

УДК 624.011.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДЕФОРМАТИВНОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ ДВОТАВРОВИХ БАЛОК РАМИ З OSB-СТІНКОЮ

*Б. Демчина, д. т. н., М. Сурмай, асистент, А. Пелех, асистент  
Національний університет «Львівська Політехніка»*

**Постановка проблеми.** Розвиток будівельної галузі сприяє пошуку нових варіантів конструкцій, які б переважали не тільки за міцнісними та деформативними параметрами, а й за значно меншою вартістю виготовлення та монтажу. До таких конструкцій належать двотаврові дерев'яні колони та балки з OSB-стінкою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Роботу дерев'яних двотаврових балок із OSB-стінкою досліджували як вітчизняні, так і зарубіжні науковці. На сьогодні у Національному університеті «Львівська політехніка» проводять експерименти з визначення ефективного перерізу таких балок.

**Постановка завдання.** Конструювання будівель з дерев'яних двотаврових елементів з OSB-стінкою передбачає попереднє випробування їх у натурну величину. Завдання нашого дослідження – виготовити дві балки різного перерізу (рис. 1) з метою визначення допустимого погонного розрахункового навантаження на кожен з них.

**Виклад основного матеріалу.** Дерев'яну двотаврову балку марки Б-1 було виготовлено з двох дощок перерізом 40 x 80 мм та з OSB-стінки 12,5 x 155 мм. Дерев'яну двотаврову балку марки Б-2 виготовлено з двох дощок перерізом 50 x 136 мм та з двома OSB-стінками перерізом 12,5 x 132 мм, між якими вкладали пінополістирол товщиною 80 мм. Стінки з'єднували з полічками за допомогою поліуретанового клею. Проліт балок, що випробовували, становив 5400 мм.

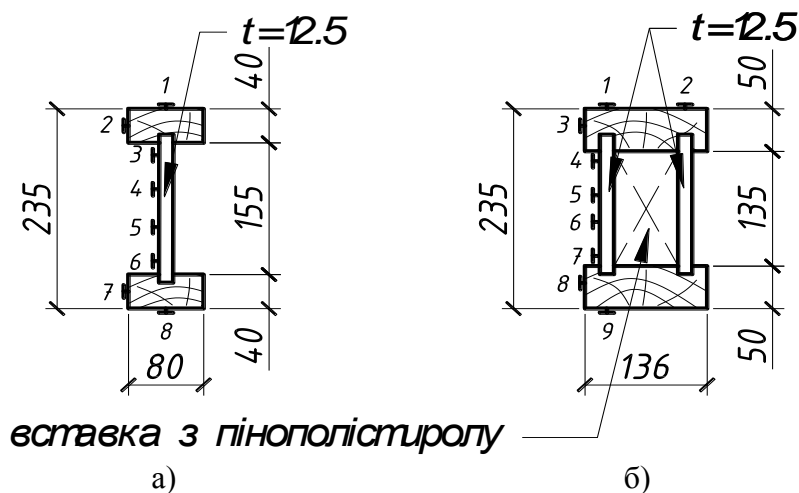


Рис. 1. Переріз досліджуваних балок та розміщення мікроіндикаторів:  
а) марка Б-1; б) марка Б-2.

Дерев'яні двотаврові балки 1 були випробувані на лабораторному стенді (рис. 2) в горизонтальному положенні за схемою однопролітної розрізної балки з лівою нерухомою та правою рухомою опорами. Навантаження здійснювали за допомогою домкрата 3 та розподільчої траверси 4 і прикладали до балки у третилах прольоту до повного їх руйнування. Вимірювання величини навантаження здійснювалося за допомогою опорних кільцевих динамометрів 2. Навантаження прикладалося ступенями по 110 кг кожне, витримка між якими становила 10 – 15 хв. Абсолютні деформації за висотою перерізу балки всередині прольоту вимірювалися чотирма мікроіндикаторами 5 з базою 100 мм. Прогин балки вимірювали за допомогою прогинуміра Аістова 7, а просідання опор – двома індикаторами 6.

Для встановлення міцності деревини поясів балки на виробничому майданчику у процесі виготовлення дослідних балок було розроблено спеціальний пристрій для визначення питомого опору висмикуванню сталевих нагелів із деревини (ДБ-1), на який отримано патент України на корисну модель № 64102 [1]. Схема пристрою показана на рис. 3.

