



**Міністерство освіти і науки України**  
**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет лісового господарства,  
деревооброблювальних технологій та  
землевпорядкування**

**Кафедра деревооброблювальних технологій та  
системотехніки лісового комплексу**

**ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО ТА ЛІСОВЕ ТОВАРОЗНАВСТВО**

**ЧАСТИНА 1**

**ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт  
для студентів першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти денної (заочної) форм навчання спеціальностей  
187 Деревообробні та меблеві технології, 205 Лісове господарство

**Харків**  
**2024**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства,  
деревооброблювальних технологій та землевпорядкування

Кафедра деревооброблювальних технологій та  
системотехніки лісового комплексу

**ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО ТА ЛІСОВЕ ТОВАРОЗНАВСТВО**

**ЧАСТИНА 1**

**ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
«Деревинознавство та лісове товарознавство»  
для студентів першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти денної (заочної) форми навчання спеціальностей  
187 Деревообробні та меблеві технології, 205 Лісове господарство

Затверджено  
рішенням Вченої ради факультету  
лісового і господарства,  
деревообробних технологій та  
землевпорядкування  
Протокол № 7  
від 21 березня 2024 р.

**Харків**  
**2024**

УДК 630\*81(076)  
ДЗ6

Схвалено  
на засіданні кафедри деревооброблювальних технологій та  
системотехніки лісового комплексу.  
Протокол № 10 від 12 березня 2024 р.

**Рецензенти:**

**О. Б. Калюжний**, канд. техн. наук, доцент кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка Державного біотехнологічного університету,

**О. А. Шептур**, канд. техн. наук, доцент, ст. викладач кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Державного біотехнологічного університету.

ДЗ6 Деревинознавство та лісове товарознавство. Частина 1. Деревинознавство. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форм навчання спеціальностей 187 Деревообробні та меблеві технології, 205 Лісове господарство / Державний біотехнологічний ун-т; уклад.: С. А. Шевченко, О. М. Тупчій, В. К. Погорілий. – Харків : ДБТУ, 2024. – 28 с.

Методичні вказівки призначені для набуття практичних навичок визначення фізичних і механічних властивостей деревини.

УДК 630\*81(076)

**Відповідальний за випуск: В.І. Д'яконов, к-т техн. наук, доцент**

© С. А. Шевченко, О. М. Тупчій, В. К. Погорілий, 2024  
© ДБТУ, 2024

## Зміст

Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт .....	4
Лабораторна робота №1. Визначення числа річних кілець в 1 см, середньої ширини річного кільця та вмісту пізньої деревини в річному кільці .....	4
Лабораторна робота №2. Визначення вологості деревини методом висушування .....	7
Лабораторна робота №3. Визначення всихання деревини .....	9
Лабораторна робота №4. Визначення щільності деревини .....	11
Лабораторна робота №5. Визначення об'ємної пористості деревини .....	16
Лабораторна робота №6. Випробування деревини на стиск .....	17
Лабораторна робота №7. Випробування деревини на сколювання вздовж волокон .....	20
Лабораторна робота №8. Випробування деревини на статичний поперечний вигин .....	22
Лабораторна робота №9. Випробування деревини на ударний вигин .....	24
Рекомендована література .....	27

## **Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт**

Виконання лабораторних робіт складається з домашньої підготовки і роботи в лабораторії. Під час домашньої підготовки слід вивчити тему, по якій буде виконуватись лабораторна робота, порядок виконання лабораторної роботи, методику обробки експериментальних даних, підготуватись до відповіді на контрольні питання.

Робота в лабораторії починається з перевірки підготовленості студентів. Лабораторна робота виконується в послідовності, наведеної в методичних вказівках.

У звіт по лабораторній роботі записують: номер та назву роботи, номер групи, прізвище та ім'я виконавця. Потім описують об'єкт досліджень та порядок виконання роботи. Далі наводять експериментальні дані, формули та результати обчислень.

Завершивши оформлення звіту, наприкінці заняття кожен студент захищає лабораторну роботу по теоретичним питанням та матеріалам виконаної роботи.

### **Лабораторна робота №1 ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛА РІЧНИХ КІЛЕЦЬ В 1 см, СЕРЕДНЬОЇ ШИРИНИ РІЧНОГО КІЛЬЦЯ ТА ВМІСТУ ПІЗНЬОЇ ДЕРЕВИНИ У РІЧНОМУ КІЛЬЦІ**

**Мета:** навчитись визначати число річних кілець в 1 см, середню ширину річного кільця та вміст пізньої деревини в річному кільці

**Матеріальне забезпечення:** зразки деревини хвойних і листяних порід, штангенциркуль, лупа Брінеля або мікроскоп.

#### **Короткі пояснення**

Визначення показників макробудови деревини має важливе практичне значення, оскільки за їх величиною оцінюють її фізико-механічні показники. На основі численних досліджень встановлено, що для деревини хвойних порід існує інтервал числа річних кілець в 1 см, за межами якого якість деревини погіршується. Наприклад, найбільш високоякісна деревина сосни звичайної, що йде на виготовлення авіаційних пиломатеріалів, має від 3 до 30 річних кілець в 1 см. У деревині кільцесудинних порід збільшення числа річних кілець у 1 см призводить до зменшення відсотку пізньої деревини, а це, у свою чергу, веде до зниження міцності деревини. Тому для деревини дуба, що використовується в авіабудуванні, найкращим інтервалом буде число річних кілець від 1 до 10. У розсіяносудинних порід певної залежності між числом річних кілець та міцністю деревини не виявлено, тому для деревини берези, що йде на

виготовлення пилопродукції для авіабудування, число річних кілець у 1 см не регламентується.

Щодо відсотку пізньої деревини в річному кільці, то цей показник більш суттєво впливає на міцність деревини, ніж число річних кілець у 1 см. Деревина з більшим вмістом пізньої зони в річному кільці, як правило, має вищі показники міцності.

