

УДК 674.048

**ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ТЕРМООБРОБЛЕНОЇ ДЕРЕВИНИ ГРАБА**

**Пінчевська О.О., доктор технічних наук, Головач В.М., кандидат
технічних наук, Горбачова О.Ю., асистент
(НУБіП України)**

Наведено методика проведення і результати експериментальних досліджень акустичних властивостей деревини граба до і після термічного модифікування.

Вступ. Сьогодні в Україні існує проблема використання граба – четвертої за запасами твердолистяної породи деревини після дуба, бука та ясеня, насадження якого займають 3,7 % площі державного лісового фонду. Традиційно з граба виготовляли дерев'яні деталі машин, музичних інструментів, вироби народних промислів, паливні гранули. У будівництві граб мало використовується, оскільки його деревина схильна до викривлення, а стовбур рідко буває прямим. Крім того, у нього бідна текстура, а блідий світлий колір з часом змінюється на брудно-сірий.

Альтернативним розв'язанням є покращення характеристик і властивостей деревини граба як малоцінної породи шляхом модифікування. На сьогоднішній день впроваджено кілька технологій термічної модифікації деревини, але всі вони базуються на таких основних фазах: сушіння (найбільш тривалий етап теплової обробки); термічна обробка (при температурі 180 – 240 °С) і охолодження (температура знижується до 80 – 90 °С, деревина частково зволожується). Процес проводиться в спеціальній камері в середовищі водяної пари без доступу кисню, завдяки чому деревина не горить і не розкладається [1].

Існуючі технології обробки деревини дозволяють перетворити її на довговічний матеріал, стійкий до впливу несприятливих факторів середовища. В результаті отримують твердий, біо- та формостійкий, довговічний матеріал з покращеним зовнішнім виглядом [2 – 5], що дозволяє замінити екзотичні породи. Тому дизайнери застосовують термооброблену деревину, яка володіє красивою текстурою і має широкий спектр забарвлення, для оформлення інтер'єру житлових і офісних приміщень.

Зазвичай деревина має високі акустичні властивості, які використовуються у виготовленні музичних інструментів, де необхідно забезпечити високу інтенсивність випромінювання звуку. Але якщо використовувати деревину в будівельній чи меблевій промисловості, то необхідно застосовувати деревину з пониженими акустичними властивостями, що забезпечить поглинання звуку [6].

Метою дослідження є визначення впливу термічного оброблення на зміну акустичних властивостей термомодифікованої деревини.

Матеріали та методика досліджень. Для визначення звукопоглинаючих властивостей термомодифікованої деревини використано віброакустичний метод визначення частоти звукових коливань [7]. Він ґрунтується на виявленні власної (резонансної) частоти зразка f при пропусненні через нього детермінованого звукового сигналу з підвищеною частотою (рис. 1 а, б).

