

## КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

УДК 539.3

**І.Когут, канд. техн. наук**

*Інститут прикладних проблем механіки і математики  
ім.Я.С.Підстригача НАН України*

**П.Онуфрик, канд. техн. наук**

*Український державний лісотехнічний університет*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИШАРОВОЇ БАЛКИ

*Експериментально досліджено динамічну жорсткість і коефіцієнт демпфування зразків, вирізаних з клеєної паркетної дошки тришарової конструкції. Виявлено, що застосування багатошарових ребер жорсткості підвищує динамічні характеристики виробу.*

#### Умовні позначення

$k$  – динамічна жорсткість;

$c$  – коефіцієнт демпфування;

$m$  – маса;

$a_0, a$  – амплітуди коливань (зміщення);

$f, \omega$  – лінійна і колова частоти відповідно;

$K$  – коефіцієнт приведення маси;

$\varphi$  – кут зсуву фаз;

$w$  – прискорення.

Завдяки високій питомій міцності і жорсткості, віброміцності і демпфувальності тришарові конструкції знайшли широке застосування в ракетній, авіаційній, машинобудівній промисловостях [1]. Їх використовують і в інших галузях, зокрема в деревообробній для економії деревини твердих порід запропоновано [2] паркетні вироби, у тому числі паркетні дошки, виготовляти як тришарові пластини із зовнішніми тримкими шарами, зв'язаними шаром заповнювача, товщина якого значно більша від товщини тримких шарів. Така важлива характеристика, як формостійкість паркетної дошки в різних умовах експлуатації, насамперед, залежить від способів її формування і конструктивно-технологічних параметрів. Від них також суттєво залежать деякі динамічні характеристики тришарової конструкції. Тому дослідження цих залежностей є актуальним, оскільки дозволяє визначити раціональні параметри на стадії проектування.

Мета роботи – дослідження динамічної жорсткості й коефіцієнта демпфування тришарової балки при поперечних коливаннях.

Характеристики досліджувалися фазовим методом [3] при кінематичному збудженні резонансних коливань консольно закріплених балкових зразків. Метод ґрунтується на вимірюванні і контролі зміщень  $a_0$  і  $a$  – защемленого і вільного кінців зразка відповідно, а також кута зсуву фаз  $\varphi$  між ними. Динамічну жорсткість і коефіцієнт демпфування визначали за формулами:

$$\frac{k}{m} = \omega^2 \frac{\frac{a}{a_0} - \cos\varphi}{\frac{a_0}{a} + \frac{a}{a_0} - 2\cos\varphi}, \quad \frac{c}{m} = \omega \frac{\sin\varphi}{\frac{a_0}{a} + \frac{a}{a_0} - 2\cos\varphi},$$

одержаними з рівнянь руху гармонічного осцилятора з в'язким демпфуванням при кінематичному збудженні точки підвішування. Тут  $m$  – приведена до кінця консолі маса.

Методика досліджень і дослідна установка детально описані у [4, 5]. Використовувалася модифікована установка (рис.1), що вимірює і контролює прискорення й переміщення защемленого і вільного кінців зразка відповідно, а також кут  $\varphi$  між ними. Переміщення  $a$  вимірюється за допомогою фотокоординатного приймача і модулюючої діафрагми,  $a_0$  - обчислюється як відношення  $w/\omega^2$ .

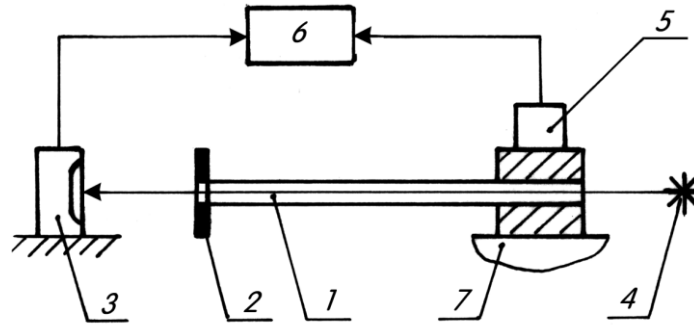


Рис.1. Принципова схема установки :

1- дослідний зразок; 2- модулююча діафрагма; 3- координатний фотоприймач; 4- лазер гелій-неоновий одномодовий; 5- акселерометр; 6- блок реєстрації; 7- стіл електродинамічного вібратора.

На рис. 2 подана конструкція пристрою для встановлення зразка на столі вібратора. Пристрій виготовлений з дюралюмінію. Несучий каркас утворюють два рівнобікі кутки 1 (з розмірами перетину  $5 \times 35 \times 35$  мм і довжиною 500 мм), закріплені на столі вібратора 2. На кінцях каркасу встановлені затискач 3 для зразка 4 і протизвага 5, маса якої дорівнює масі затискача разом із защемленою частиною зразка. Зусилля затискування зразків контрольоване. Торець вільного кінця зразка співпадає з вертикальною віссю вібратора. Для збудження резонансних коливань в інтервалі частот 47...60 Гц на вільному кінці насаджено інерційний вантаж 6, що центрується боковими ребрами зразка. Вантаж і модулююча діафрагма 7 (товщиною 0,2 мм) притискаються до торця зразка шурупом. Центр ваги деталей співпадає з центром торця.

