	641,0	557,9	704,7	7,148	8,109	1,196
	Твердість під час удару, МПа	46	8,4	7,3	9,2	0,066	5,724	0,844
	Твердість під час стиску, МПа	46	40,8	35,5	44,8	0,399	7,115	1,049
	Міцність під час згину, МПа	46	135,0	117,5	148,4	0,907	4,885	0,720
	Міцність під час сколу, МПа	46	11,9	10,4	13,1	0,106	6,455	0,952
	Міцність під час стиску, МПа	46	51,0	44,4	56,1	0,344	4,904	0,723
	Модульна пружність, МПа	46	16469,0	14333,0	18106,8	111,075	4,904	0,723

Статистичні показники середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – береза наведено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – береза :середнє, мінімальне та максимальне значення

		Mсер	Mmin	Mmax
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	648,0	563,9544	712,4436
	Твердість під час удару , МПа	8,3	7,249599	9,1584185
	Твердість під час стиску, МПа	44,0	38,319309	48,408784
	Міцність під час згину, МПа	143,0	124,4529	157,22135
	Міцність під час сколу, МПа	12,6	10,96578	13,85307
	Міцність під час стиску, МПа	54,0	46,9962	59,3703
	Модульна пружність, МПа	16645,0	14486,1435	18300,345
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	641,0	557,8623	704,74745
	Твердість під час удару , МПа	8,4	7,319223	9,2463745
	Твердість під час стиску, МПа	40,8	35,482131	44,824577
	Міцність під час згину, МПа	135,0	117,4905	148,42575
	Міцність під час сколу, МПа	11,9	10,35657	13,083455
	Міцність під час стиску, МПа	51,0	44,3853	56,07195
	Модульна пружність, МПа	16469,0	14332,9707	18106,842

Динаміка статистичних показників середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – береза наведено на рис. 3.28.

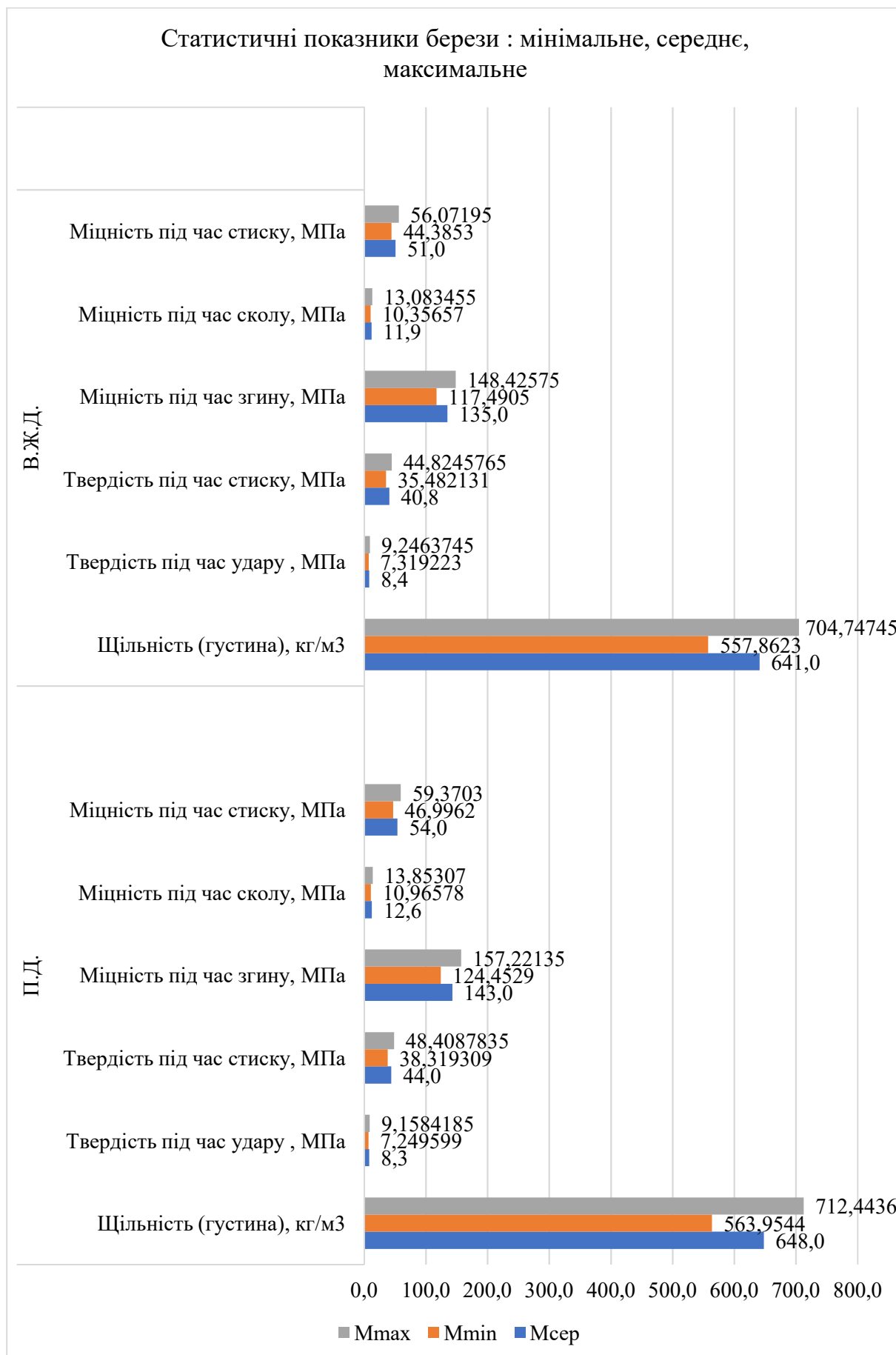


Рис. 3.28. Аналіз статистичних показників даних первинної та вживаної деревини – береза :середнє, мінімальне та максимальне значення

