

УДК 674.048

## ВПЛИВ ТЕРМООБРОБЛЕННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ РІЗНИХ ПОРІД

Пінчевська О.О., доктор технічних наук,  
Горбачова О.Ю., кандидат технічних наук, Ломага В.В., магістрант,  
(НУБіП України)

*Наведено методику проведення і результати експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей деревини берези і граба до та після термічного модифікування.*

**Вступ.** Термічну обробку деревини застосовують з метою зміни властивостей деревини. Дослідження властивостей термообробленої деревини проводили в різних країнах протягом кількох десятиліть. Результати перших досліджень 1920 року [1] показали, що дія високої температури впливає на зменшення рівноважної вологості, тобто і на набрякання деревини у вологому середовищі. Пізніше встановлено поліпшення стабільності розмірів деревини і її стійкість до пошкодження руйнуючими грибами внаслідок термооброблення [2]. Проте на той час така деревина не набула промислового використання.

Відновлення досліджень у 80-х роках пов'язано зі значним вирубуванням лісів, попитом на вироби з деревини екзотичних порід і введенням заборони використання хімічних речовин для модифікування деревини. З 2000-х років дослідження проводяться в Нідерландах, Німеччині і Фінляндії, що сприяло розробці різних технологій. Спільним для них є рівень температури оброблення – в межах від 160 до 260°C, відрізняються лише середовищем оброблення (інертні гази, вакуум, масла, перенасичена пара). Процес проводиться без доступу кисню для уникнення загоряння деревини.

Внаслідок дії високої температури деревина стає стійкою до ураження шкідниками, набуває стабільних розмірів, зменшується вміст рівноважної вологи, забарвлення деревини стає більш темнішим. Ці покращені властивості деревини є результатом хімічних модифікацій деревних полімерів клітинних стінок, що виникають в процесі оброблення. Проте, поряд із підвищенням зносостійкості термооброблення має негативний вплив на механічні властивості матеріалу. Тобто незважаючи на те, що твердість поверхні термічно обробленої деревини поліпшується, інші механічні властивості, такі як міцність на згин і стиск, жорсткість і міцність на зсув, значно погіршуються залежно від режимних параметрів і інтенсивності оброблення [3].

В Україні існує проблема використання деревини граба, як супутньої породи для якісного формування дубових деревостанів. На сьогодні є велика

кількість площ зайнятих перестійним грабом, який внаслідок особливості будови стовбура рекомендується використовувати для виготовлення деталей невеликої довжини. Крім того, залишається значна кількість незатребуваної техсировини берези. Одним з напрямів вирішення цієї проблеми є термічне модифікування.

**Метою дослідження** є визначення впливу термічного оброблення на зміну фізико-механічних властивостей термомодифікованої деревини берези і граба.

**Методика досліджень.** Густина необробленої і термомодифікованої деревини визначали на зразках поперечним перерізом  $20 \times 20 \times 30$  мм згідно ГОСТ 16483.1-84 [4].

Визначення всихання деревини виконували за стандартною методикою відповідно до ГОСТ 16483.37-88 [5], використовуючи попередньо вимочені в дистильованій воді зразки призмоподібної форми розмірами  $20 \times 20 \times 30$  мм. Далі їх висушували за температури  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  до припинення зміни розмірів, витримували в ексикаторах з гігроскопічною рідиною до температури навколишнього середовища і знову заміряли розміри поперечного перетину і довжини.

Набрякання деревини визначали за методикою ГОСТ 16483.35-88 [6] на попередньо висушених зразках розмірами  $20 \times 20 \times 30$  мм. Після охолодження в ексикаторі з гігроскопічною речовиною до температури навколишнього середовища заміряли розміри поперечного перетину і уздовж волокон зразків. Потім їх вимочували в дистильованій воді до припинення зміни розмірів і знову проводили заміри поперечного перетину і уздовж волокон.

Межу міцності при стиску уздовж [7] та поперек [8] волокон визначали на розривній машині Р-5. Зразки поперечним перерізом  $20 \times 20$  мм і уздовж волокон 30мм навантажували з швидкістю  $2500 \pm 500$  та  $1000 \pm 200$  Н/хв. відповідно до моменту руйнування (рис. 1 а, б). Максимальне навантаження  $P$ , яке діяло на зразок в момент руйнування, фіксувалося автоматично з похибкою не більше 1 %.



