

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Обґрунтовано використання ультразвукового методу проникаючого випромінювання для дослідження акустичних властивостей деревних матеріалів. Розглянуто суть цього методу та досліджено його основні технічні параметри. Визначено показники, які підлягають вимірюванню.

Ключові слова: деревинні матеріали, акустичні властивості, звукоізоляція, звукопоглинання, ультразвуковий метод.

Постановка наукової проблеми. Деревина і деревні матеріали широко використовують в облаштуванні найрізноманітніших середовищ життєдіяльності людини та його окремих елементів як будівельні, конструкційні, декоруючі та облицювальні матеріали. Велика кількість таких матеріалів у сучасних інтер'єрах зумовлює важливість комплексного вивчення всіх властивостей цих матеріалів. Зокрема акустичні властивості цих матеріалів, поряд з фізико-механічними, хімічними, гігієнічними, естетичними та іншими властивостями, здійснюють значний вплив на експлуатаційні характеристики середовища та обладнання, а також на комфорт і здоров'я людини. Насамперед це звукоізоляційні, звукопоглинаючі і ревербераційні властивості деревних матеріалів і виробів з них.

Прямі вимірювання таких властивостей є досить складними і трудомісткими. Тому **метою роботи** є визначити і описати основні параметри доступного і ефективного методу акустичних досліджень деревинних матеріалів.

Спираючись на результати різноманітних теоретичних досліджень [1, 3], основними показниками, за допомогою яких опосередковано з достатньою точністю можна оцінити різні акустичні характеристики матеріалу, можна вважати швидкість поширення поздовжньої звукової хвилі в матеріалі (c) і затухання амплітуди першого півперіоду фронту цієї хвилі (A). Зв'язок цих величин із звукоізоляційною і звукопоглинаючою властивостями матеріалу є достатньо вивчений і описаний у вигляді теоретичних і емпіричних залежностей (напр. [4]).

Після аналізу існуючих методів акустичних досліджень [1, 3, 5] можна зробити висновок, що для даних експериментальних випробувань найдоцільніше використовувати ультразвуковий метод проникаючого випромінювання (за класифікацією ГОСТ 23829-85 "Контроль неруйнуючий акустичний"), як найбільш точний і простий у використанні. Цей метод полягає у збудженні пружних коливань у матеріалі досліджуваного зразка і реєстрації зміни параметрів ультразвукових коливань, що пройшли через матеріал. Метод потребує двостороннього доступу до зразка. Причому використовується розподілена схема вводу і прийому пружних коливань. Прозвучування зразка здійснюється імпульсним методом. Тип хвиль, що використовуються – поздовжні, нормальні (хвилі Лемба). Спосіб вводу коливань у матеріал – контактний. Тобто акустичний контакт здійснюється через шар речовини товщиною менше половини довжини хвилі.

В основі імпульсного методу визначення характеристик матеріалу лежить їх зв'язок з параметрами хвильового руху. За існуючих методів збудження ультразвукових коливань у призматичних зразках практично прийнятних розмірів не вдається реєструвати поширення поздовжньої хвилі з так званою "стержневою" швидкістю $c_{ст}$, для якої була б справедлива формула

$$c_{ст} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \text{ м/с}, \quad (1)$$

де: E – модуль Юнга, Па; ρ – щільність матеріалу, кг/м^3 .

Умови використання цієї формули вимагають, щоб поперечні розміри стержня були значно менші, ніж мінімальна довжина пружної хвилі спектра в середовищі (h " λ_{\min} , b " λ_{\min}), а довжина стержня – значно більша, ніж максимальна довжина цієї хвилі (l " λ_{\max}). Виконання таких умов для анізотропного низькомодульного матеріалу, яким є більшість деревних матеріалів, пов'язане зі значними труднощами.