3.12. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – дуб

Статистичні показники опрацювання даних експериментального дослідження первинної та вживаної деревини – дуб наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – дуб

Тип	Характеристика	N, ШТ	M _{ср}	M _{min}	M _{max}	±	V, %	P, %
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	708,0	616,8	787,4	8,429	8,448	1,246
	Твердість під час удару, МПа	46	10,8	9,4	12,0	0,113	7,400	1,091
	Твердість під час стиску, МПа	46	69,6	60,6	77,4	0,668	6,819	1,005
	Міцність під час згину, МПа	46	91,0	79,3	101,2	0,681	5,308	0,783
	Міцність під час сколу, МПа	46	11,6	10,1	12,9	0,092	5,616	0,828
	Міцність під час стиску, МПа	46	66,0	57,5	73,4	0,495	5,322	0,785
	Модульна пружність, МПа	46	13195,0	11494,4	14675,5	98,959	5,322	0,785
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	689,0	600,2	766,3	8,381	8,631	1,273
	Твердість під час удару, МПа	46	9,9	8,6	11,0	0,072	5,143	0,758
	Твердість під час стиску, МПа	46	66,9	58,3	74,4	0,681	7,230	1,066
	Міцність під час згину, МПа	46	87,0	75,8	96,8	0,665	5,426	0,800
	Міцність під час сколу, МПа	46	11,1	9,7	12,3	0,116	7,439	1,097
	Міцність під час стиску, МПа	46	64,0	55,8	71,2	0,446	4,949	0,730
	Модульна пружність, МПа	46	12985,0	11311,5	14441,9	92,256	5,042	0,743

Статистичні показники середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – дуб наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – дуб :середнє, мінімальне та максимальне значення

		Mсер	Mmin	Mmax
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	708,0	616,8	787,4
	Твердість під час удару , МПа	10,8	9,4	12,0
	Твердість під час стиску, МПа	69,6	60,6	77,4
	Міцність під час згину, МПа	91,0	79,3	101,2
	Міцність під час сколу, МПа	11,6	10,1	12,9
	Міцність під час стиску, МПа	66,0	57,5	73,4
	Модульна пружність, МПа	13195,0	11494,4	14675,5
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	689,0	600,2	766,3
	Твердість під час удару , МПа	9,9	8,6	11,0
	Твердість під час стиску, МПа	66,9	58,3	74,4
	Міцність під час згину, МПа	87,0	75,8	96,8
	Міцність під час сколу, МПа	11,1	9,7	12,3
	Міцність під час стиску, МПа	64,0	55,8	71,2
	Модульна пружність, МПа	12985,0	11311,5	14441,9

Динаміка статистичних показників середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – дуб наведено на рис. 3.29.

