

**УДК 624.011.01**

## **РОБОТА БАЛОК З ЦІЛЬНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ПРЯМОГО ТА КОСОГО ЗГИНУ**

### **WORK OF SOLID WOOD BEAMS IN TERMS OF DIRECT AND SLANTING BEND**

**Павлюк А.П., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)**

**Pavluk A.P., post-graduate student (National University of Water Management and Environmental Engineering, Rivne)**

Наведені результати експериментальних досліджень міцності та деформативності дерев'яних балок в умовах прямого та косоного згину. Результати дадуть змогу проектувати конструкції з деревини використовуючи більш повно несучу здатність елементів, а також більш економічно підібрати товщини елементів в залежності від довжини та висоти конструкцій.

The article presents the results of experimental studies of strength and deformability of wooden beams in terms of direct and slanting bend. The results obtained will enable the design of wood structures using a full carrying capacity of the elements, and to choose more economically the thickness of the elements depending on the length and height of structures.

Ключові слова: деревина, несуча здатність, косий згин, прямий згин, деформації, напруження, жорсткість.

Keywords: wood, caring capacity, straight bend, slanting bend, deformation, strain, stiffness.

**Вступ.** Деревина як міцний, легкий в обробці, естетичний та відносно дешевий будівельний матеріал завжди знаходив широке застосування в будівництві. Деревина широко застосовується в будівлях та спорудах в якості несучих конструкцій, що працюють на стиск, згин, косий згин (колони, балки, прогони, крокви, ферми) та в огорожуючих конструкціях (стінах, перегородках, перекриттях, покриттях). Також деревина використовується для

виготовлення столярно-будівельних виробів (двері, вікна, паркет, підлоги, меблі). Піломатеріали, дереволокнисті та деревостружкові плити, LVL- плити та балки, а також фанера є одними з основних будівельних матеріалів, що сьогодні застосовуються в будівництві.

**Стан питання та задачі дослідження.** Значна кількість дерев'яних конструкцій в будівлях і спорудах різного цільового призначення працюють на згин. Основним і найбільш застосовуваними з них є балки. Тому дослідження дерев'яних балок на прямий та косий згин є актуальним на сьогодні.

**Методика досліджень.** Випробування балок було умовно поділено на два етапи:

- дослідження дерев'яних балок на прямий згин;
- дослідження дерев'яних балок на косий згин.

Назви дослідних зразків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Назви дослідних зразків та їх розташування

Характер роботи	Назва балки	Кут нахилу
Прями згин	БД-1	-
	БД-2	-
Косий згин	БД-3	10°
	БД-4	10°
	БД-5	25°
	БД-6	25°

Для проведення випробувань першого етапу (прямий згин) в лабораторії кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд Національного університету водного господарства та природокористування було виготовлено дослідну установку ( рис.1).

В якості породи деревини була прийнята сосна, так як вона є одна з найбільш поширених в будівельній галузі та площа запасів на території нашої країни складає близько 35% всіх запасів. Завдяки своїм технічним властивостям, доступності обробки ріжучими інструментами і малій об'ємній вазі деревина сосни є основною в будівництві. Для виготовлення зразків вибиралось дерево з максимально рівним стовбуром для забезпечення паралельності волокон, з мінімальною кількістю гілок та діаметром не менше 20 см.

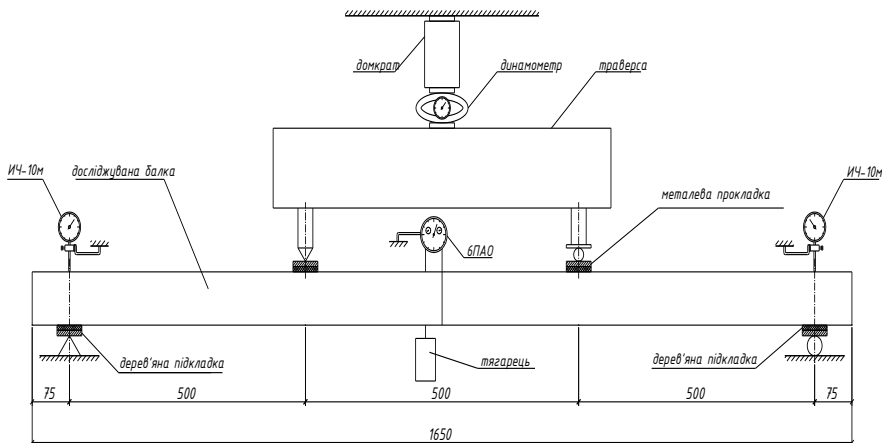


Рис.1. Дослідження балок на прямий згин

Дослідження проводилися на балках суцільного перерізу 50x80 мм довжиною 1650 мм. Розрахункова схема – це балка вільно лежача на двох опорах завантажена двома зосередженими силами. Навантаження прикладалось через металеву траверсу за допомогою гідравлічного домкрата. В місцях обпирання та прикладання навантаження підкладались дерев'яні підкладки для запобігання місцевого змінання деревини. В середині прольоту балки встановлювався прогиномір. На опорах для фіксування деформацій влаштовувались ИЧ-10м.