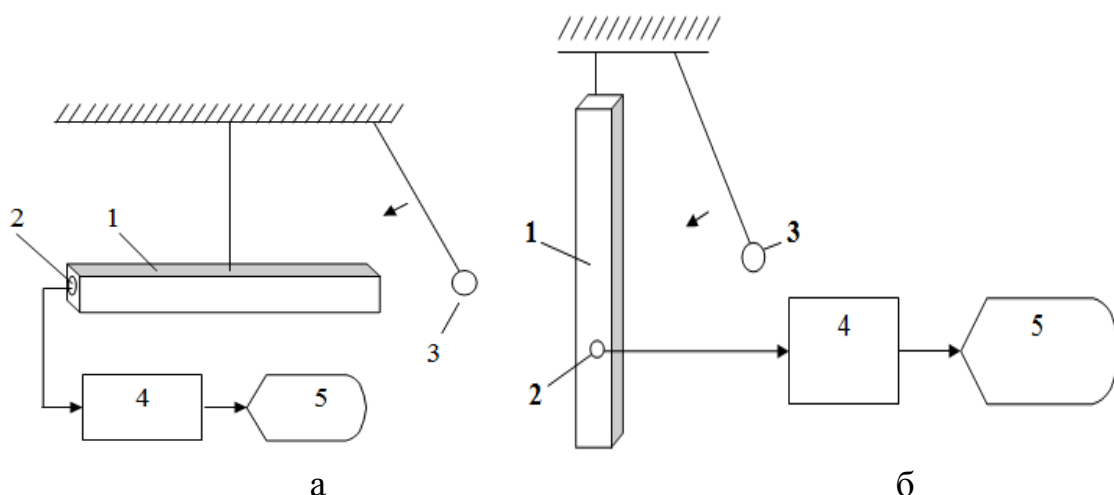


Рисунок 1. Схема експериментальної установки для визначення резонансної частоти коливань деревини: а – випробування у поздовжньому напрямку зразка, б – випробування в поперечному напрямку, 1–зразок, 2 – п'єзоелемент, 3 – ударник, 4 – вимірвальна схема, 5 – дисплей осцилографа.

Отримані значення власної частоти зразка дозволяють визначити динамічний модуль пружності деревини [8] за формулою:

$$E = \frac{l \cdot m \cdot \beta^2}{b \cdot h} f^2, \text{МПа} \quad (1)$$

де l, b, h – відповідно довжина, ширина і товщина зразка, м;

m – маса зразка без пластинок, кг;

β – поправка на масу п'єзоперетворювача прикріпленого до зразка, яке дорівнює відношенню маси зразка з п'єзоперетворювачем до маси зразка без п'єзоперетворювача;

f – резонансна частота коливань в деревині, Гц,

а потім її акустичну константу деревини за формулою [9]:

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}, \text{м}^4/\text{кг} \cdot \text{с} \quad (2)$$

де ρ – густина деревини, кг/м³.

Результати досліджень. Для експериментальних досліджень використані зразки необробленої і термообробленої деревини граба довжиною 300 мм і поперечним перерізом 20 x 20 мм. Термічне модифікування деревини проводилося в спеціальній герметичній камері без доступу кисню при температурах 160, 190 і 220 °С тривалістю 1, 10 і 20 годин (табл. 1).

Таблиця 1. Зразки необробленої і термомодифікованої деревини граба

Марка зразка	Параметри режиму модифікування деревини		Колір зразка
	Температура, °С	Тривалість, год.	
1 (контрольні)	-	-	природний
2	160	1	дуб Крафт
3	190	1	дуб кам'яний
4	220	1	горіх тієполо
5	160	10	вільха гірська
6	190	10	дуб рустікальний
7	220	10	венге
8	160	20	бук світлий
9	190	20	бук шоколадний
10	220	20	венге луїзіана

Для кожного зразка експериментально визначено резонансну частоту коливань в тангенціальному, радіальному (рис. 2) і поздовжньому напрямках.

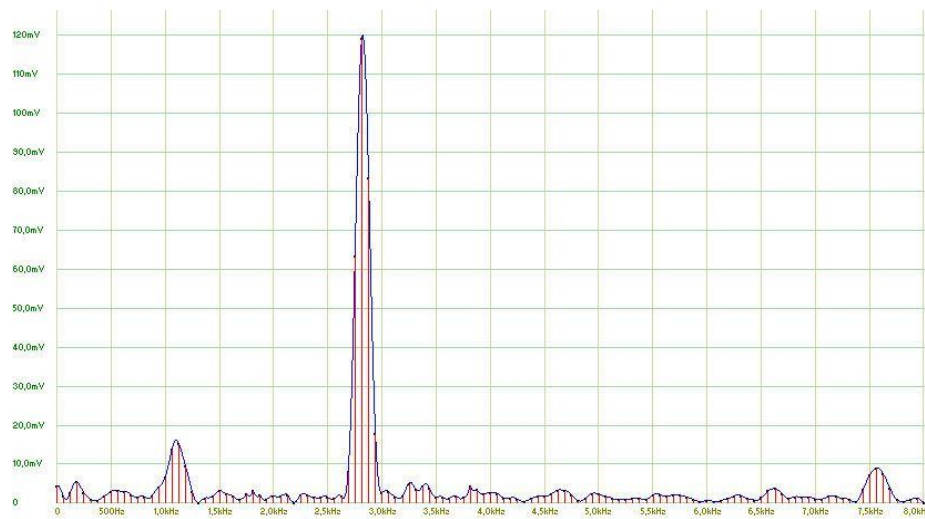


Рисунок 2. Резонансна частота коливань в радіальному напрямі

Визначення акустичних характеристик в деревині складна процедура, оскільки деревина анізотропний матеріал і швидкість поширення хвилі в ній залежить від породи, віку, напрямку волокон. Такі характеристики, як густина, вологість, наявність пороків, також впливають на швидкість поширення і коефіцієнт ослаблення акустичних хвиль в деревині. Існує залежність між довжиною волокон і швидкістю поширення акустичних хвиль вздовж волокон, при цьому слід зазначити, що чим довше волокно деревини, тим вищий показник модуля пружності. Цим пояснюється залежність швидкості поширення акустичної хвилі в деревині і величини модуля її пружності. В результаті поглинання енергії збуджені звукові коливання в деревині з часом згасають (рис. 3).