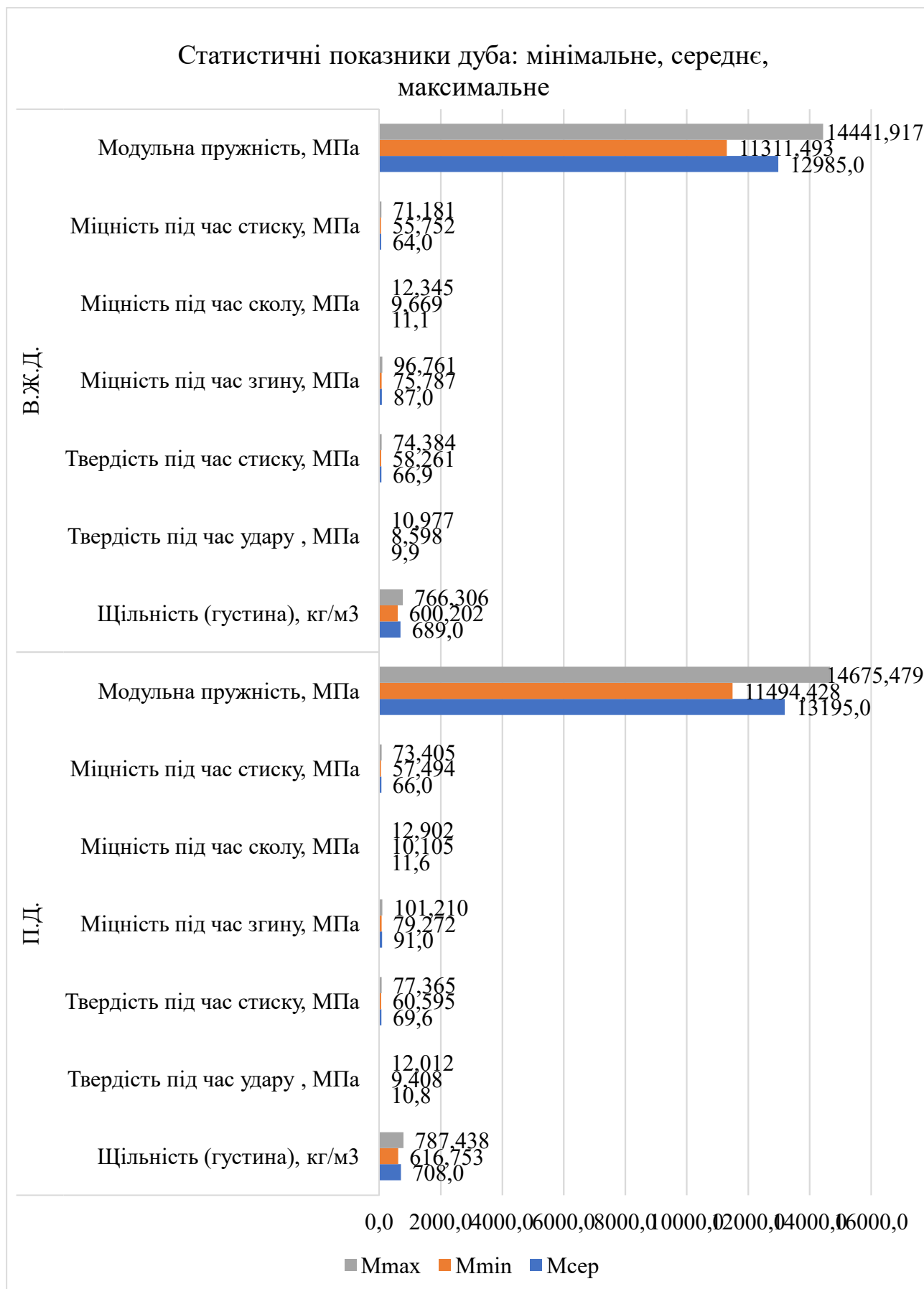


Рис. 3.29. Аналіз статистичних показників даних первинної та вживаної деревини – дуб :середнє, мінімальне та максимальне значення

3.13. Результати статистичного опрацювання даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини – ясен

Статистичні показники опрацювання даних експериментального дослідження первинної та вживаної деревини – **ясен** наведено у табл. 398.

Таблиця 3.9. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – **ясен**

Тип	Характеристика	N, ШТ	M _{ср}	M _{min}	M _{max}	±	V, %	P, %
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	712,0	603,7	800,4	7,991	7,933	1,170
	Твердість під час удару, МПа	46	10,8	9,2	12,2	0,098	6,368	0,939
	Твердість під час стиску, МПа	46	75,1	63,7	84,4	0,739	6,956	1,026
	Міцність під час згину, МПа	46	104,0	88,2	116,9	0,726	4,936	0,728
	Міцність під час сколу, МПа	46	13,5	11,4	15,2	0,104	5,456	0,804
	Міцність під час стиску, МПа	46	52,0	44,1	58,5	0,359	4,875	0,719
	Модульна пружність, МПа	46	13486,0	11434,8	15159,6	93,001	4,875	0,719
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	46	699,0	592,7	785,7	7,651	7,737	1,141
	Твердість під час удару, МПа	46	10,5	8,9	11,8	0,067	4,509	0,665
	Твердість під час стиску, МПа	46	72,6	61,6	81,7	0,743	7,230	1,066
	Міцність під час згину, МПа	46	109,0	92,4	122,5	0,832	5,396	0,796
	Міцність під час сколу, МПа	46	13,0	11,0	14,6	0,125	6,811	1,004
	Міцність під час стиску, МПа	46	47,0	39,9	52,8	0,318	4,785	0,706
	Модульна пружність, МПа	46	13352,0	11321,2	15009,0	92,387	4,891	0,721

Статистичні показники середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – **ясен** наведено у табл. 3.10.

Таблиця 3.10. Статистичні показники опрацювання даних первинної та вживаної деревини – ясен :середнє, мінімальне та максимальне значення

		Mсер	Mmin	Mmax
П.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	712,0	603,7	800,4
	Твердість під час удару , МПа	10,8	9,2	12,2
	Твердість під час стиску, МПа	75,1	63,7	84,4
	Міцність під час згину, МПа	104,0	88,2	116,9
	Міцність під час сколу, МПа	13,5	11,4	15,2
	Міцність під час стиску, МПа	52,0	44,1	58,5
	Модульна пружність, МПа	13486,0	11434,8	15159,6
В.Ж.Д.	Щільність (густина), кг/м ³	699,0	592,7	785,7
	Твердість під час удару , МПа	10,5	8,9	11,8
	Твердість під час стиску, МПа	72,6	61,6	81,7
	Міцність під час згину, МПа	109,0	92,4	122,5
	Міцність під час сколу, МПа	13,0	11,0	14,6
	Міцність під час стиску, МПа	47,0	39,9	52,8
	Модульна пружність, МПа	13352,0	11321,2	15009,0

Динаміка статистичних показників середніх та абсолютних величин первинної та вживаної деревини – **ясен** наведено на рис. 3.30.