#### Порядок виконання.

1. Число річних кілець у 1 см, їх середню ширину та вміст пізньої деревини в річному кільці визначають наступним чином. На поперечному добре проструганому зрізі зразка (рис. 1.1) відмічають простим олівцем межі крайніх цілих річних кілець у радіальному напрямку. Довжину ділянки виміру між цими межами заміряють з точністю до 0,5 мм, потім на цьому відрізку підраховують кількість річних кілець. Число річних кілець у 1 см обчислюють з точністю до половини річного кільця за формулою:

$$n = \frac{N}{l}, \quad (1.1)$$

де  $n$  – число річних кілець у 1 см;

$N$  – кількість річних кілець на ділянці виміру;

$l$  – довжина ділянки виміру, см.

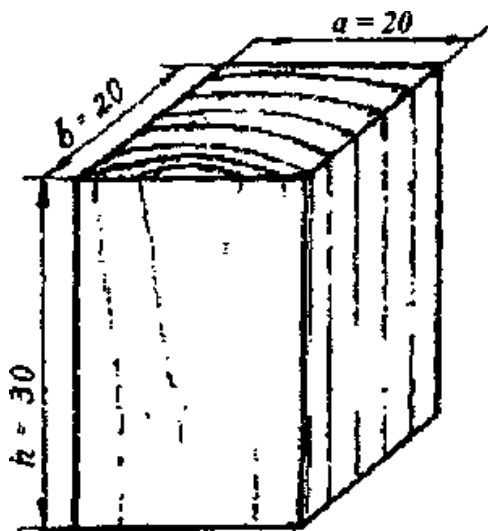


Рисунок 1.1 – Зразок для визначення показників фізичних властивостей деревини

2. Середню ширину річного кільця визначають за формулою:

$$S = \frac{l}{N}, \quad (1.2)$$

де  $S$  – середня ширина річного кільця, см.

3. З метою визначення вмісту пізньої деревини в річному кільці, у кожному річному кільці здійснюють вимірювання ширини пізньої деревини з точністю до 0,1 мм, а потім результати підсумовують і отримують загальну ширину пізньої деревини. Вміст пізньої деревини в річному кільці обчислюють з точністю до 1 % за формулою:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^N \delta_i}{l} , \quad (1.3)$$

де  $m$  – вміст пізньої деревини;

$\delta_i$  – ширина пізньої деревини в  $i$ -у річному шарі.

Результати вимірювань і розрахунків запишіть у звіт, заповнюючи таблицю за формою, наведеною в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Протокол визначення числа річних кілець у 1 см та вмісту пізньої деревини в річному кільці

Порода	Довжина ділянки виміру $l$ , см	Кількість річних кілець		Середня ширина річного кільця $S$ , мм	Ширина пізніх зон, $\delta_i$ мм	Сума ширини пізніх зон $\sum \delta_i$ , мм	Вміст пізньої деревини $m$ , %
		на ділянці виміру $N$	в 1 см $n$				
1	2	3	4	5	6	7	8

### Контрольні питання

1. Назвіть основні частини стовбура.
2. На яких розрізах вивчають будову та властивості деревини?
3. Назвіть елементи макроскопічної будови деревини.
4. Скільки річних кілець повинне бути в 1 см високоякісної деревини сосни звичайної?
5. Як впливає на міцність деревини кільцесудинних порід збільшення числа річних кілець?

## Лабораторна робота №2 ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВИНИ МЕТОДОМ ВИСУШУВАННЯ

**Мета:** навчитись експериментально визначати абсолютну та відносну вологість деревини методом висушування.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, аналітичні ваги для зважування зразків з точністю до 0,001 г, сушильна шафа з електричним нагріванням.

### **Короткі пояснення.**

Під вологістю деревини розуміють відношення кількості води, що знаходиться в деревині, до маси деревини.

Розрізняють абсолютну та відносну вологість деревини.

Абсолютна вологість деревини (у галузі перероблення деревини практично завжди використовують саме значення абсолютної вологості) визначається як співвідношення маси води до маси абсолютно сухої деревини:

$$W_{абс} = \frac{m_W - m_0}{m_0}, \quad (2.1)$$

де  $W_{абс}$  – абсолютна вологість деревини;

$m_W$  – маса вологої деревини, г;

$m_0$  – маса абсолютно сухої деревини, г.

Відносна вологість деревини визначається як відношення маси води до маси вологої деревини:

$$W_{відн} = \frac{m_W - m_0}{m_W}, \quad (2.2)$$

де  $W_{відн}$  – відносна вологість деревини.

Існує кілька методів визначення вологості. У лабораторних умовах найбільш точним є метод висушування зразків деревини. Цим методом вологість деревини визначають на зразках зі сторонами 20 мм × 20 мм × 30 мм (рис. 1.1).

### **Порядок виконання.**

Спочатку вологі зразки зважують на аналітичних вагах. Маси вологих зразків заносять у протокол (форма протоколу наведена в табл. 2.1). Потім



вологі зразки поміщають у сушильну шафу, де вони висушуються до постійної маси при температурі  $103 \pm 2$  °С.

Постійна маса встановлюється шляхом контрольного зважування, яке проводять не раніше як через 6 годин після початку висушування. Якщо зразки виготовлені з твердих порід, то контрольні зважування проводять не раніше як через 10 годин, повторні – через 2 години. Висушування вважається завершеним, коли різниця між двома останніми зважуваннями не перевищуватиме 0,002 г.

При досягненні зразками постійної маси висушування припиняють. Зразки виймають із сушильної шафи й зважують. Маса абсолютно сухих зразків заносять у протокол.

Абсолютну та відносну вологість зразка деревини обчислюють за формулами (2.1) та (2.2). Всі результати обчислень заносять в протокол роботи (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Протокол визначення вологості деревини

Порода	Маса, г			Вологість деревини, %	
	до висушування	після висушування	різниця	абсолютна	відносна

### Контрольні питання

1. Назвіть форми води, що міститься в деревині.
2. Як визначають масу волиги в зразку деревини методом висушування?
3. При якій температурі висушують зразки деревини?
4. Коли висушування зразка деревини вважається завершеним?
5. За якою формулою обчислюють абсолютну вологість?
6. За якою формулою обчислюють відносну вологість?
7. Яку вологість деревини (абсолютну чи відносну) переважно використовують у галузі переробленні деревини?