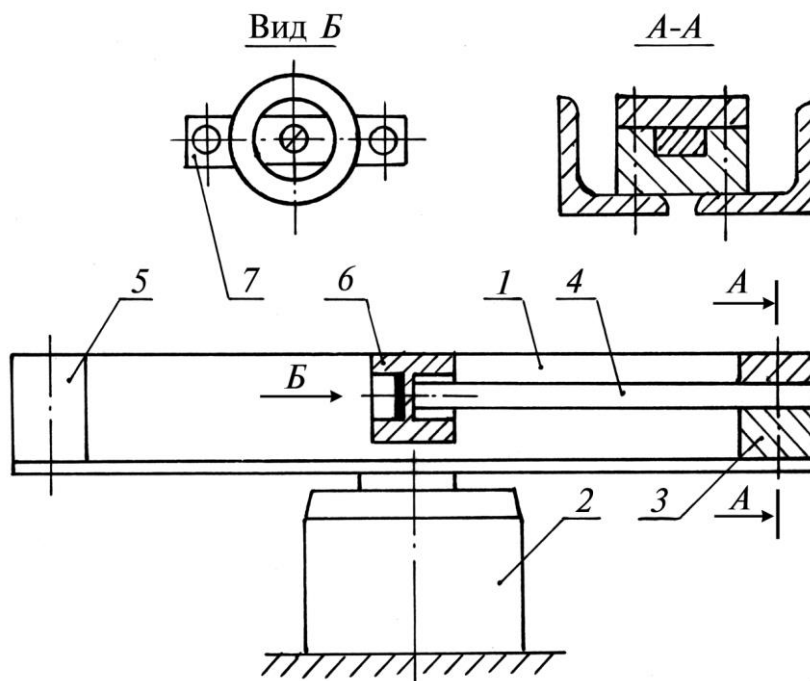


Рис. 2. Конструкція пристрою для встановлення зразка на столі вібратора.

### КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Зразки з розмірами 20×14×250 мм вирізали з паркетної дошки (рис. 3) перпендикулярно до армуючих ребер (вздовж волокон деревини тримких шарів). Шари, ребра жорсткості і лицьове покриття - з березового шпону; підсилений гофровий заповнювач - із смуг гофрокартону, комірки якого обволочені затвердлим клеєм. Смуги гофрокартону паралельні ребрам жорсткості, а стінки комірок перпендикулярні до тримких шарів. Товщина шарів – 1 мм, лицьового покриття – 3 мм. Дошка склеєна пресуванням при температурі 383– 393 °К, тиску 0,9 МПа і витримці 20 хв. Було два типи зразків: перший мав кожне третє ребро жорсткості у виді пакету з восьми ребер, другий – з двох ребер; погонна вага зразків 1,60 і 1,32 г/см відповідно. Довжина робочої частини зразка 200 мм. Подана маса еквівалентної (зразка) системи з одним ступенем вільності, визначена за формулою  $m=m_1+Km_2$ , для зразків першого і другого типів становить 78,68 і 77,34 г відповідно. Тут  $m_1=71$  г – маса інерційного вантажу разом з діафрагмою і шурупом;  $K=0,24$  [6];  $m_2$  – маса робочої ділянки зразків першого і другого типів 32,0 і 26,4 г відповідно.