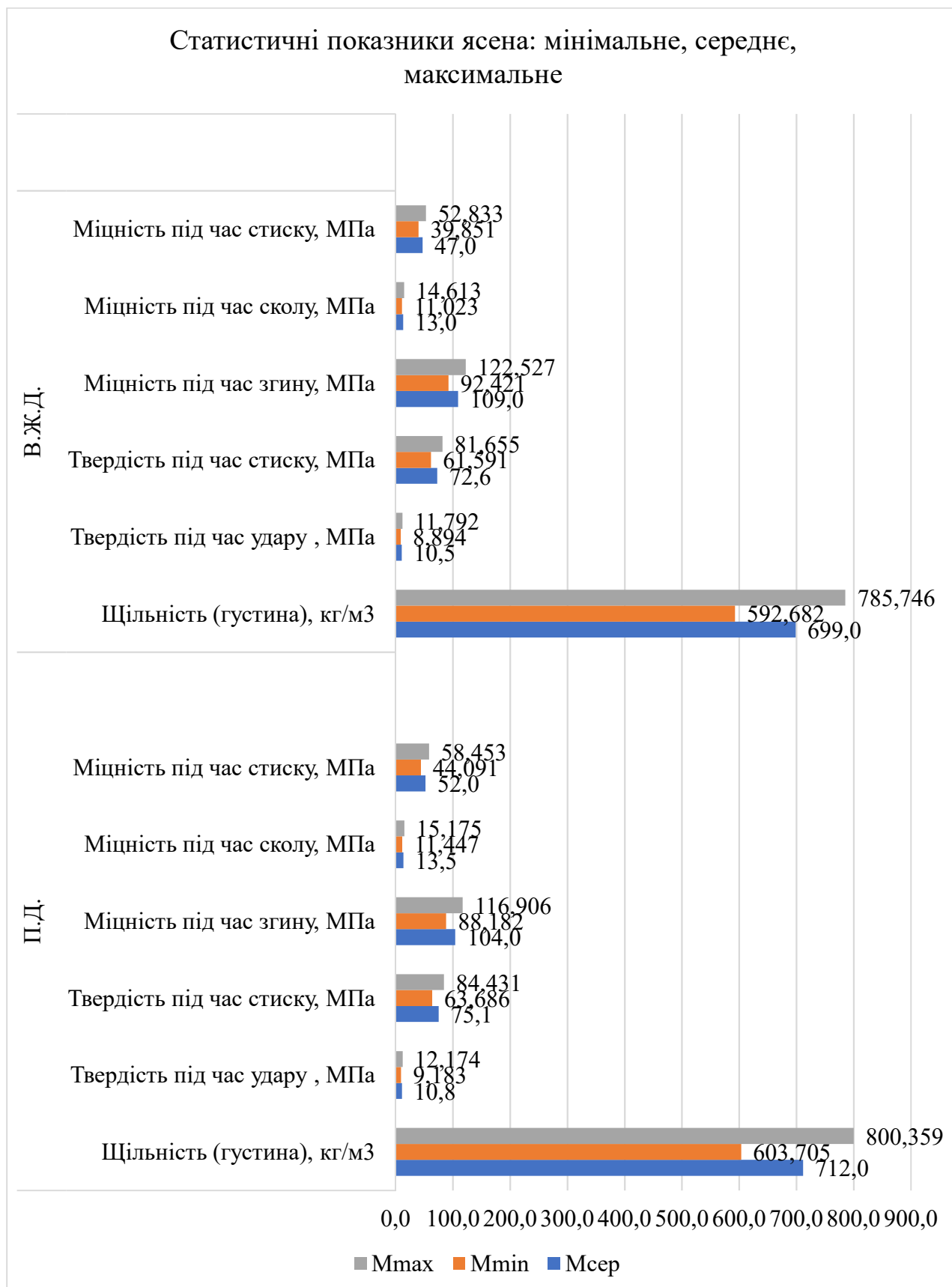


Рис. 3.30. Аналіз статистичних показників даних первинної та вживаної деревини – **ясен** :середнє, мінімальне та максимальне значення

3.14. Висновки з розділу

1. Підготовлено взірці для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини
2. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Щільність (густина), де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,58 %; береза – 1,08 %; дуб – 2,68 %; ясен – 1,83 %;
3. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час удару , МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,44 %; береза – 0,96 %; дуб – 8,61 %; ясен – 3,14 %;
4. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Твердість під час стиску, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 5,1 %; береза – 7,4 %; дуб – 3,85 %; ясен – 3,29 %;
5. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час згину, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 9,38 %; береза – 5,59 %; дуб – 4,4 %; ясен – 4,81 %;
6. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час сколу, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 6,38 %; береза – 5,56 %; дуб – 4,31 %; ясен – 3,70 %;

7. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Міцність під час стиску, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 4,69 %; береза – 5,56 %; дуб – 3,03 %; ясен – 9,62 %;
8. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної деревини щодо параметра-показника : Модульна пружність, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,5 %; береза – 1,06 %; дуб – 1,59 %; ясен – 0,99 %;
9. Опрацьовано статистично підсумкові результати значень даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження при кількості випробувань 46.
10. Встановлено та проаналізовано абсолютні величини зміни показників для кожної із порід. Фізико-механічні властивості відрізняються в допустимих межах – не більше 10 %.

РОЗДІЛ IV

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4. 1. Проблеми під час заготівлі та підготовці вживаної деревини твердолистяних порід для матеріального використання

Особливості матеріального використання вживаної деревини, зокрема твердолистяних порід (бук, дук, береза, ясен) вимагають дотримання правил техніки безпеки та охорони праці через можливі забруднення, серед яких можливі такі:

- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як креозот;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як пентахлорфенол;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як бромовані хлорфеніли;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як комплексний препарат;

- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як лакофарбовий матеріал;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як тефлоновий матеріал;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як скляний матеріал;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як оксиди важких металів;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як речовин захисту;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як антипіренів в асортименті;

- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як антисептиків в асортименті;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як хлорпохідних матеріалів в асортименті;
- Наявність у елементах із розібраних конструкцій із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як металевих включень в асортименті.

4.2. Заходи з охорони праці під час заготівлі та підготовці вживаної деревини твердолистяних порід для матеріального використання

Через забрудненість вживаної деревини, зокрема твердолистяних порід (бук, дук, береза, ясен) необхідно постійно дотримуватись правил техніки безпеки та охорони праці, що полягають у наступному:

- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як креозот;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та

пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як пентахлорфенол;

- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як бромовані хлорфеніли;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як комплексний препарат;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як лакофарбовий матеріал;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання такого шкідливого компонента як тефлоновий матеріал;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як скляний матеріал;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та

пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як оксиди важких металів;

- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як речовин захисту;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як антипіренів в асортименті;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як антисептиків в асортименті;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як хлорпохідних матеріалів в асортименті;
- Вилучення із елементів із розібраних конструкцій, що із деревини твердих листяних порід, зокрема дверних блоків, віконних систем, вмонтованих меблів, каркасних будинків, садово-паркових та пляжних виробів та інших виробів зовнішнього використання таких шкідливих компонентів як металевих включень в асортименті.