Тобто вимірювання стержневої швидкості поширення фронту пружної поздовжньої хвилі для такого матеріалу є складним і нераціональним, а використання формули (1) в інших умовах призводить до втрат точності. Більш точні результати можна отримати, забезпечивши умови для вимірювання швидкості, що відповідають поширенню імпульсу в безмежному середовищі. Це можливо не тільки в масивних тілах, а й в стержнях і пластинах. У цьому випадку швидкість поширення фронту хвилі пов'язана з модулем пружності і щільністю матеріалу співвідношенням

$$c_{ст} = \sqrt{\frac{E}{Kc}}, \text{ м/с}, \quad (2)$$

де K – коефіцієнт, що залежить від шести коефіцієнтів Пуасона ортотропного матеріалу, дорівнює квадрату відношення швидкості поширення пружної поздовжньої хвилі в стержні і в безмежному середовищі.

При цьому швидкість поширення пружної поздовжньої хвилі в безмежному середовищі завжди буде вищою, ніж у стержні і пластині, і максимально можливою для такої орієнтації у досліджуваному матеріалі. Також необхідно забезпечити такі умови, щоб відстань між випромінюючим і приймаючим перетворювачами була не меншою половини довжини хвилі, якою прозвучується матеріал.

Умови поширення пружної хвилі в безмежному середовищі приблизно можуть бути забезпечені для виробу довільної форми і розмірів шляхом підбору частоти акустичних перетворювачів, за якої швидкість, що вимірюється, буде найбільшою. Геометрична дисперсія, тобто залежність вимірюваної швидкості від розмірів і форми конструкції, буде в цьому випадку зведена до мінімуму. Такі вимірювання можуть проводитись на виробках довільної форми і будь-яких габаритів, а також на малих зразках, орієнтація яких по відношенню до трьох осей симетрії матеріалу суворо визначена. Тому необхідно попередньо вибрати частоти акустичних перетворювачів, щоб вони забезпечували умови поширення пружної хвилі у безмежному середови-

щі [6]. Для визначення цих частот проводили експеримент на зразках деревностружкової плити з розмірами 300×50×18 мм. [4] Досліджували діапазон частот від 25 кГц до 1 МГц у головних напрямках осей матеріалу (рис. 1).

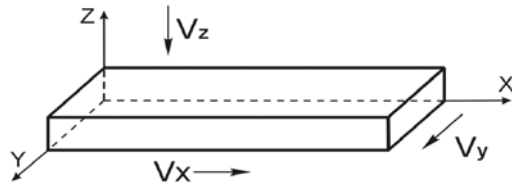


Рис. 1. Головні напрямки осей матеріалу, що досліджується

На рис. 2 наведено величини швидкості поширення переднього фронту поздовжньої хвилі в площині (V_x і V_y) і по товщині (V_z) з використанням ультразвукових перетворювачів з частотами 25, 40, 60, 100, 200, 400, 600 і 1000 кГц. Ці величини зростали зі збільшенням частоти акустичних перетворювачів. На частотах вище 60 кГц величини швидкостей в усіх напрямках осей не змінюються, тобто відповідають умовам поширення поздовжніх пружних хвиль у безмежному середовищі і, значить, забезпечують необхідну точність вимірювань.

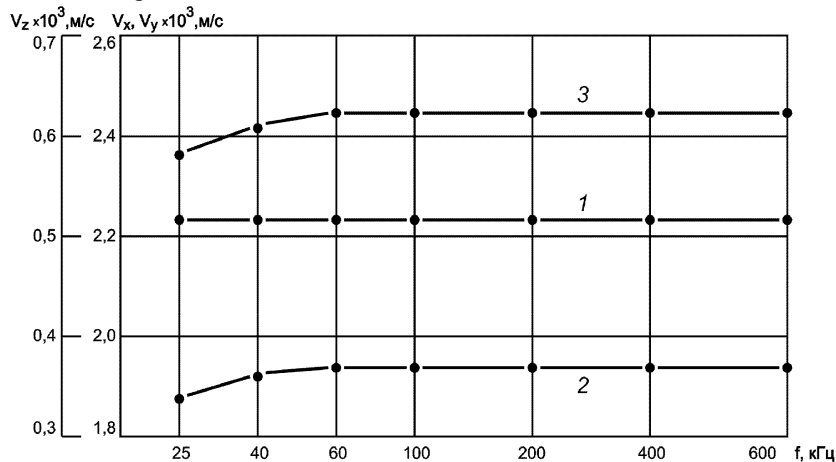


Рис. 2. Зв'язок швидкості поширення переднього фронту пружної поздовжньої хвилі в пресованому матеріалі з частотою УЗК, у напрямках: 1) по довжині (V_x); 2) по ширині (V_y); 3) по товщині зразка (V_z).