## Лабораторна робота №3 ВИЗНАЧЕННЯ ВСИХАННЯ ДЕРЕВИНИ

**Мета:** навчитись експериментально визначати усихання деревини.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, сушильна шафа з електричним нагріванням.

### **Короткі пояснення.**

Під усиханням деревини розуміють зменшення її лінійних розмірів у процесі випаровування зв'язаної вологи. На практиці, усихання деревини спостерігається при зменшенні абсолютної вологості деревини нижче 30..35 % (орієнтовно).

Деревина, внаслідок неоднорідності будови, всихає не однаково вздовж і впоперек волокон. Для більшості деревних порід максимальне усихання (при зміні вологості деревини від межі насичення клітинних стінок до абсолютно сухого стану) уздовж волокон становить від 0,1 % до 0,3 %, у радіальному напрямку - від 3 % до 5 %. а в тангенціальному - від 6 % до 10 %. Об'ємне усихання деревини, у середньому, становить 12 %.

### **Порядок виконання.**

Усихання визначається на стандартних зразках у формі прямокутної призми з основою 20 мм × 20 мм і висотою вздовж волокон 30 мм (див. рис. 1.1). Для визначення повного лінійного усихання зразки повинні мати початкову вологість більшу від межі насичення.

Розміри зразків замірюють в усіх напрямках з похибкою до 0,01 мм. Результати вимірювань запишіть у звіт, заповнюючи таблицю за формою, наведеною в табл. 3.1.

Після замірів зразки висушують у сушильній шафі при температурі  $103 \pm 2$  °С до досягнення постійних розмірів.

Повне лінійне усихання в радіальному та тангенціальному напрямку визначають з точністю 0,1 % за формулами:

$$\beta_R = \frac{a_{\max} - a_0}{a_{\max}}, \quad (3.1)$$

$$\beta_T = \frac{b_{\max} - b_0}{b_{\max}}, \quad (3.2)$$

де  $\beta_R$ ,  $\beta_T$  – усихання, відповідно, у радіальному та тангенціальному напрямку;

$a_{\max}$ ,  $a_0$  – розмір зразка в радіальному напрямку, відповідно, до усихання та після усихання, мм.

$b_{\max}$ ,  $b_0$  – розмір зразка в тангенціальному напрямку, відповідно, до усихання та після усихання, мм;

У зв'язку з тим, що усихання вздовж волокон мале (від 0,1 % до 0,3 %), його окремо не визначають.

Повне об'ємне всихання визначають за формулою:

$$\beta_V = \frac{a_{\max} b_{\max} l_{\max} - a_0 b_0 l_0}{a_{\max} b_{\max} l_{\max}}, \quad (3.3)$$

де  $\beta_V$  – повне об'ємне всихання.

$l_{\max}$ ,  $l_0$  – висота зразка вздовж волокон, відповідно, до усихання та після усихання, мм.

*Примітка.* При визначенні часткового усихання в радіальному і тангенціальному напрямку та часткового об'ємного усихання, які відбувається при сушінні до нормалізованої вологості (дорівнює 12 %), використовують, відповідно, наступні формули:

$$\beta_{Rw} = \frac{a_{\max} - a}{a_{\max}}, \quad (3.4)$$

$$\beta_{Tw} = \frac{b_{\max} - b}{b_{\max}}, \quad (3.5)$$

$$\beta_{Vw} = \frac{a_{\max} b_{\max} l_{\max} - a b l}{a_{\max} b_{\max} l_{\max}}, \quad (3.6)$$

де  $\beta_{Rw}$ ,  $\beta_{Tw}$  – часткове всихання при сушінні до нормалізованої вологості, відповідно, у тангенціальному та радіальному напрямку;

$a$ ,  $b$ ,  $l$  – розміри зразка після висушування до нормалізованої вологості  $w$ , мм;

$\beta_{Vw}$  – часткове об'ємне всихання при сушінні до нормалізованої вологості.

Для визначення часткового всихання зразка деревини при зменшенні його вологості до певного значення, меншого за вологість насичення деревних волокон, використовують коефіцієнт усихання. Коефіцієнт усихання показує, як зміна вологості деревини впливає на розміри зразка. Тому в довідковій літературі для порід деревини наводять не лише значення повного усихання, а й коефіцієнт усихання.

Якщо відоме усихання в різних напрямках, то коефіцієнти всихання в радіальному й тангенціальному напрямках і коефіцієнт усихання за об'ємом визначають за формулами:

$$K_R = \frac{\beta_R}{W_{MH}}, \quad (3.7)$$

$$K_T = \frac{\beta_T}{W_{MH}}, \quad (3.8)$$

$$K_V = \frac{\beta_V}{W_{MH}}, \quad (3.9)$$

де  $K_R$  – коефіцієнт усихання в радіальному напрямку;

$W_{MH}$  – межа насичення клітинних стінок (для всіх порід приймають 30 %);

$K_T$  – коефіцієнт усихання в тангенціальному напрямку;

$K_V$  – коефіцієнт усихання за об'ємом.

Результати вимірювань та обчислень запишіть у звіт, заповнюючи таблицю за формою, наведеною в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Протокол визначення усихання та коефіцієнта усихання

Порода	Розміри зразка, мм						Усихання, %			Коефіцієнт усихання		
	$a_{\max}$	$b_{\max}$	$l_{\max}$	$a_{\min}$	$b_{\min}$	$l_{\min}$	$\beta_T$	$\beta_R$	$\beta_V$	$K_T$	$K_R$	$K_V$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

### Контрольні питання

1. Що називається усиханням деревини?
2. Порівняйте усихання деревини вздовж і поперек волокон.
3. Назвіть типові значення усихання деревини хвойних і листяних порід у радіальному й тангенціальному напрямках?
4. В якій послідовності виконується робота?
5. За якими формулами обчислюють усихання деревини?
6. За якими формулами обчислюють коефіцієнти усихання деревини?