РОЗДІЛ V

5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1. Початкові дані для розрахунку ефективності використання вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід

Початкові дані для розрахунку ефективності використання вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід є такими:

Як свідчать дані таблиці 1.2. в Україні потенціал вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід коливається в межах 1700-1900 тисяч тонн.

- За даними джерел літератури тільки 85 % придатна матеріальне використання.
- Тоді розрахункові величини становлять 1445-1615 тисяч тонн. в рік.
- Відсоток якісно-придатних є на рівні 45 %
- Тоді розрахункові величини становлять 650,25-726,5 тисяч тонн. в рік.

Статистика свідчить що твердих побутових відходів в Україні назбирується 61000 тисяч тонн.

- За даними джерел літератури тільки 3-4 % може мати матеріальне використання.
- Тоді розрахункові величини становлять 1830-2440 тисяч тонн. в рік.
- Відсоток якісно-придатних є на рівні 45 %
- Тоді розрахункові величини становлять 823,5-1098 тисяч тонн. в рік.

5.2. Потенціал вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід у Львівській області

Як свідчать розрахункові дані утворення вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід 1700-1900 тисяч тонн. в рік то маємо:

- Число жителів країни на перше люте 2022 року, становить 41100 тисяч чоловік
- Тоді на кожного маємо : $1800000 / 41100000 = 44$ кг.
- Матеріально придатної маємо $44 * 0,85 = 38$ кг.
- Розмірно--якісної маємо $38 * 0,45 = 18$ кг.
- Тоді у Львівській області утворюється : $0,038 * 2600000 = 98,8$ тисяч тонн. в рік вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід
- Матеріально придатної маємо $98,8 * 0,85 = 83,98$ тисяч тонн. в рік.
- Розмірно--якісної маємо $83,98 * 0,45 = 37,79$ тис. тон в рік.
- Розмірно--якісної в м³ маємо $37,79 * 1000 / 700 = 54$ тис. тон в рік.

5.3. Особливості логістики вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід

Допустима логістика в межах 25 до 55 км.

А. Кошти на перевезення

$$P_{\text{затрати коштів через перевезення}} = 54000 \text{ м}^3 \cdot 415 = 22410000 \text{ грн.}$$

415 тариф на вивіз ТПВ грн./м³

Б. Зарплатні кошти

$$P_{\text{затрати коштів через зарплату}} = 17150 \cdot 10 \cdot 12 = 20580000 \text{ грн.}$$

Зарплата робочих 17150 гривень, 10 – число людей

В. страховка 22 %

$$P_{\text{затрати на страхування}} = 20580000 \text{ тис грн.} \cdot 22/100 = 452760 \text{ грн}$$

Г. Річний фонд зарплати

$$P_{\text{затрати на річний фонд}} = 20580000 \text{ грн} + 452760 \text{ грн.} = 21032760 \text{ грн}$$

Д. інші затрати 6%

$$P_{\text{затрати на інші}} = 21032760 \text{ грн} \cdot 6/100 = 126965,6 \text{ грн}$$

Е. закупівлю спожитої деревини

$$P_{\text{затрати коштів через закупівлю ВЖД}} = 54 \text{ тис. м}^3 \cdot 1150 = 62100000 \text{ грн}$$

Є Підсумкова ціна на 1 м³ ВЖД

$$P_{\text{затрати 1м}^3 \text{ ВЖД}} = 22410000 \text{ грн} + 21032760 \text{ грн.} + 126965,6 \text{ грн.} + 62100000 \text{ грн} / 54000 = 1957 \text{ грн}$$

5.4. Порівняння існуючих цін на первинну та вживану деревину.

Вартість ліквідної твердолистяної деревини на біржі становить 5420 грн/куб. м.

Економія на сировині в рік:

$$D_{\text{різниця}} = (P_{1\text{м}^3(\text{вжд})} - 5420) \cdot V_{\text{матеріального призначення}} = 3463 \text{ грн на 1 м}^3$$

(5.9)

$$D = (1957 - 5420) \cdot 54,000 = - 187,010 \text{ тис. грн.}$$

Графічне представлення на рисунку 5.2..