Принцип роботи пристрою ДБ-1 для визначення питомого опору висмикуванню сталевих нагелів із деревини полягав у тому, що ним виконували замір величини висмикувального зусилля шурупа, попередньо закрученого в деревину на певну глибину, а далі за допомогою перехідних формул (56) зі СНиП II-25-80 [2] визначали величину міцності деревини.

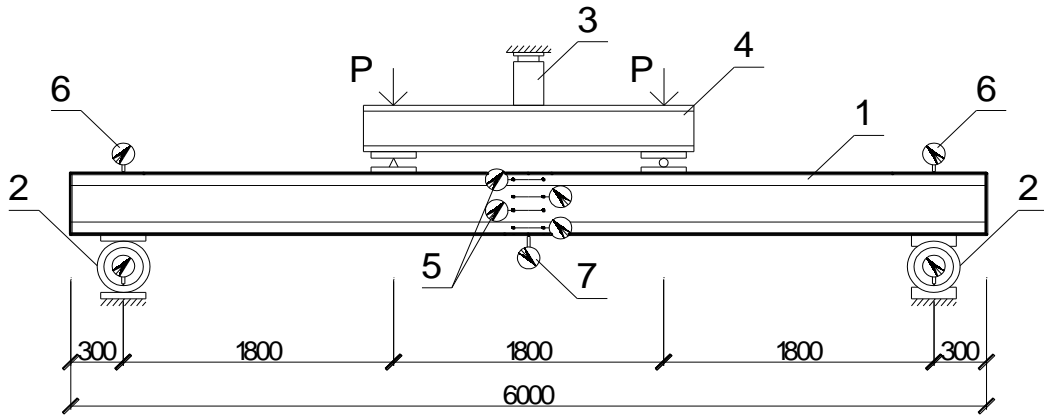


Рис. 2. Схема завантаження балки: 1 – балка; 2 – кільцеві динамометри; 3 – домкрат; 4 – розподільча траверса; 5, 6 – мікроіндикатори; 7 – індикатори; 8 – прогиномір Аістова.

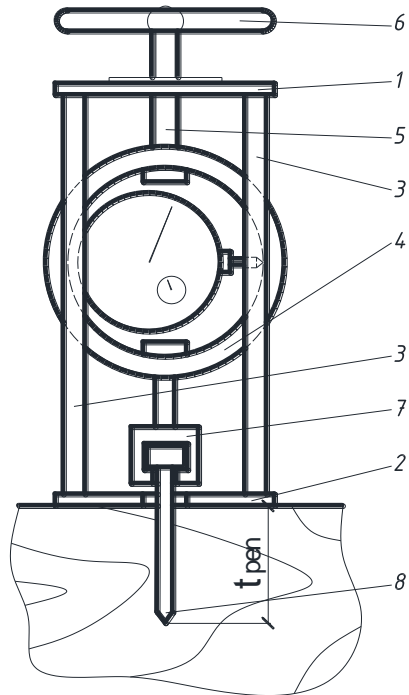


Рис. 3. Схема пристрою для визначення питомого опору висмикуванню сталевих нагелів з деревини: 1 – верхня опорна траверса; 2 – нижня опорна траверса; 3 – опорні стійки; 4 – кільцевий динамометр; 5 – витяжний гвинт; 6 – рукоятка; 7 – ключ під головку нагеля; 8 – спеціальний сталевий шуруп; 9 – мікроіндикатор.

**Результати випробування.** За результатами проведених випробувань були побудовані експериментальні та розрахункові графіки залежностей прогинів балок від навантаження (рис. 4, 5).