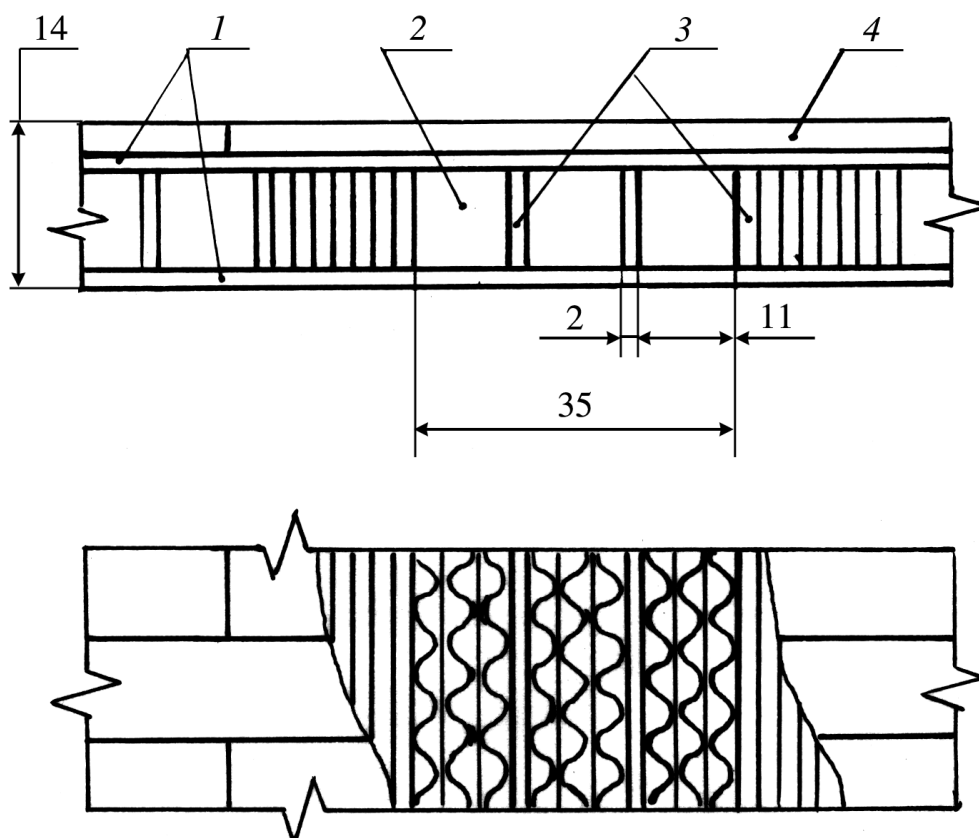


Рис. 3. Фрагмент регулярної структури паркетної дошки:  
1 – тримкі шари; 2 – заповнювач (на фронтальній проекції не поданий);  
3 – ребра жорсткості; 4 – лицьове покриття.

Випробування виконували на резонансній частоті. У процесі досліджень реєстрували лінійні частоти коливань зразків, переміщення кінця зразка і прискорення стола вібратора для кута зсуву фаз між ними 270°. Значення вимірюваних і досліджуваних величин та їх довірчі інтервали подані в таблиці.

Параметри коливань, значення динамічної жорсткості та коефіцієнта демпфування зразків

Зразки		$f$ , Гц	$a_0$ , мм	$a$ , мм	$k/m$ , $c^{-1}$	$c/m$ , $c^{-2}$	Середні значення	
Тип	№						$k$ , н/м	$c$ , н · с/м
I	1	60	0,081	1,38	141 497	22,04	10 855± ±185	1,748± ±0,04
	2	59	0,079	1,30	136 780	22,43		
	3	59	0,076	1,23	136 765	22,81		
	4	59	0,072	1,23	136 816	21,61		
II	5	49	0,084	1,44	94 370	17,89	6 932± ±487	1,369± ±0,195
	6	48	0,066	1,23	90 603	16,13		
	7	47	0,069	1,18	86 824	17,19		
	8	47	0,092	1,38	86 738	19,59		

Як видно, зразки першого типу мають вищі динамічні характеристики (таблиця). Їх жорсткість, демпфування і резонансна частота вищі в середньому на 56, 27 і 24 відсотки відповідно. Крім цього, більші динамічні сили ( $ma\omega^2$ ) викликають менші переміщення. Отже, вищі динамічні характеристики зумовлені багатошаровими ребрами жорсткості, що обмежують зміщення поперечних перетинів зразків і підвищують напруження в тримких шарах. Обмеження зміщень підвищує жорсткість, а підвищення динамічних напружень збільшує розсіювання енергії у зразках.

Із досліджень випливає, що застосування багатошарових ребер жорсткості у тришарових конструкціях суттєво підвищує їх динамічні характеристики.

*The dynamic rigidity and the damping coefficient for the specimens cut from a glued parquet board of a three-layer structure is studied experimentally. It is revealed that utilization of multi-layer rigidity ribs increases the dynamic characteristics of a product.*

### Література

1. Расчет трехслойных конструкций: Справочник / В.Н. Кобылев, Л.М. Коварский, С.И. Тимофеев / Под общ. ред. В.Н. Кобылева. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с.
2. Патент 19849 А Україна. В 27 М 3/04. Спосіб формування основи паркетної дошки / П.П. Онуфрик, Ю.Я. Сениш. – Опубл. 25.12.97. Бюл. № 6.
3. Пелех Б.Л., Саяк Б.И., Когут И.С., Мыкита А.Ю. Динамическая жесткость и демпфирующие свойства упругих элементов с армирующими композиционными покрытиями // Проблемы прочности. – 1986. – № 2. – С. 81–84.
4. Когут И.С., Мыкита А.Ю., Буря О.И., Чигвинцева О. П. Методика дослідження динамічних характеристик конструкційних матеріалів при циклічному згині балочних зразків // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій (випуск 2): В 3-х т. / Під заг. ред. Панасюка В.В. – Львів: Каменяр, 1999. – Т. 1. – С. 101–103.
5. Патент 34135 А Україна. G 01 N 11/00. Установка для визначення коефіцієнта демпфування і динамічної жорсткості при згинних коливаннях зразка / І.С. Когут, А.Ю. Мыкита. – Опубл. 15.02.2001. Бюл. № 1.
6. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин. – М., 1969. – С. 14.

Одержано 11.04.2001 р.