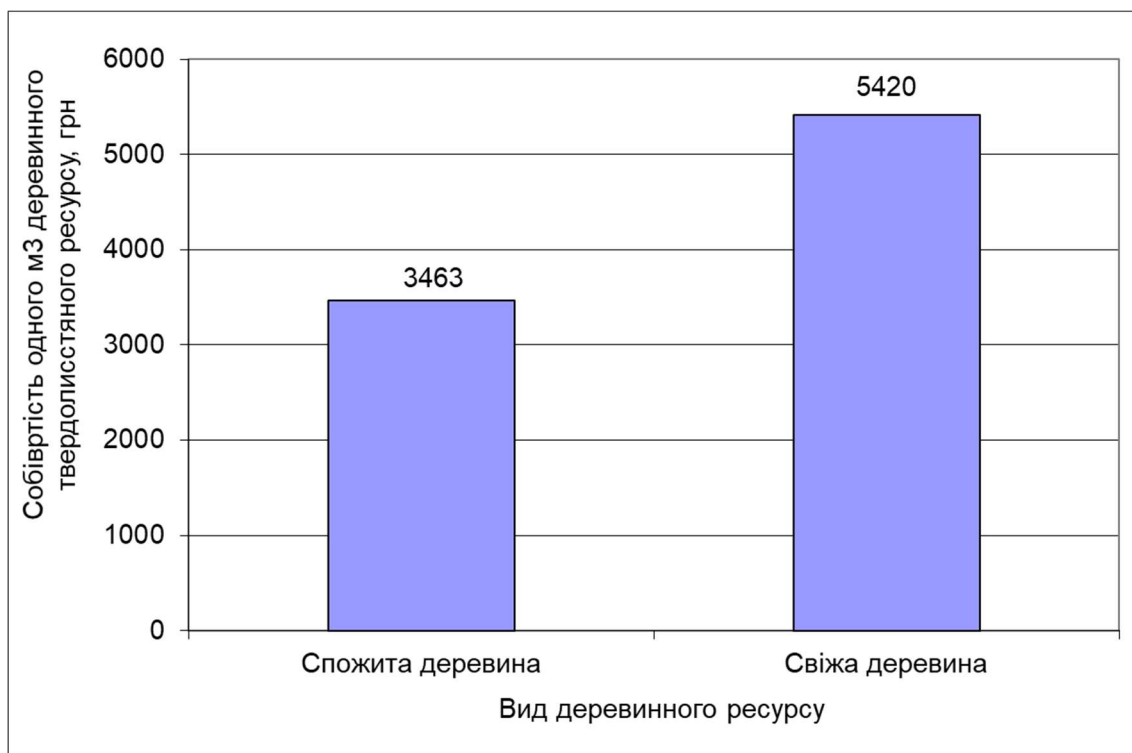


Рис. 5.2. Динаміка цін первинної і вживаної сировини за 1м³

Збереження дерев.

При об'ємі одного дерева – 2,0 м³.

$$Д = Q_{\text{вжд}(Д)} / 1,8$$

(5.10)

$$Д = 54000 / 2,0 = 27000 \text{ шт.}$$

У підсумку для Львівської обл. збереження в кількості дерев твердолистяних порід становить на рівні – 27000 шт.

5.5. Висновки з економічного розділу

1. Описано, що деревина твердих листяних порід може ефективно застосовуватись у меблевому виробництві.
2. Економічна вигода на одному кубі становить 3463 грн
3. Загальна економія щодо твердолистяної деревини становить 187,010 тис. грн. для Львівської області
4. Загальна екологічна вигода для Львівської області полягає у збереженні 27000 дерев твердолистяних порід.

6. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Встановлено та обґрунтовано, що вживана деревина твердих листяних порід є за відповідної підготовки та очищення значним резервом сировини для матеріального використання.
2. Зібрано конструктивні елементи вживаних конструкцій та із них підготовлено взірці для експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід
3. Отримано значення експериментального порівняльного дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження : первинної та вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід щодо параметра-показника : Щільність (густина), де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,58 %; береза – 1,08 %; дуб – 2,68 %; ясен – 1,83 %; Твердість під час удару , МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,44 %; береза – 0,96 %; дуб – 8,61 %; ясен – 3,14 %; Твердість під час стиску, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 5,1 %; береза – 7,4 %; дуб – 3,85 %; ясен – 3,29 %; Міцність під час згину, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 9,38 %; береза – 5,59 %; дуб – 4,4 %; ясен – 4,81 %; Міцність під час сколу, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 6,38 %; береза – 5,56 %; дуб – 4,31 %; ясен – 3,70 %; Міцність під час стиску, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 4,69 %; береза – 5,56 %; дуб – 3,03 %; ясен – 9,62 %; Модульна пружність, МПа де абсолютні значення відхилень для порід становлять : бук – 2,5 %; береза – 1,06 %; дуб – 1,59 %; ясен – 0,99 %;