Висновок. Таким чином, дослідження акустичних характеристик пористих анізотропних деревинних матеріалів можна проводити за допомогою ультразвукового методу проникаючого випромінювання. Основні переваги цього методу – універсальність і низькозатратність. Основні вимірювані величини – швидкість і затухання амплітуди звукового сигналу. Мінімальна частота ультразвукових перетворювачів – 60 кГц. Недоцільно використовувати вищі частоти перетворювачів. Хоча за високих частот ультразвуку можна розраховувати на більшу точність вимірювань, однак у разі підвищення час-

тоти спостерігається значний ріст затухання ультразвукового сигналу в пористому композиційному матеріалі, зростають вимоги до ступеня оброблення поверхонь об'єкта, що контролюється та умов акустичного контакту.

Література

1. Голубов И.А. Методы неразрушающего контроля древесных плит / И.А. Голубов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1982. – 152 с.
2. Боголепов И.И. Промышленная звукоизоляция: теория, исследование, проектирование, изготовление, контроль / И.И. Боголепов. – Л. : Изд-во "Судостроение", 1986. – 367 с.
3. Клюев В.В. Неразрушающий контроль / В.В. Клюев. – Т. 3. Ультразвуковой контроль. – М. : Изд-во "Машиностроение", 2004. – 864 с.
4. Купчик Р.М. Формування виробів з деревинно-клейової композиції із заданими акустичними характеристиками : дисс... канд. техн. наук / Р.М. Купчик. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 1996. – 147 с.
5. Колесников А.Е. Ультразвуковые измерения / А.Е. Колесников. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 240 с.
6. Ерыхов Б.П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов / Б.П. Ерыхов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1988. – 228 с.

Купчик Р.М. Исследование акустических свойств древесных материалов

Обосновано использование ультразвукового метода проникающего излучения для исследования акустических свойств древесных материалов. Рассмотрена суть этого метода и исследованы его основные технические параметры. Определены показатели, подлежащие измерению.

Ключевые слова: древесные материалы, акустические свойства, звукоизоляция, звукопоглощение, ультразвуковой метод.

Kupchyk R.M. Research of acoustic properties of wood materials

Using the ultrasonic method of penetrating radiation for studying the acoustic properties of woody materials is substantiated. The essence of this method is considered and its main technical parameters are examined. Defined indicators to be measured.

Keywords: woody materials, acoustic properties, sound proofing, sound absorption, ultrasonic method.

УДК 630*[811+812]

Доц. І.М. Сопушинський, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів

АНИЗОТРОПІЯ ХВИЛЯСТО-ЗАВИЛЬКУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR L.*)

Досліджено щільність деревини ясен звичайного із прямоволоконистою та хвилясто-завилькуватою текстурою в абсолютно сухому, базисному та мокрому станах. Визначено особливості лінійного усихання та розбухання, кількість річних кілець в 1 см та середню ширину річного кільця хвилясто-завилькуватої деревини. Встановлено лінійні залежності показників усихання та розбухання деревини від структурного напрямку деревного волокна. Вивчено вплив кута нахилу деревного волокна на анізотропію деревини.

Ключові слова: ясен, анізотропія, фізичні властивості, декоративна деревина.

Вступ. Ясен звичайний за деревинознавчою класифікацією (*Fraxinus excelsior L.*) належить до класу кільцесудинних деревних порід із факультативним ядроутворенням [9, 10]. Ядро від світлих до темних відтінків утво-