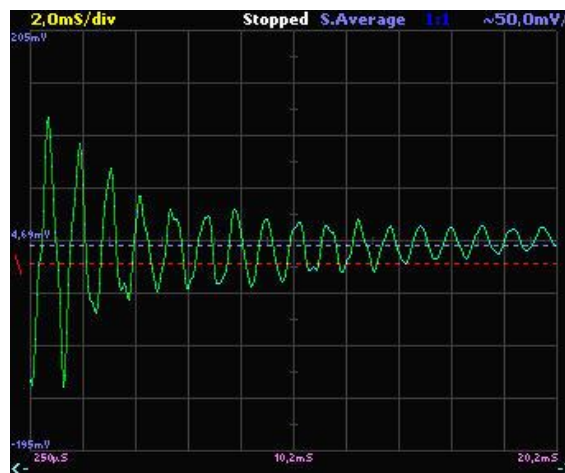


Рисунок 3. Згасання звукових коливань деревини в тангенціальному напрямі

Величина згасання коливань залежить від якості деревини, тобто чим більше тріщин, порожнеч і дефектів в деревині, тим швидше згасають коливання.

Результати розрахунку динамічного модуля пружності і акустичної константи в різних напрямках наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Деякі акустичні властивості деревини

Досліджувані зразки	Показники вимірювань									
	Експериментальні				Розрахункові					
	Густина, кг/м ³	Частота коливань, Гц			Динамічний модуль пружності, МПа			Акустична константа, м ⁴ /кг·с		
		В радіальному напрямі	В тангентальному напрямі	Вздовж волокон	В радіальному напрямі	В тангентальному напрямі	Вздовж волокон	В радіальному напрямі	В тангентальному напрямі	Вздовж волокон
1	827,26	5060	5240	1007,2	73,40	78,7	297,89	0,39	0,4	0,73
2	789,88	4810	3600	986,0	66,1	37,03	283,72	0,36	0,27	0,76
3	808,21	5060	4690	1057,0	71,78	61,67	325,61	0,41	0,38	0,79
4	767,02	3860	2590	1051,0	43,97	19,8	317,00	0,29	0,2	0,84
5	794,79	2160	2360	1020,8	13,92	16,62	296,37	0,17	0,16	0,77
6	793,42	1640	1500	1003,5	7,52	6,29	285,93	0,13	0,12	0,76
7	734,5	331	266	1022,0	0,31	0,20	249,36	0,027	0,02	0,79
8	752,63	367	350	1010,2	0,35	0,31	283,97	0,03	0,028	0,82
9	733,02	302	209	980,0	0,26	0,13	256,47	0,024	0,02	0,81
10	725,72	173	281	921,8	0,08	0,22	218,87	0,01	0,02	0,76

Акустична константа вказує на здатність деревини підсилювати або поглинати звук – зі збільшенням її значення здатність деревини підсилювати звук зростає. Видно, що термічне оброблення деревини сприяє збільшенню значення акустичної константи вздовж волокон і зменшенню в обох поперечних напрямках (рис. 4).