### Лабораторна робота №4

#### ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ДЕРЕВИНИ

**Мета:** навчитись експериментально визначати щільність деревини.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, ваги для зважування зразків з точністю до 0,001 г, сушильна шафа з електричним нагріванням.

### Короткі пояснення.

1 Під щільністю деревини розуміють відношення її маси до об'єму. Цей фізичний показник має важливе практичне значення, оскільки він впливає на ряд фізичних, механічних та технологічних властивостей деревини.

Оскільки щільність деревини в значній мірі залежить від вологості, то на використовують такі показники щільності:

- щільність вологої деревини;
- щільність деревини в абсолютно сухому стані;
- парціальна щільність деревини;
- базова (умовна) щільність деревини;
- щільність деревини при нормалізованій вологості.

Щільність визначають паралельно з визначенням вологості деревини методом висушування, використовуючи зразки розміром 20 мм × 20 мм × 30 мм (рис 1.1).

2 Щільність вологої деревини обчислюють з точністю до 0,005 г/см<sup>3</sup> за формулою:

$$\rho_W = \frac{m_W}{a_W b_W l_W} , \quad (4.1)$$

де  $\rho_W$  – щільність деревини при абсолютній вологості  $W$ , г/см<sup>3</sup>;

$m_W$  – маса зразка деревини при абсолютній вологості  $W$ , г;

$a_W, b_W, l_W$  – розміри зразка деревини при абсолютній вологості  $W$ , см.

3 Щільність деревини в абсолютно сухому стані обчислюють з точністю до 0,005 г/см<sup>3</sup> за формулою:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{a_0 b_0 l_0} , \quad (4.2)$$

де  $\rho_0$  - щільність деревини в абсолютно сухому стані, г/см<sup>3</sup>;

$m_0$  - маса зразка деревини в абсолютно сухому стані, г;

$a_0, b_0, l_0$  - розміри зразка деревини в абсолютно сухому стані, см.

4 Парціальна щільність деревини виражається відношенням маси абсолютно сухого зразка до його об'єму при будь-якій вологості (в момент дослідження). У загальному вигляді волога деревина являє собою трифазну систему, складовими якої є деревинна речовина, повітря і вода. Тому щільність вологої деревини можна виразити таким чином:

$$\rho_W = \frac{m_D + m_B + m_{II}}{V_W} = \frac{m_D}{V_W} + \frac{m_B}{V_W} + \frac{m_{II}}{V_W}, \quad (4.3)$$

де  $m_D$  – маса деревної речовини, г;

$m_B$  – маса води в зразку деревини, г;

$m_{II}$  – маса повітря в зразку деревини, г;

$V_W$  – об'єм зразка деревини при абсолютній вологості  $W$ , г/см<sup>3</sup>.

Кожна складова рівняння (4.3) характеризує відповідну частину (порцію) деревної речовини, маси води та повітря в загальному об'ємі.

Враховуючи, що

$$m_D + m_{II} = m_0, \quad (4.4)$$

отримаємо формулу:

$$\rho_W = \frac{m_0}{V_W} + \frac{m_B}{V_W}. \quad (4.5)$$

Перша складова формули (4.5) характеризує вміст абсолютно сухої деревини в одиниці об'єму вологої деревини. Цей показник і називається парціальною щільністю деревини  $\rho_{II}$ :

$$\rho_{II} = \frac{m_0}{V_W}. \quad (4.6)$$

5 Базова (умовна) щільність деревини є окремим випадком її парціальної щільності. Базову (умовну) щільність деревини визначають на зразках з вологістю рівною або більшою межі насичення клітинних стінок деревини. Такі зразки висушують до абсолютно сухого стану й зважують з точністю до 0,001 г.

Базову (умовну) обчислюють з точністю до 0,005 г/см<sup>3</sup> за формулою:

$$\rho_{баз} = \frac{m_0}{a_{\max} b_{\max} l_{\max}}, \quad (4.7)$$

де  $\rho_{баз}$  – базова (умовна) щільність деревини, г/см<sup>3</sup>;

$a_{\max}, b_{\max}, l_{\max}$  - розміри зразка при вологості, що дорівнює або перевищує межу насичення, см.

Таким чином, базова (умовна) щільність деревини дорівнює парціальній щільності деревини при вологості рівній межі насичення або перевищуючій її.

6 Щільність при нормалізованій вологості. Щільність при вологості, дорівнюючій 12 %, використовують для порівняння деревних порід. Щільність визначають перерахуванням щільності вологої деревини за формулою:

$$\rho_{12} = \frac{\rho_W}{K_{12}(W)}, \quad (4.8)$$

де  $\rho_{12}$  - щільність деревини при нормалізованій вологості, г/см<sup>3</sup>;

$K_{12}$  - коефіцієнт перерахунку щільності деревини на нормалізовану вологість 12 % (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Перерахункові коефіцієнти щільності деревини на абсолютну вологість 12 %

Вологість $W$ , %	$K_{12}$ для порід		Вологість $W$ , %	$K_{12}$ для порід	
	акація, береза, бук, граб, модрина	усі інші породи		акація, береза, бук, граб, модрина	усі інші породи
1	2	3	4	5	6
5	0,980	0,972	18	1,013	1,020
6	0,983	0,977	19	1,014	1,023
7	0,986	0,981	20	1,016	1,026
8	0,989	0,985	21	1,018	1,029
9	0,992	0,989	22	1,019	1,031
10	0,995	0,993	23	1,020	1,034
11	0,997	0,996	24	1,021	1,036
12	1,000	1,000	25	1,022	1,039
13	1,002	1,004	26	1,023	1,041
14	1,005	1,007	27	1,024	1,044
15	1,007	1,010	28	1,025	1,046
16	1,009	1,014	29	1,025	1,048
17	1,011	1,017	30	1,026	1,050

### Порядок виконання.

Для визначення щільності деревини в лабораторних умовах використовують у формі прямокутної призми з основою 20 мм × 20 мм і висотою вздовж волокон 30 мм (рис 1.1).