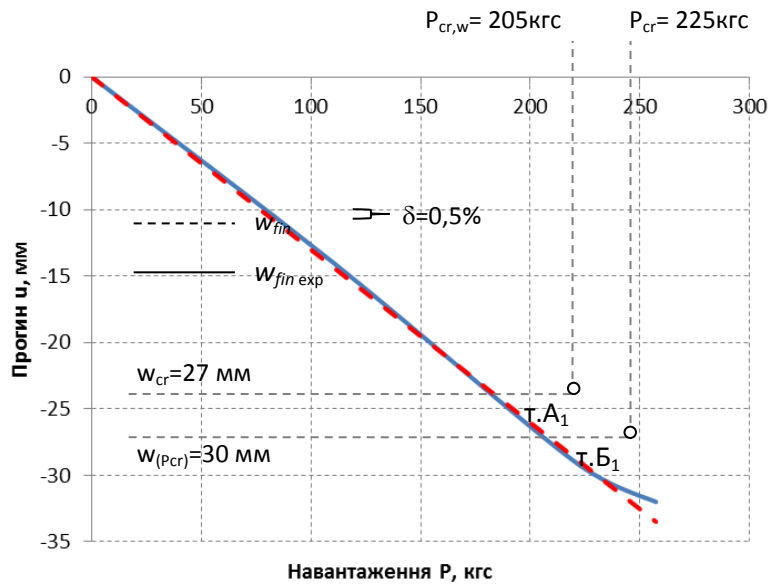


Рис. 4. Залежність експериментальних і розрахункових прогинів балки марки Б-1 від навантаження.

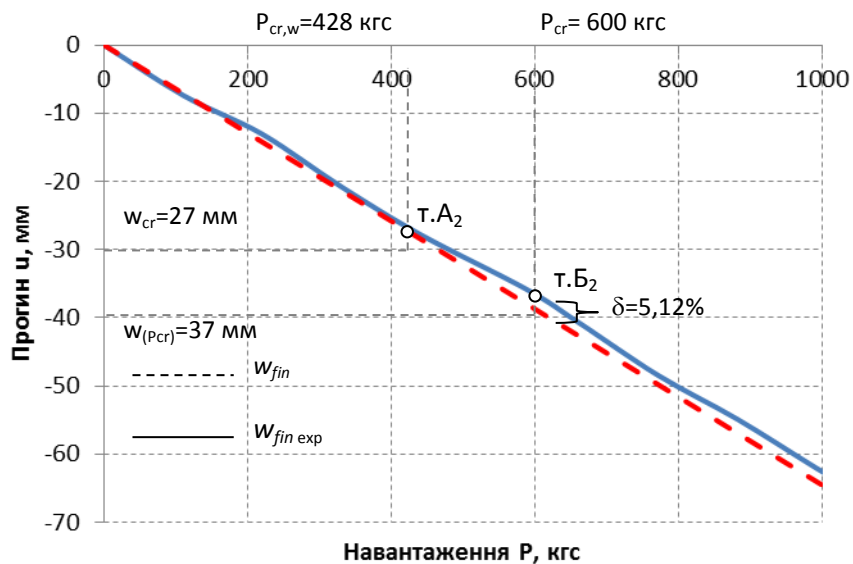


Рис. 5. Залежність експериментальних і розрахункових прогинів балки марки Б-2 від навантаження.

Згинальний момент у середині балок знаходили з визначення:

$$M = Pl/3 \quad (1)$$

Через згинальний момент визначили значення величини еквівалентного розподіленого навантаження, з умови, що

$$M = ql^2/8 = Pl/3, \quad (2)$$

тоді

$$q = 8P/3l. \quad (3)$$

Розрахункове значення погонного рівномірно розподіленого навантаження приймаємо із коефіцієнтами  $k_{mod}$  та  $\gamma_M$  згідно з [1]:

$$q_d = k_{mod} * q / \gamma_M \quad (4)$$

Погонне рівномірно розподілене навантаження для балки Б-1 становило 0,7, а для балки Б-2 – 1,45 кН/м.

Розрахунок двотаврових балок за другою групою граничних станів рекомендовано проводити як для клеєфанерної двотаврової балки, але з урахуванням фізико-механічних характеристик OSB-стілки та коефіцієнта  $k_w$

$$w_{fin} = w_{fin,0} / k_w, \quad (5)$$

де  $w_{fin}$  – розрахунковий прогин досліджуваної балки з OSB-стілкою;

$w_{fin,0}$  – розрахунковий прогин двотаврової балки згідно з нормами [3], [4].

Коефіцієнт  $k_w$  визначали із формули:

$$k_w = w_{fin,0} / w_{fin,exp}, \quad (6)$$

де  $w_{fin,exp}$  – експериментальне значення прогину балки.