а



б



в

Рисунок 1 – Схема навантаження зразків деревини при визначенні межі міцності: а – стиск уздовж волокон; б – стиск поперек волокон; в – статичний згин.

Визначення межі міцності при статичному згині також проводили на розривній машині Р-5 згідно стандартної методики [9]. Використані зразки мали розміри 20×20×300 мм. Навантажували до руйнування зразка (рис. 1 в), фіксуючи при цьому максимальне зусилля.

**Результати досліджень.** Для експериментальних досліджень використані зразки необробленої деревини берези і граба та термообробленої за температури 160°C відповідних розмірів.

Досліджено залежність зміни густини деревини берези і граба під дією високої температури. Визначено густину термомодифікованої і необробленої деревини в момент дослідження  $\rho_w$ , за вологості 12 %  $\rho_{12}$ , парціальній  $\rho'_w$ , базисну  $\rho_b$  і в абсолютно сухому стані  $\rho_{абс.сух.}$  (рис. 2).

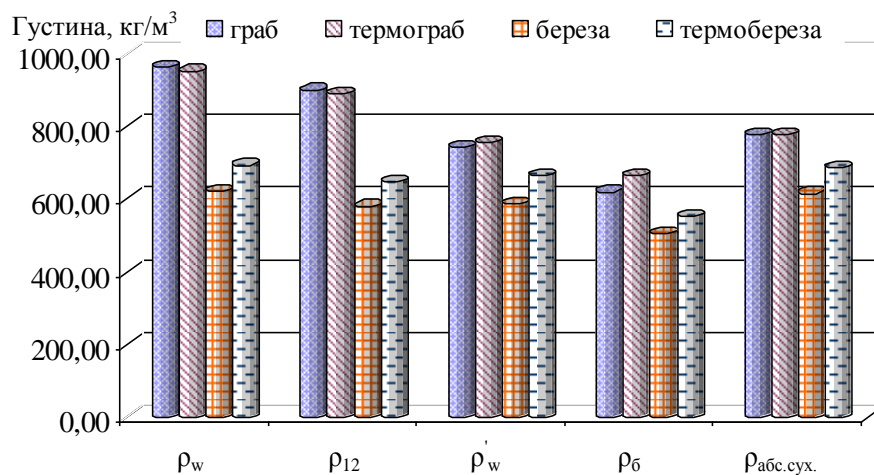


Рисунок 2 – Зміна густини деревини після термооброблення

Видно, що внаслідок термічного модифікування показники густини деревини берези зростають на 10–13 %, граба – 2–7 %. Винятком є густина термообробленої деревини граба за вологості 8 і 12 %, що зменшується приблизно на 1,5 %.

Результати визначення коефіцієнтів набрякання і всихання деревини до та після термооброблення наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вплив термооброблення на всихання і набрякання деревини

Деревина	Зміна розмірів за вологості, %						Коефіцієнти		
	максимальної			нормалізованої					
	t	r	V	t	r	V	t	r	V
Набрякання									
граб	12,55	10,98	25,42	2,38	1,98	4,61	0,42	0,37	0,85

термограб	6,66	9,27	17,04	0,71	2,06	2,87	0,22	0,31	0,57
береза	8,86	11,70	22,02	2,24	2,38	4,67	0,30	0,39	0,73
термобереза	8,71	13,53	24,17	1,46	1,60	3,31	0,29	0,45	0,81
Всихання									
граб	11,15	9,89	20,26	9,03	8,10	16,59	0,37	0,33	0,68
термограб	6,25	8,49	14,56	5,58	6,60	12,10	0,21	0,28	0,49
береза	8,13	10,46	18,14	6,07	8,33	14,31	0,27	0,35	0,60
термобереза	7,99	11,89	19,42	6,64	10,48	16,75	0,27	0,40	0,65

Примітка. t – в тангентальному напрямку; r – в радіальному напрямку; V – об’ємна.

Видно, що термомодифікування не однаково впливає на різні породи. Так, коефіцієнти всихання і набрякання деревини граба під дією температури зменшуються, а берези – збільшуються, окрім тангентального напрямку.

Отримані результати дослідженої межі міцності при статичному згині і стиску уздовж та поперек волокон наведено на рис. 3.