Зразки зважують з похибкою до 0,001 г, а розміри зразків замірюють в усіх напрямках з похибкою до 0,01 мм. Результати вимірювань записують у звіт, заповнюючи таблицю за формою, наведеною в табл. 4.2.

Зразки висушують до абсолютно сухого стану, зважують з похибкою до 0,001 г, а розміри зразків замірюють в усіх напрямках з похибкою до 0,01 мм. Результати вимірювань записують у звіт, заповнюючи таблицю за формою, наведеною в табл. 4.2.

Обчислюють щільність вологої деревини, щільність при вологості 12 %, щільність в абсолютно сухому стані, базову (умовну) щільність. Результати обчислень записують у звіт за формою, наведеною в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Протокол визначення щільності деревини

По- рода	Розміри зразка, см						Об'єм зразка, см <sup>3</sup>		Маса зразка, г		Воло- гість, W, %	Щільність, г/см <sup>3</sup>			
	тов- щина		шири- на		дов- жина							$\rho_W$	$\rho_{12}$	$\rho_0$	$\rho_{баз}$
	$a_W$	$a_0$	$b_W$	$b_0$	$l_W$	$l_0$	$V_W$	$V_0$	$m_W$	$m_0$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

### Контрольні питання

1. Які різновиди щільності деревини? За якими формулами їх обчислюють?
2. Що характеризує базова (умовна) щільність деревини?
3. У чому відмінність між парціальною й базовою (умовною) щільністю?
4. При якій вологості визначають фізико-механічні властивості деревини?
5. В якій послідовності виконують лабораторну роботу?



## Лабораторна робота №5 ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ ПОРИСТОСТІ ДЕРЕВИНИ

**Мета:** навчитись експериментально визначати об'ємну пористість деревини.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, ваги для зважування зразків з точністю до 0,001 г, сушильна шафа з електричним нагріванням.

### **Короткі пояснення.**

Під об'ємною пористістю деревини розуміють відношення об'єму внутрішніх порожнин до об'єму деревини в абсолютно сухому стані. Пористість деревини важлива, зокрема, при просочуванні деревини, нанесенні захисно-декоративних покриттів, для обчислення виходу целюлози та використовується при інших технологічних розрахунках.

Пористість деревини знаходиться в оберненій залежності до щільності: чим більша щільність, тим менша пористість деревини. Об'ємну пористість деревини визначають з точністю до 0,01 % за формулою:

$$П = \left( \frac{\rho_D - \rho_0}{\rho_D} \right) \cdot 100\% = \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho_D} \right) \cdot 100\% , \quad (5.1)$$

де  $\rho_0$  – щільність деревини в абсолютно сухому стані, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_D$  – щільність деревної речовини (приймається 1,53 г/см<sup>3</sup> незалежно від породи деревини).

### **Порядок виконання.**

Визначення щільності деревини виконується на зразках у формі прямокутної призми з основою 20 мм × 20 мм і висотою вздовж волокон 30 мм (рис 1.1).

Зразки висушують, зважують та вимірюють їх розміри. Результати вимірювань запишіть у звіт за формою, наведеною в табл. 5.1.

Обчислюють щільність деревини в абсолютно сухому стані та записують результат у звіт.

Обчислюють об'ємну пористість деревини та записують результат у звіт.

Таблиця 5.1 – Протокол визначення об'ємної пористості деревини

Порода	Маса зразка в абсолютно сухому стані $m_0$ , Г	Розміри зразка в абсолютно сухому стані, см			Об'єм зразка в абсолютно сухому стані $V_0$ , см <sup>3</sup>	Щільність деревини в абсолютно сухому стані $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup>	Об'ємна пористість деревини П, %
		товщина $a_0$	ширина $b_0$	довжина $l_0$			
1	2	3	4	5	6	7	8

### Контрольні питання

1. Що розуміють під об'ємною пористістю деревини?
2. Який зв'язок об'ємної пористості та щільності деревини?
3. Яким є орієнтовне значення щільності деревної речовини? Чи залежить воно від породи?
4. За якою формулою обчислюють об'ємну пористість деревини?

### Лабораторна робота №6 ВИПРОБУВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА СТИСК

**Мета:** навчитись експериментально визначати показники міцності деревини при стиску вздовж та впоперек волокон та дослідити вплив вологи на міцність деревини при стиску.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, розривна машина.

#### Короткі пояснення.

Випробування проводять вздовж і впоперек волокон у діапазоні навантаження від 0 Н до 50 000 Н, використовуючи зразки у формі прямокутної призми з основою 20 мм × 20 мм і висотою вздовж волокон 30 мм (див. рис. 6.1).

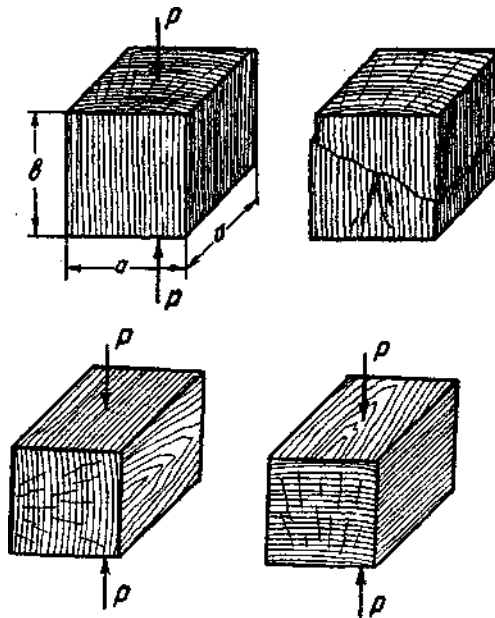


Рисунок 6.1 – Випробування на стиск уздовж і впоперек волокон

Фактичні розміри поперечного перерізу зразка вимірюють по середині довжини з похибкою не більше 0,1 мм. Зразок поміщають у спеціальний пристрій і навантажують рівномірно з постійною швидкістю, яка має бути такою, щоб зразок зруйнувався через  $1,0 \pm 0,5$  хв після початку випробування. Максимальне навантаження вимірюють з точністю до 10 Н.