Для проведення випробувань другого етапу попередньо виготовлялись металеві опори, які забезпечували необхідний кут нахилу балки, так як випробування проводилось за дії косоного згину. Дослідження проводились за кутів нахилу 10° та 25°. Балки встановлювались на металеві опори. Навантаження прикладалось через траверсу за допомогою гідравлічного домкрата. Між металевими опорами та досліджуваною балкою влаштовувались дерев'яні підкладки. В місцях прикладання навантаження для запобігання впливу кручення [1] встановлювались в'язі. Для фіксування прогинів балок в двох площинах встановлювались прогиноміри на опорах та посередині балки. Схема дослідної установки для випробувань балки в умовах косоного згину зображена на рис.2.

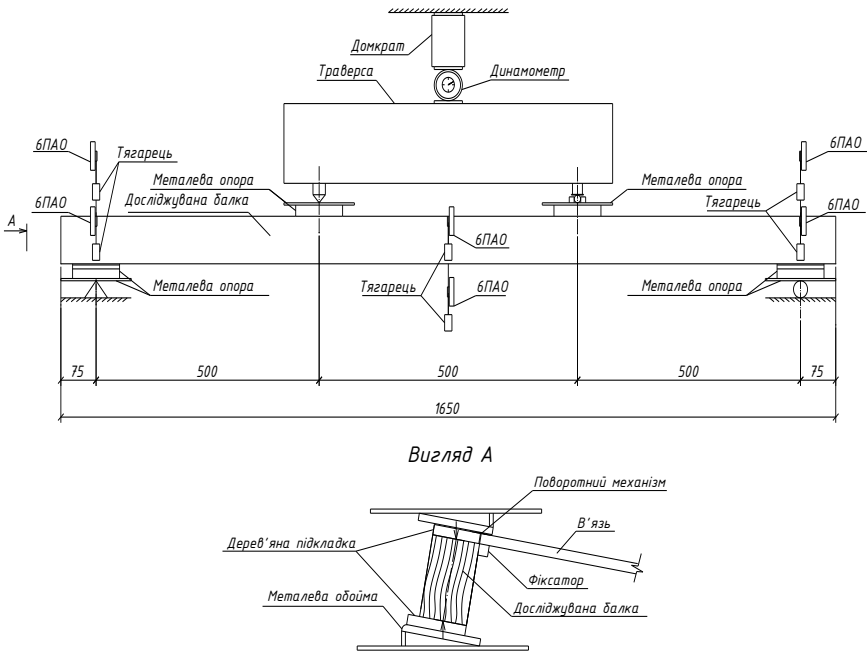


Рис.2. Дослідження балок на косий згин

**Результати дослідження.** При випробуваннях на прямий та косий згин навантаження прикладалось ступенями 8-10 % від руйнівного згідно [2,3,4]. На кожному ступені навантаження проводилось зняття показів з усіх вимірювальних приладів та фотофіксація балки. Руйнівне навантаження досліджуваних балок на прямий та косий згин наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Руйнівні навантаження дерев'яних балок

Назва зразка	Розміри перерізу b·h (мм)	Руйнівні навантаження, F, кН
БД-1	50,1x80,1	12,2
БД-2	50,1x80,1	12,3
БД-3	50,2x79,9	22,0
БД-4	50,1x80,1	21,9
БД-5	50,2x80,1	15,0
БД-6	49,9x80,2	15,1

Руйнування балок за дії прямого та косоного згину за двох різних кутів нахилу проходило в зоні чистого згину з попереднім утворенням складок. При навантаженні 1100 кг балок на прямий згин відбувалося перше звукове потріскування. Для косозігнутих балок при кутах нахилу  $10^\circ$  та  $25^\circ$  перше потріскування було при навантаженні 1700 та 1300 кг відповідно. Подальше завантаження зразків супроводжувалося значним збільшенням прогинів та потріскуванням. На рис.3 наведено характер руйнування балок БД-1, БД-3 та БД-5.

а)



б)



в)



Рис.3.Характер руйнування дерев'яних балок:  
а) БД-1 ; б) БД-3 ; в) БД-5

Як видно з таблиці 2 несуча здатність балок за кутів нахилу 10 та 25 градусів більша.