Акустична
константа, м⁴/кг·с

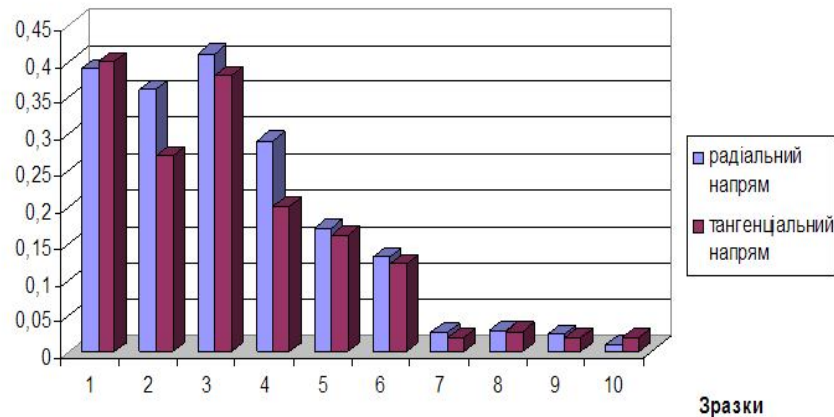


Рисунок 4. Вплив режимів термічного оброблення на акустичну константу в радіальному і тангенціальному напрямках

Найменші значення акустичної константи – 0,02 м⁴/кг·с – спостерігаються у тангенціальному напрямку у зразків 7, 9, 10, що були термомодифіковані за високих температур. Оскільки вони мають привабливе забарвлення, що імітує екзотичні породи, то доцільно використовувати модифіковану деревину граба як оздоблювальний і водночас звукоізолюючий матеріал, наприклад для стінових панелей в спальних кімнатах чи кабінетах. Це дозволить розширити її сферу застосування.

Висновки.

1. Проаналізовано сфери застосування деревини граба, виявлено її обмеженість, яка пов'язана з особливостями будови, текстури та фізичними властивостями.

2. Запропоновано термічне модифікування деревини граба, що дозволило покращити її естетичні властивості і використовувати для виготовлення стінових панелей.

3. Наведено методику визначення акустичної константи, що полягає у розрахунку її через динамічний модуль пружності, який визначається резонансною частотою коливань в деревині.

4. Встановлено, що для зразків деревини граба, які піддавалися термічному обробленню високими температурами тривалістю 10 і 20 годин, акустична константа має найменше значення. Тому таку термомодифіковану деревину доцільно використовувати як звукоізоляційний матеріал з високими естетичними властивостями для оздоблення приміщень.

Список літератури

1. Finnish Thermowood Association. Thermowood Handbook. Wood Focus Oy, Helsinki, Finland, 2003.
2. Jamsa S., Viitaniemi P. Heat treatment of wood – better durability without chemicals. In: Review on Heat Treatments of wood. Proceedings of the special seminar on heat treatments, 9 February 2001, Luxembourg, 2001. – P. 17 – 22.

3. Militz H. Heat treatment technologies in Europe: scientific background and technological state-of-art. International Research Group on Wood Preservation. Document No.IRG/WP 02-40241, 2002. – P. 19.
4. Brischke C., Koch S., Rapp A.O., Welzbacher C.R. Surface properties of thermally treated wood – wear, abrasion and hardness. European Conference on Wood Modification, Hamburg, 2005. – P. 371 – 375.
5. Shi L.J., Kocaefe D., Zhang J. Mechanical behaviour of Quevec wood species heat treated using Thermo Wood process. Holzals Roh – und Werkstoff 65, 2007. – P. 255 – 259.
6. Звукоизоляционные материалы. Виды звукоизоляционных материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iclbeauty.ru/info/news-cory-25-01-2009-21-55-25-cory-04-02-2009-21-07-41/164/1208/>
7. Баженов В.А. Динамический модуль упругости древесины как показатель ее физико-механических свойств // Труды института леса. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – Т. 2. – 451 с.
8. Древесина. Резонансный метод определения модулей упругости и сдвига и декремента колебаний ГОСТ 16483.31-74. – [Дата введения 1975-07-01]. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).
9. Римский-Корсаков А.В. Музыкальные инструменты : Методы исследований и расчеты / Римский-Корсаков А.В., Дьяконов Н.А. – М. : Лесн. пром-сть, 1952. – 345 с.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМООБРАБОТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ГРАБА

Пинчевская Е.А., Головач В.М., Горбачева А.Ю.

Приведена методика выполнения и результаты экспериментальных исследований акустических свойств древесины граба до и после термического модифицирования.

Abstract

STUDY OF THE ACOUSTIC PROPERTIES OF THERMOMODIFIED WOOD HORNBEAM

Pinchevska O.O., Holovach V.M., Gorbachova O.Yu.

Methodology and results of experimental studies of the acoustic properties of hornbeam wood before and after thermal modification are described.

Рецензент: д.т.н., профессор Чаусов М.Г.