Після випробування слід визначити характер деформування зразка (вкорочення, зміщення однієї частини поверхні під кутом  $60^\circ$  до поздовжньої осі зразка).

Оскільки міцність деревини залежить від вологості зразка і температури повітря, після випробувань слід зважити зразок з точністю до 0,001 г. Вологість зразка визначають методом висушування.

Границю міцності при стиску вздовж волокон при вологості в момент випробування  $W$  обчислюють з точністю до 0,5 МПа за формулою:

$$\sigma_W = \frac{P_{\max}}{ab}, \quad (6.1)$$

де  $\sigma_W$  – границя міцності при стиску вздовж волокон при вологості  $W$ , Па;

$P_{\max}$  – максимальне навантаження, Н;

$a, b$  – розміри поперечного перерізу зразка, м.

Міцність деревини суттєво залежить від вологості (впливає тільки зв'язана вода). Чим більша вологість деревини, тим менша її міцність. Границю міцності зразків з вологістю в межах межі насичення клітинних

стінок (тобто, менше ніж 30 %) переводять на нормалізовану вологість 12 % за формулою:

$$\sigma_{12} = \sigma_W [1 + \alpha (W - 12\%) ] , \quad (6.2)$$

де  $\sigma_{12}$  – границя міцності при вологості 12 %, Па;

$\alpha$  – поправочний коефіцієнт на вологість, що дорівнює 0,04 на 1 % вологи (для всіх порід);

$W$  – вологість зразка при випробуванні.

Якщо вологість зразка більша або дорівнює межі насичення клітинних стінок (тобто, 30 %), тоді перерахунок на вологість 12 % виконують за формулою:

$$\sigma_{12} = \sigma_{30} K_{12} , \quad (6.3)$$

де  $\sigma_{30}$  - границя міцності при вологості більше 30 %, Па;

$K_{12}$  – поправочний коефіцієнт (для дуба, вільхи, липи 1,818; для бука і сосни 2,222; для ялини, осики 2,247; для берези і модрини 2,500).

#### **Порядок виконання.**

Дослідження впливу вологи на міцність деревини при стиску вздовж волокон виконують у наступній послідовності.

1. Перший зразок (позначений "а") висушують у сушильній шафі при температурі  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  до абсолютно сухого стану. Другий зразок ("к") витримують у лабораторії протягом місяця, де він досягає кімнатно-сухого стану з вологістю 8..12 %. Третій зразок ("п") - деревина повітряно-сухого стану, тобто вологості 18..20 %. Четвертий зразок ("м") доводять до мокрого стану шляхом замочування у воді (вологість більша від межі насичення – понад 30 %).

2. Підготовлені зразки вимірюють за шириною, товщиною й висотою, потім випробовують на машині, після цього висушують і зважують повторно для визначення абсолютної вологості за формулою (3.1).

3. У протоколі випробувань (див. табл. 6.1) зазначають також значення питомих характеристик механічної міцності для всіх чотирьох зразків, обчислюючи питомий коефіцієнт якості деревини  $K$  як відношення границі міцності при даній вологості  $\sigma_W$  (Н/м<sup>2</sup>) до щільності при даній вологості  $\rho_W$  (кг/м<sup>3</sup>). Для цього використовують формулу:

$$K = \sigma_W / \rho_W , \quad (6.4)$$

4. Результати випробувань деревини на міцність при стиску вздовж волокон порівнюють з даними довідкової літератури.

Таблиця 6.1 – Випробування деревини на міцність при стиску вздовж волокон

Порода	Розміри зразка,			S, см <sup>2</sup>	V, см <sup>3</sup>	Маса, г		W, %	$\rho_W$ , кг/м <sup>3</sup>	P <sub>max</sub> , Н	$\sigma_W$ , МПа	K, Н·м/кг
	a	b	h			m <sub>W</sub>	m <sub>0</sub>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

### Контрольні питання

1. При яких видах навантажень визначають механічні властивості деревини?
2. Як визначають межу міцності деревини при стиску вздовж волокон?
3. Як залежить межа міцності деревини при стиску від її вологості?

## Лабораторна робота №7 ВИПРОБУВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА СКОЛЮВАННЯ ВЗДОВЖ ВОЛОКОН

**Мета:** навчитись експериментально визначати показники міцності деревини при сколюванні вздовж волокон та дослідити міцність різних порід деревини.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, розривна машина.

### Короткі пояснення.

Випробування деревини на сколювання вздовж волокон виконують на зразках з вологістю  $(12 \pm 1) \%$ , форма і розміри яких показані на рис. 8.1. Висота зразка має бути спрямована вздовж волокон, а площина сколювання – радіальна або тангенціальна.

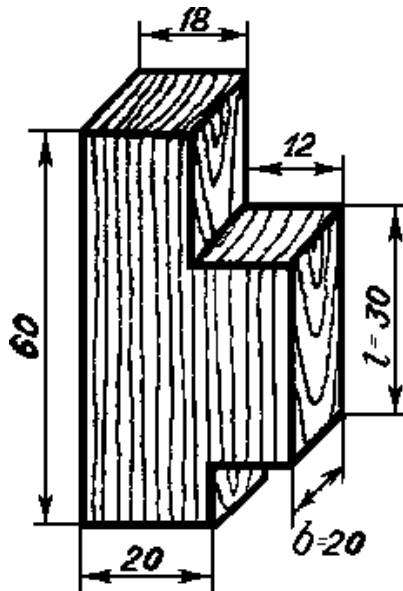


Рисунок 7.1 – Зразок для випробування на сколювання вздовж волокон

**Порядок виконання.**

1. По лінії очікуваного сколювання штангенциркулем з точністю до 0,1 мм заміряють ширину і висоту площини сколювання.