4. Опрацьовано статистично підсумкові результати значень даних експериментального дослідження деревини чотирьох порід: бук, береза, дуб та ясен різного походження при кількості випробувань 46.
5. Встановлено та проаналізовано абсолютні величини зміни показників для кожної із порід. Фізико-механічні властивості вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід відрізняються від первинної в допустимих межах – не більше 10 %.
6. Допустимі відхилення від нормативних показників фізико-механічних характеристик вживаної, тобто спожитої деревини окремих твердих листяних порід зазначених порід дають можливість рекомендувати її для матеріального використання як у меблевому так і в деревообробному виробництві.
7. Описано, що деревина твердих листяних порід може ефективно застосовуватись у меблевому виробництві. Економічна вигода на одному кубі становить 3463 грн. Загальна економія щодо твердолистяної деревини становить 187,010 тис. грн. для Львівської області. Загальна екологічна вигода для Львівської області полягає у збереженні 27000 дерев твердолистяних порід.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gayda, S.V., Kiyko O.A. (2020). Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (107)), 89–97. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>
2. Gayda, S.V., Kiyko O.A. (2020). The investigation of properties of blockboards made of post-consumer wood. *Poznan : Drewno*, 63 (206), 77-102. doi: <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.352.10>
3. Gayda, S.V., Kiyko O.A., Guz M.M. Research of the structure of stump and rootwood for effective use in the production of wood products. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 2022, Vol. 64 (3), 131–142, doi: <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0011>
4. Geletukha G. Bioenergy development in Ukraine: state of the art and perspectives / Geletukha G., Zhelyezna T., Matveev Yu., Zhovmir M. // *Proceedings of the 8th Polish-Danish workshop on biomass for energy. Starbienino, 12-15 June 2003. / Gdansk University of technology. – Gdansk. – 2003. – P. 9-18.*
5. Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz V Art. 2 a der Verordnung vom 20. Oktober 2006. *BGBl. I Nr. 48. – S. 2298, 2331.*
6. Werner F.. Post-Consumer Waste Wood in Attributive Product LCA / Werner F., Althaus H.-J., Richter K. and Scholz R.W. / *Context specific evaluation of allocation procedures in a functionalistic conception of LCA/Int J LCA* 12(3). – 2007. – P. 160-172.
7. Бехта П.А. Корисні виходи від залучення вживаної деревини шпилькових порід до матеріального перероблення габаритних конструкцій та готових виробів // *Wood Business*, №3,
8. Білей П.В., Адамовський М.Г., Ханик Я.М., Довга Н.Д., Сорока Л.Я. *Методологія наукових досліджень технологічних процесів. – Львів: Панорама. 2003. – 182с.*
9. Войтович І.Г. *Основи технології виробів з деревини: Навчальний посібник. – Львів: Український державний лісотехнічний університет, “Інтелект – Захід”, 2004. – 224 с.*
10. Войтович І.Г., Кушпін А.С. Чопенко Н.Ф., Кшивецький Б.Я., Маєвський В.О., Яріш О.В., Грицак С.А. *Основи технології виробів з деревини: Лабораторний практикум. - Львів: РВВ НЛТУ України, 2008. – 128с.: іл. 65, табл. 28, бібліогр. 26.*
11. Воронович В.В., Гайда С.В. Порівняльний аналіз гнуття вживаної деревини. *Матеріали міжнародної наукової конференції “Стан та перспективи розвитку деревообробки”: міжвід. науково-технічний збірник – Львів: НЛТУ України. – 2011. – Вип. 37. – С. 84-88.*
12. Гайда С.В. Аналіз конструкцій та технологій виготовлення сучасних меблевих фасадів. *Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2020, вип. 46. – С. 54-64. doi: <https://doi.org/10.36930/42204606>*
13. Гайда С.В. Аналіз, особливості, проблеми та досвід використання додаткових ресурсів сировини – відходів вживаної деревини / Гайда С.В., Максимів В.М.// *Лісове господарство, лісова, папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2007. Вип. 33. – С. 63-73.*
14. Гайда С.В. Вживана деревина– додатковий ресурс сировини. *Лісове господарство, лісова, паперова та деревообна промисловість: міжвід. науково-технічний збірник – Львів : НЛТУ України. – 2011. – Вип. 37. – С. 238-244.*
15. Гайда С.В. Дослідження та аналіз характеристик щитових конструкцій із вживаної деревини / С.В. Гайда // *Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2018, вип. 44. – С. 14-24*
16. Гайда С.В. *Історія та сучасність гнутих меблів. Журнал “Меблеві технології”. – Київ. №3 , 2006.*
17. Гайда С.В. *Матеріали для виготовлення виробів з деревини: Навч. видання. – Львів: “ВМС”, 2000. – 160 с.*
18. Гайда С.В. Міцність комбінованих столярних плит із вживаної деревини // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2018, вип. 197. – С. 3-9.*

19. Гайда С.В. Проблема деревної сировини у Європі та Україні. Лісове господарство, лісова, паперова та деревообна промисловість: міжвід. науково-технічний збірник – Львів: НЛТУ України. – 2007, вип. 33. – С. 55-63.
20. Гайда С.В. Розроблення класифікатора вживаної деревини / Гайда С.В., Максимів В.М., Туниця Т.Ю. // Лісове господарство, лісова, папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2008. Вип. 33. – С. 55-68.
21. Гайда С.В. Розроблення конструкцій та технології столярних плит із вживаної деревини. Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу : зб. матеріалів міжн. наук.-практ. конф., 24-25.10. 2019 р. – Харків: ХНТУСГ. – 2019. – С. 69-70.
22. Гайда С.В. Хімічний склад та ступінь забруднення – основа систематизації вживаної деревини шпилькових порід із дахових конструкцій, зокрема ялиці, ялини, сосни та модрина. // Лісове господарство, лісова, папер. та деревооб. пром-сть: міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2008. Вип. 34. – С. 68-80.
23. Гайда С.В., Максимів В.М., Туниця Т.Ю. Розроблення класифікатора вживаної деревини. Лісове господарство, лісова, паперова та деревообна промисловість: міжвід. науково-технічний збірник – Львів: НЛТУ України. – 2008. – Вип. 34. – С. 55-68.
24. Гайда С.В., Грицак С.А. Порівняльний аналіз фізико-механічних характеристик гнутих елементів із різних порід дерев. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2020, вип. 46. – С. 16-27. doi: <https://doi.org/10.36930/42204602>
25. Гайда С.В., Ільків М.М. Дослідження технологічних процесів виготовлення меблевих фасадів з масивної деревини. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2021, вип. 47. – С. 22-33. doi: <https://doi.org/10.36930/42214703>
26. Гайда С.В., Ільків М.М., Салапак Л.В. Порівняльний аналіз технологічних процесів виготовлення різних конструкцій розсувних дверей прихож. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2022, вип. 48. – С. 28-40. doi: <https://doi.org/10.36930/42214803>
27. Гайда С.В., Кійко О.А. Властивості вживаної деревини як визначальний чинник якості меблевих виробів. Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2021, вип. 23. – С. 152-162. doi: <https://doi.org/10.15421/412135>
28. Гайда С.В., Кійко О.А. Формостійкість як критерій якості столярних плит із вживаної деревини // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2018, вип. 17. – С. 185-192.
29. Гайда С.В., Лесів Л.Е. Визначення та порівняння властивостей вживаної деревини основних хвойних порід / С.В. Гайда // Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2019, вип. 45. – С. 38-49
30. Гайда С.В., Салапак Л.В., Лесів Л.Е. Визначення ефективного технологічного процесу виготовлення різних опорних елементів для функціональних площин. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2021, вип. 47. – С. 58-72. doi: <https://doi.org/10.36930/42214708>
31. Гайда С.В., Сомар Г.В., Соколовський І.А. Хімічна природа забруднювачів як основа класифікації виробів з деревини, що підлягають утилізації. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2022, вип. 48. – С. 14-27. doi: <https://doi.org/10.36930/42214802>
32. Гайда С.В., Сомар Г.В., Соколовський І.А. Хімічна природа забруднювачів як основа класифікації виробів з деревини, що підлягають утилізації. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2022, вип. 48. – С. 14-27. doi: <https://doi.org/10.36930/42214802>
33. Гайдар Н.П. Статистичні спостереження: навчально-методичний посібник / Гайдар Н.П., Алямкін Р.В., Борух В.О. – К.: Видавництво Європейського університету, 2005. – 55 с.
34. Д-СТ-У16483.10-73. Деревина. Метод визначення межі міцності при стисненні вздовж волокон. Введений з 01.07.74. - М.: Видавництво стандартів, 1973. - 7 с.