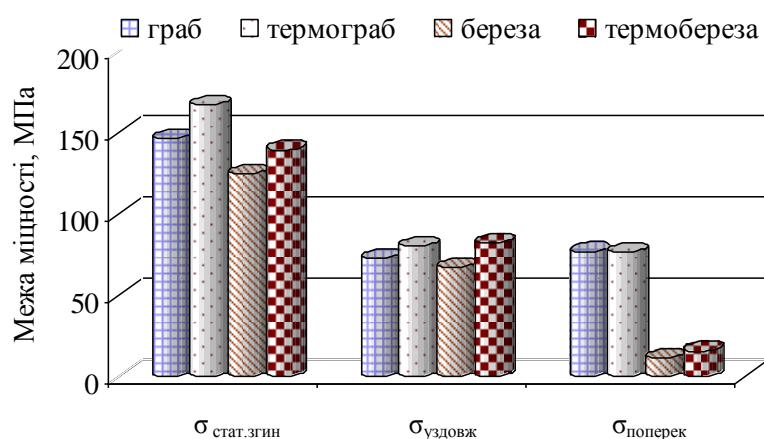


Рисунок 3 – Зміна механічних властивостей деревини після термооброблення

Термічне модифікування за температури оброблення 160°C позитивно впливає на механічні властивості деревини. Спостерігається збільшення межі міцності при статичному згині внаслідок термооброблення для берези на 12 %, для граба – на 14 %; межа міцності при стиску уздовж волокон також зростає у берези на 22,5 %, граба – 10 %. Щодо межі міцності при стиску поперек волокон, то для деревини граба цей показник практично не змінився, а у берези – збільшився на 38 %.

#### Висновки.

1. Аналіз літературних джерел показав позитивний вплив термомодифікування на деякі фізичні властивості деревини. Визначено необхідність дослідити залежність властивостей деревини берези і граба від дії високої температури.

2. Наведено методику визначення густини, коефіцієнтів всихання і набрякання, межі міцності при статичному згині та стиску уздовж та поперек волокон деревини.

3. Встановлено, що у досліджуваних зразків деревини, які піддавалися термічному обробленню за температури 160°C, покращуються значення міцності при статичному згині та стиску уздовж волокон. Щодо коефіцієнтів набрякання і всихання, то ці показники у граба зменшуються. Це свідчить про можливість використання даного матеріалу для виготовлення виробів, що експлуатуються у середовищі з перепадами вологості.

### Список літератури

1. Tiemann H. Effects of different methods of drying on the strength and hygroscopicity of wood / H. Tiemann // *Lumber world review*. 1915. – № 28. – P. 19–20.

2. Stamm A.J. Heat stabilized wood (staywood) / A.J. Stamm, H.K. Burr, A.A. Kline // *Forest Prod. Lab.* – 1946. - № 1621. – P. 18.

3. Пінчевська О.О. Оптимізація режимів термічного оброблення деревини граба / О.О. Пінчевська, В.М. Головач, О.Ю. Горбачова // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*. – 2016. – Вип. 238. – С. 251-259.

4. Древесина. Метод определения плотности: ГОСТ 16483.1-84. – [Дата введения 1985-07-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).

5. Древесина. Метод определения усушки: ГОСТ 16483.37-88. – [Дата введения 1990-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 7 с. – (Межгосударственный стандарт).

6. Древесина. Метод определения разбухания: ГОСТ 16483.35-88. [Дата введения 1990-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 7 с. – (Межгосударственный стандарт).

7. Древесина. Методы определения прочности при сжатии вдоль волокон: ГОСТ 16483.10-73. – [Дата введения 1974-07-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).

8. Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон: ГОСТ 16483.11-72. – [Дата введения 1973-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 5 с. – (Межгосударственный стандарт).

9. Древесина. Метод определения предела прочности при статистическом изгибе: ГОСТ 16483.3-84. – [Дата введения 1985-07-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).

### Аннотация

## ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

**Пинчевская Е.А., Горбачева А.Ю. Ломага В.В.**

*Приведена методика выполнения и результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств древесины березы и граба до и после термического модифицирования.*

**Abstract**

**THE HEAT TREATMENT INFLUENCE ON THE DIFFERENT WOOD SPECIES PROPERTIES**

**Pinchevska O.O., Horbachova O.Y., Lomaha V.V.**

*Methodology and results of experimental studies of the physical and mechanical properties of birch and hornbeam wood before and after thermal modification are described.*