2. Перед випробуванням зразок закріплюють в спеціальному пристрої так, щоб вертикальна поверхня довгої частини зразка щільно прилягала до стінки пристрою. Площина нижнього вирізу зразка також повинна щільно прилягати до поверхні рухомої опори.

3. Закріплений в пристрої зразок розміщують на опорній плиті випробувальної машини і навантажують через натискну призму зі швидкістю  $4000 \pm 1000$  Н/хв до його повного руйнування.

4. Після випробування визначають вологість зразка деревини методом висушування.

5. Границю міцності зразка при вологості  $W$  в момент випробування обчислюють за формулою:

$$\tau_W = \frac{P_{\max}}{bl} , \tag{7.1}$$

де  $\tau_W$  – границя міцності при сколюванні вздовж волокон при вологості  $W$ , МПа;

$P_{\max}$  – максимальне навантаження, Н;

$b$  – товщина виступу зразка, м;

$l$  – довжина виступу зразка, м.

6. Границю міцності  $\tau_W$  перераховують на нормалізовану вологість 12 % за формулою:

$$\tau_{12} = \tau_W [1 + \alpha (W - 12\%) ], \quad (7.2)$$

де  $\tau_{12}$  – границя міцності при вологості 12 %, Па;

$\alpha$  – поправочний коефіцієнт на вологість, що дорівнює 0,03 на 1 % вологи (для всіх порід);

$W$  – вологість зразка в момент випробування.

Отримані результати заносять у звіт за формою, наведеною в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Випробування деревини на сколювання вздовж волокон

Порода	Поверхня сколювання	Розміри поверхні сколювання, мм		$S$ , см <sup>2</sup>	$P_{\max}$ , Н	$W$ , %	Границя міцності, МПа
		$b$	$l$				
1	2	3	4	5	6	7	8

### Контрольні питання

1. Як визначають межу міцності деревини при сколюванні вздовж волокон?
2. Як залежить межа міцності деревини при сколюванні від вологості?

## Лабораторна робота №8 ВИПРОБУВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА СТАТИЧНИЙ ПОПЕРЕЧНИЙ ВИГІН

**Мета:** навчитись експериментально визначати показники міцності деревини при статичному поперечному вигині та дослідити міцність різних порід деревини.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, випробувальний стенд (радіус закруглення опор і навантажувального ножа - 30 мм).

### Короткі пояснення.

Міцність деревини при статичному вигині є однією з її найважливіших характеристик. Цей показник широко застосовується в будівельній практиці при розрахунках опору брусів та балок на вигин. Випробування проводиться на зразках у формі брусків квадратного перерізу 20 мм × 20 мм і довжиною вздовж волокон 300 мм.

### Порядок виконання.

1. Ширину зразка вимірюють у радіальному напрямку, а висоту – у тангенціальному по середині довжини штангенциркулем з точністю до 0,1 мм.

2. Зразок кладуть симетрично на дві опори так, щоб зусилля було спрямоване по дотичній до річних шарів (рис. 8.1). Випробування проводять до повного руйнування зразка.

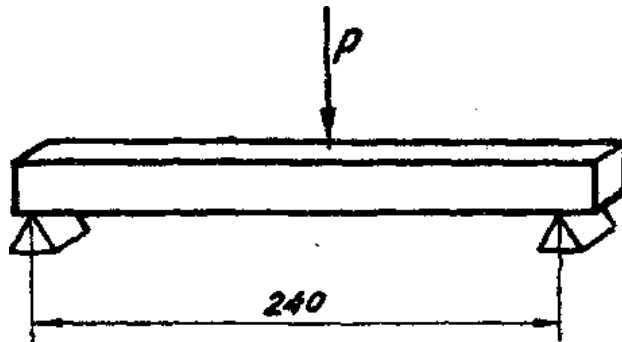


Рисунок 8.1 – Схема випробувань деревини на статичний вигин

3. Вигляд злому зразка (гладенький чи волокнистий) зазначають в протоколі роботи, оскільки він є додатковою характеристикою якості деревини. Деревина низької якості буде мати гладенький або обривистий злом, а деревина високої якості – зацемистий або волокнистий злом.

4. Для визначення вологості деревини беруть пробу довжиною 30 мм біля місця злому. Границю міцності при вологості  $W$  на момент випробування обчислюють з точністю до 0,1 МПа за формулою:

$$\sigma_w = \frac{3 P_{\max} l}{2 b h^2}, \quad (8.1)$$

де  $\sigma_w$  – границя міцності при статичному вигині при вологості  $W$ , Па;

$P_{\max}$  – максимальне навантаження, Н;

$b$  – ширина зразка, м;

$h$  – висота зразка, м;

$l$  – відстань між опорами, м.



5. Границю міцності  $\sigma_W$  перераховують на нормалізовану вологість 12 % за формулою:

$$\sigma_{12} = \sigma_W [1 + \alpha (W - 12\%) ] , \quad (8.2)$$

де  $\sigma_{12}$  – границя міцності при вологості 12 %, Па;

$\alpha$  – поправочний коефіцієнт на вологість, що дорівнює 0,04 на 1 % вологи (для всіх порід);

$W$  – вологість зразка в момент випробування, %.

Результати вимірювань і розрахунків запишіть у звіт за формою, наведеною в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 - Випробування деревини на статичний вигин

Порода	Розміри зразка, мм		Вологість $W$ , %	$P_{\max}$ , Н	Відстань між опорами, мм	Границя міцності, МПа	
	$b$	$h$				$\sigma_W$	$\sigma_{12}$
1	2	3	4	5	6	7	8

### Контрольні питання

1. Як визначають межу міцності деревини при статичному поперечному вигині?