35. Д-СТ-У16483.16-81. Деревина. Метод визначення ударної твердості. - Натомість ГОСТ 16483.16-72; Введений з 01.01.83. - М.: Видавництво стандартів, 1981. - 6 с.
36. Д-СТ-У16483.17-81. Деревина. Метод визначення статичної твердості. - Натомість ГОСТ 16483.16-72; Введений з 01.01.83. - М.: Видавництво стандартів, 1981. - 6 с.
37. Д-СТ-У16483.1-84. Деревина. Метод визначення фізичного показника щільності. - Натомість ГОСТ 16483.1-73; Введений з 01.07.85. - М.: Видавництво стандартів, 1984. - 7 с.
38. Д-СТ-У16483.3-84. Деревина. Метод визначення межі міцності при статичному вигині. Введений з 01.07.85. - М.: Видавництво стандартів, 1984. - 7 с.
39. Д-СТ-У16483.5-73. Деревина. Методи визначення межі показника міцності при сколюванні в лабораторних умовах вздовж волокон. - Натомість ГОСТ 16483.5-70; Введений з 01.07.74. - М.: Изд-во ст., 1973. - 7 с.
40. Д-СТ-У16483.7-71. Деревина. Методи визначення вологості. - Натомість ГОСТ 11486-65; Введений з 01.01.73. - М.: Видавництво стандартів, 1972. - 4 с.
41. Д-СТ-У16483.9-73. Деревина. Методи визначення модуля пружності при статичному вигині. Введений з 01.07.74. - М.: Видавництво стандартів, 1973. - 7 с.
42. Єріна А.М. Методологія наукових досліджень: навчальний посібник / Єріна А.М., Захожай В.Б., Єрін Д.Л. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 212 с.
43. Захожай В.Б. Статистичне забезпечення управління якістю: навчальний посібник / Захожай В.Б., Чорний А.Ю. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 340 с.
44. Заяць І.М. Технологія виробів з деревини: підручник для студентів лісотехнічного профілю, Львів: ІЗМН 1999. – С. 139-150.
45. Кійко О.А. Статистичні методи підвищення якості продукції деревооброблення. – Львів: Панорама. – 228 с.
46. Кійко О.А., Якуба М.М., Войтович І.Ч., Прокопович О.Р.: Конспект лекцій. Кластерний підхід і кластерний аналіз у лісовому секторі. За загальною редакцією О.А. Кійка. – Івано – Франківськ: Фоліант – 260с. 2010 р.
47. Ковальчук В.В. Основи наукових досліджень: навчальний посібник / Ковальчук В.В., Моїсєєв Л.М. – 2-е видання, перероблене і доповнене. – К.: ВД «Професіонал», 2004. – 208 с.
48. Лесів Л.Е. Дослідження характеристик комбінованих столярних плит із вживаної деревини. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2022, вип. 48. – С. 69-86. doi: <https://doi.org/10.36930/42214806>
49. Медвідь Л.В. Вживана деревина – додатковий резерв сировини для конструкційних матеріалів Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2021, вип. 47. – С. 34-46. doi: <https://doi.org/10.36930/42214706>
50. Носовський Т.А. Основи техніки безпеки. Київ, 1992 – 140
51. Подібка Т.І. Математична модель розрахунку економічної ефективності процесу виготовлення бездефектних відрізків для формостійких меблевих щитів. Ліс. госп-во, ліс., папер. та деревооб. пром-сть // Міжвід. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУ України. – 2022, вип. 48. – С. 58-69. doi: <https://doi.org/10.36930/42214805>
52. Фещур Р.В. Статистика: навчальний посібник / Фещур Р.В., Барвінський А.Ф., Кічор В.П. – 3-е видання оновлене і доповнене. – Л.: «Інтелект-Захід», 2006. – 256 с.
53. Цехмістрова Г.С. Основи наукових досліджень: навчальний посібник / Цехмістрова Г.С. – К.:Видавничий дім «Слово», 2004. – 240 с.
54. Чопенко Н.Ф. «Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Наукові дослідження в деревообробленні.»» Частина 1. Львів 2004 р.
55. Чопенко Н.Ф. Методичні вказівки: застосування методів математичного планування для дослідження технологічних процесів у деревообробленні. Частина II. – Львів: УкрДЛТУ, 2005. – 34 с.
56. Шумєга С. С. Спеціальна технологія меблевого виробництва. – К.: Вища шк. Головне вид-во, 1981. – 242 с.

**Відгук наукового керівника
на магістерську кваліфікаційну роботу
студента другого курсу, групи ТВД-62м
Стасьо Миколи Володимировича**

**на тему : Визначення та порівняльний аналіз основних характеристик
вживаної деревини окремих твердолистяних порід, м. Львів**

Оцінка :

Керівник:

д-р. техн. наук., проф. Гайда С.В.