Прогини балок БД-1 та БД-2 наведені на рисунку нижче. Згідно [5] гранично допустимий прогин балок складає  $1/150 l$ , де  $l$ -проліт балки. В нашому випадку гранично допустимий прогин балок становить :

$$w_{fin} = \frac{l}{150} = \frac{1500}{150} = 10 \text{ мм (1)}$$

Цей прогин контролювався в процесі експерименту. Для балок БД-1 та БД-2, які працювали за прямого згину, він наставав при навантаженні 4,0 та 4,05 кН відповідно.

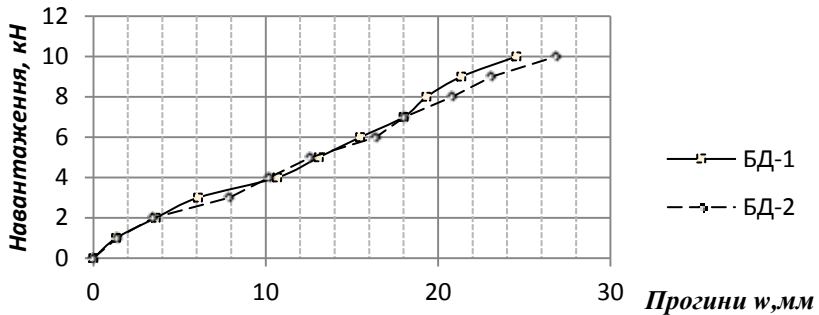


Рис. 4. Графік деформування балок БД-1 та БД-2 при роботі на прямий згин

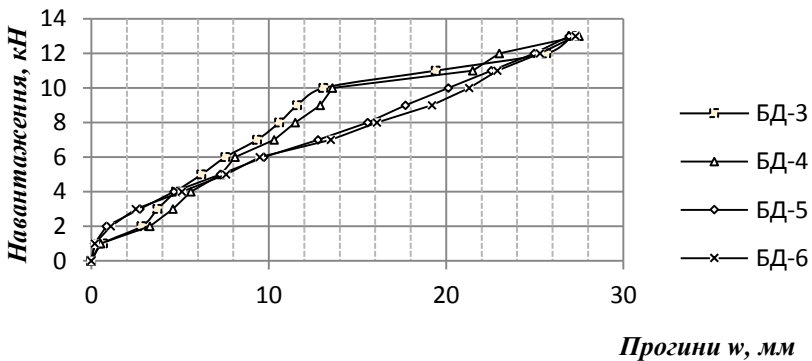


Рис. 5. Графік деформування балок БД-3...БД-6 при роботі на косий згин

Прогини балок БД-3...БД-4, які працювали за косоного згину, склались з прогинів в площині Y-Y та Z-Z. Після обробки даних будувались графіки залежності повних прогинів, які обчислювались за формулою:

$$f = \sqrt{f_y^2 + f_z^2} \quad (2)$$

де  $f_y$  – прогин в площині Y-Y, мм;  $f_z$  – прогин в площині Z-Z, мм.

Як видно з графіка для балок БД-3 та БД-4 при куті нахилу  $10^\circ$  гранично допустимий прогин наставав при навантаженні 7,71 та 7,19 кН відповідно. Для балок БД-5 та БД-6 при куті нахилу  $25^\circ$  гранично допустимий прогин наставав раніше при навантаженні 6,1 кН. Це можна пояснити більшим кутом нахилу балок.

**Висновки.** В результаті експериментальних досліджень були отримані нові дані щодо несучої здатності і деформативності за роботи деревини в умовах прямого та косоного згину. На основі цих досліджень можна зробити наступні висновки:

- середнє руйнівне навантаження для балок при роботі на прямий згин становило 12,25 кН, для балок при роботі на косий згин за кута нахилу  $10^\circ$  становило 21,95 кН, при роботі на косий згин за кута нахилу  $25^\circ$  становив 15,05 кН;
- встановлено характер руйнування дерев'яних балок суцільного перерізу, що знаходяться в умовах роботи за дії прямого та косоного згину під кутом нахилу  $10^\circ$  і  $25^\circ$ ;
- влаштування в'язей в місцях прикладання навантаження для косозігнутих балок збільшує їх несучу здатність;
- допустимий прогин балок, що працюють на прямий згин настає при навантаженні 4,0...4,05 кН, тоді як косозігнуті балки досягають граничного прогину при навантаженні 7,71 кН та 6,1 кН при кутах нахилу  $10^\circ$  та  $25^\circ$  відповідно.

1. Гомон С.С. Робота дерев'яних балок в умовах косоного згину /С.С. Гомон, А.П. Павлюк // Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Вип. 31. Рівне, НУВГП, 2015. – С.422-428. 2. ДСТУ EN 380-2008 Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження..2008.- 8с. 3. ДСТУ рг EN 384-2001. Лісоматеріали конструкційні. Визначення характеристикних значень механічних властивостей.2001.- 15с. 4. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с. 5. ДБН В.2.6-161:2010.Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення.-Київ: ДП Укрархбудінфо, 2011.- 102с.