2. Як залежить межа міцності деревини при статичному поперечному вигині від вологості?

### Лабораторна робота №9

#### ВИПРОБУВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА УДАРНИЙ ВИГИН

**Мета:** навчитись експериментально визначати ударну в'язкість деревини та порівняти різні породи деревини за цим показником.

**Прилади, обладнання, матеріали:** комплект зразків деревини, штангенциркуль, маятниковий молот (запас енергії якого становить 100 Дж).

#### Короткі пояснення.

Ударна в'язкість характеризує здатність деревини протистояти ударним навантаженням і визначається величиною роботи, затраченою на її руйнування.

Для випробувань використовують зразки у формі прямокутного бруска перерізом 20 мм × 20 мм і довжиною 300 мм. Випробовують зразки на маятниковому молоті.

**Порядок виконання.**

1. Ширину зразка заміряють у радіальному напрямку, висоту – у тангенціальному напрямку з похибкою до 0,1 мм (вимірювання виконують по середині бруска).
2. Зразок розміщують у нижній частині молота на опорах таким чином, щоб удар маятника був спрямований по дотичній до річних кілець (див. рис. 9.1).

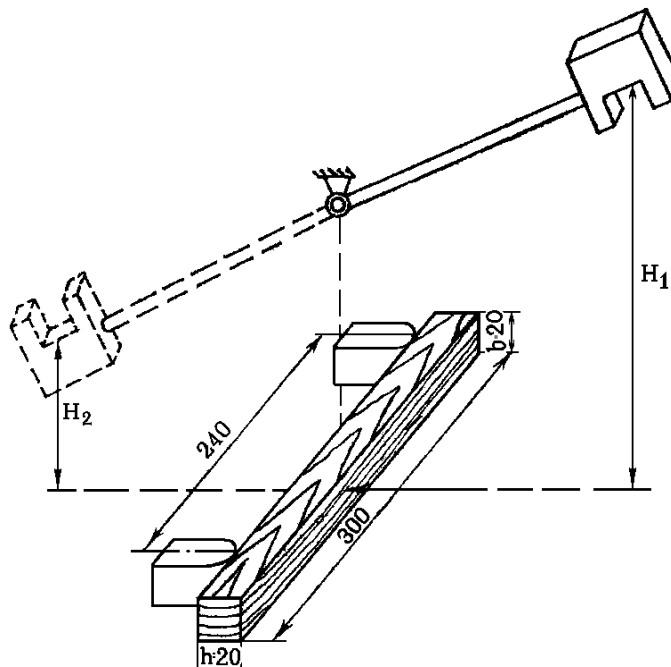


Рисунок 9.1 . Схема випробувань деревини на ударний вигин (в'язкість деревини)

3. Відпускаючи молот з верхнього положення, здійснюють удар по зразку.
4. По шкалі маятникового молота визначають роботу, виконану при руйнуванні зразка (тобто, енергію, поглинуту зразком при його руйнуванні), і це значення записують у звіт, заповнюючи таблицю за формою, наведеною в табл. 9.1.  
Варто також зазначити характер руйнування деревини зразка, що є додатковою характеристикою її якості. Так, глибокі вирви в деревині будуть вказувати на її високу в'язкість, а гладенький злам указує на крихкість деревини.
5. Після випробування беруть пробу деревини для визначення вологості в момент випробування.
6. Ударну в'язкість обчислюють з точністю до 0,1 Дж/см<sup>2</sup> за формулою:

$$A_W = \frac{Q}{bh}, \quad (9.1)$$

де  $A_W$  – ударна в'язкість, Дж/см<sup>2</sup>;

$Q$  – робота, виконана при зломі зразка деревини, Дж;

$b$  – ширина зразка, см;

$h$  – висота зразка, см.

7. Ударну в'язкість  $A_W$  перераховують на нормалізовану вологість 12 % за формулою:

$$A_{12} = A_W [1 + \alpha (W - 12\%)], \quad (9.2)$$

де  $A_{12}$  – ударна в'язкість при вологості 12 %, Дж/см<sup>2</sup>;

$\alpha$  – поправочний коефіцієнт на вологість, що дорівнює 0,02 на 1% вологи (для всіх порід);

$W$  – вологість зразка в момент випробування.

Якщо вологість зразка при випробуванні більша ніж межа насичення клітинних стінок, то використовують формулу:

$$A_{12} = A_{30} K_{12}, \quad (9.3)$$

де  $A_{30}$  – ударна в'язкість при вологості більшій, ніж межа насичення клітинних стінок, Дж/см<sup>2</sup>;

$K_{12}$  – поправочний коефіцієнт (для всіх порід  $K_{12} = 1,183$ ).

Результати вимірювань і розрахунків заносять у звіт за формою, наведеною в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Результати випробувань деревини на ударну в'язкість

Порода	Розміри поперечного перерізу, см		Вологість $W$ , %	Робота, виконана при зломі $Q$ , Дж	Ударна в'язкість, Дж/см <sup>2</sup>	
	$b$	$h$			$A_W$	$A_{12}$
1	2	3	4	5	6	7

### Контрольні питання

1. Як визначають ударну в'язкість деревини?
2. Як залежить ударна в'язкість деревини від вологості?

## **Перелік використаних джерел**

1. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. Деревинознавство: навч. посібник. Львів: Априорі, 2007. 312 с.
2. Божок О. П., Вінтонів І. С. Деревинознавство з основами лісового товарознавства: навч. посібник. К:НМК ВО, 1992. 320 с.

Навчальне видання

ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО ТА ЛІСОВЕ ТОВАРОЗНАВСТВО  
ЧАСТИНА 1  
ДЕРЕВИНОЗНАВСТВО

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт

Автори укладачі:

**ШЕВЧЕНКО** Сергій Анатолійович  
**ТУПЧІЙ** Ольга Миколаївна  
**ПОГОРІЛИЙ** Вадим Костянтинівич

Формат 60x84 /16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. \_ \_.

Наклад \_\_\_ пр.

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44