Через відношення (6) визначено, що для балки марки Б-1 значення коефіцієнта  $k_w = 0,75$ , для балки марки Б-2  $k_w = 0,8$ .

Порівняння розрахункового прогину  $w_{fin}$  (5) із експериментальним  $w_{fin,exp}$  показало максимальне розходження  $\delta = 5,12\%$  (див. рис. 4, 5).

Проаналізувавши графік прогинів балки Б-1, встановили два критичні моменти. Перший (т.А<sub>1</sub>) визначений за навантаження  $P_{cr,w} = 205$  кгс, коли балка досягла гранично допустимого прогину 27 мм, що визначався згідно з умовою [3]:

$$w_{cr} = l/200 = 5400/200 = 27 \text{ мм}. \quad (7)$$

Другий момент – у точці перегину кривої графіка прогинів балки Б-1 (т. Б<sub>1</sub>), що настав за навантаження  $P_{cr} = 225$  кгс.

Критичні точки визначали аналогічно, як і в балці Б-1. Гранично допустимого прогину (т.А<sub>2</sub>) було досягнуто в момент навантаження  $P_{cr,w} = 428$  кгс, а точка перегину кривої графіка (т.Б<sub>2</sub>) встановлена за навантаження  $P_{cr} = 600$  кгс.

Характер руйнування балок показано на рис. 6, 7. Для обох балок руйнування почалося з розриву нижнього розтягнутого поясу в місцях із

дефектами деревини на ділянці чистого згину балок, після чого тріщини поширилися і на OSB-стінки.



Рис. 6. Місце руйнування розтягнутої полицки балки Б-1.



Рис. 7. Місце руйнування стінки та полицок балки Б-2.

### Висновки

1. Розрахунок прогину випробуваних балок можна рекомендувати виконувати за існуючою методикою як для клеєфанерної двотаврової балки із врахуванням коефіцієнта  $k_w = 0,75$  для балок типу марки Б-1 та  $k_w = 0,8$  для балок типу марки Б-2, що забезпечують запас несучої здатності до 5%.

2. Допустиме значення еквівалентного розрахункового розподіленого навантаження для балки марки Б-1 становило  $q_d = 0,7$  кН/м, а для балки марки Б-2 –  $q_d = 1,45$  кН/м.

3. Руйнування з'єднань дощатих поясів балок з OSB-стілкою не відбувалося.

### Бібліографічний список

1. Пат. 64102 Україна, МПК G01N 3/08, G01N 33/46. Пристрій для визначення питомого опору висмикуванню сталевих нагелів з деревини / Демчина Б.Г.,

Демчина Х.Б., Пелех А.Б., Сурмай М.І. ; заявник і патентовласник НУЛП. – и 2011 04827; заявл. 19.04.11; опубл. 25.10.11, Бюл. № 20.

2. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1982. – 66 с.

ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011.

Конструкции из дерева и пластмасс. Примеры расчета и конструирования: [учеб. пособие для вузов] / под ред. проф. Иванова В. А. – 3-е изд., перераб. и доп. –К. : Вища шк., 1981. – 392 с.

**Демчина Б., Сурмай М., Пелех А. Дослідження міцності та деформативності дерев'яних двотаврових балок рами з OSB-стіною**

Подано результати досліджень міцності й деформативності деревини двотаврової балки з OSB-стіти. Наведені аналіз та рекомендації.

**Ключові слова:** дерев'яні конструкції, OSB-плита, міцність та деформативність.

**Demchyna B., Surmay M., Pelech A. Research of strength and deformability wooden I-beams with OSB-wall**

This paper presents the results of research strength and deformability of wood I-beams frame with OSB-wall. Are presented the analysis and recommendations.

**Key words:** wooden structures, OSB-plate, strength and deformability

**Демчина Б., Сурмай М., Пелех А. Исследование прочности и деформативности деревянных двутавровых балок рамы с OSB-стенкой**

Представлены результаты исследований прочности и деформативности древесены двутавровой балки рамы из OSB-стены. Наведены анализ и рекомендации.

**Ключевые слова:** деревянные конструкции, OSB-плита, прочность и деформативность.