

УДК 624.011.01

**ЖОРСТКІСТЬ БАЛОК З ЦІЛЬНОЇ ДЕРЕВИНИ ЗА КОСОГО ЗГИНУ ЗАЛЕЖНО ВІД ХАРАКТЕРУ ОБПИРАННЯ І ПРИКЛАДАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ**

**ЖЕСТКОСТЬ БАЛОК ИЗ ЦЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЗА КОСОГО ИЗГИБА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ОПИРАНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ НАГРУЗКИ**

**STIFFNESS SOLID WOOD BEAMS FOR SLANTING BEND DEPENDING ON THE CHARACTER LEANING AND APPLYING LOADING**

**Гомон С.С., к.т.н., проф., Павлюк А.П., аспірант** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

**Гомон С.С., к.т.н., проф., Павлюк А.П., аспірант** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

**Gomon S.S, candidate of technical sciences, professor, Pavluk A.P., post-graduate student** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

**Наведені результати експериментальних досліджень міцності та деформативності дерев'яних балок в умовах косоного згину.**

**Приведенные результаты экспериментальных исследований прочности и деформативности деревянных балок в условиях косоного изгиба.**

**The article presents the results of experimental studies of strength and deformability of wooden beams in terms of slanting bend.**

**Ключові слова:**

Деревина, несуча здатність, косий згин, деформації, напруження, жорсткість. Древесина, несущая способность, косоый изгиб, деформации, напряжения, жесткость.

Wood, caring capacity, slanting bend, deformation, strain, stiffness.

**Вступ.** Деревина в якості будівельного матеріалу використовується з давніх давен. Цьому сприяли такі фактори як наявність великих площ лісів, легкість обробки та транспортування дерев'яних конструкцій на місце будівництва. Крім цього деревина є хорошим будівельним матеріалом

завдяки своїй великій міцності при невеликій масі в порівнянні з металом та залізобетоном.

**Стан питання та задачі дослідження.** Важливою задачею у вдосконаленні норм проектування дерев'яних конструкцій є створення розрахункових моделей, які максимально відповідали б реальній роботі конструктивних елементів будівель та споруд. В приведених на даний час дослідженнях є дані про роботу дерев'яних балок на прямий згин. Косий згин-складний напружений стан, робота якого вивчена дуже мало. Метою даної роботи є дослідження міцнісних та деформативних характеристик дерев'яних балок в умовах косоного згину.

**Методика досліджень.** Для проведення випробувань попередньо було виготовлено дерев'яні балки першої серії суцільного перерізу довжиною 1650 мм. Балки першої серії випробувань було поділено на три групи в залежності від виду їх поперечного перерізу та характеру обпирання на опори. В лабораторії кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд НУВГП було виготовлено дослідну установку, яка задовольняла всі умови проведення запланованих досліджень.

Для проведення випробувань першої серії виготовлялись дерев'яні балки суцільного перерізу двох видів довжиною 1650 мм. Форми перерізу балок першої серії вказані на рисунку 1. Площі поперечного перерізу балок були рівні.

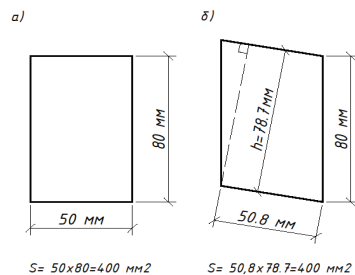


Рис.1. Форма та площі поперечних перерізів зразків першої серії:  
а) першої та другої групи; б) третьої групи

Випробування балок проводилось за кута нахилу  $10^\circ$ . Всі балки влаштовувались на спеціально виготовлені металеві опори, які забезпечували необхідний кут нахилу. В місцях обпирання балки на металеву опору підкладалися дерев'яні підкладки для запобігання змінанню деревини. Для першої групи зразків для зменшення впливу дії кручення [1] за роботи елемента на косий згин розміри обпирання балок на дерев'яні підкладки на опорах та в місцях прикладення навантаження були такими, щоб вісь прикладення зовнішнього навантаження проходила через центр ваги поперечного перерізу як балки, так і дерев'яних підкладок. ( див рис.2, б).

Для другої групи зразків першої серії сприйняття крутного моменту від дії зовнішнього навантаження було вирішено провести за рахунок встановлення

в'язей в місцях прикладання цього навантаження. В'язі кріпилися до верхнього поясу балки і запобігали деформуванню елемента сприймаючи крутний момент від дії зосередженого зовнішнього навантаження. ( див рис.2, в).

Для зменшення впливу крутного моменту дерев'яні балки третьої групи виготовлялись з підрізом балки по всій її довжині таким чином, щоб кут підрізу співпадав з кутом нахилу балки ( поперечний переріз балки буде мати вигляд паралелограма (див. рис. 1,б)), а напрямок прикладення зовнішнього навантаження буде співпадати з напрямком одної із головних осей поперечного перерізу балки такої конструкції (рис.2,г).

Над опорами було встановлено прогиноміри 6 - ПАО (по два над кожною опорою) для вимірювання деформацій ( зміщень) балки з цільної деревини в двох площинах Y-Y та Z-Z в цих точках обпирання. По середині прольоту було закріплено також два прогиноміри 6-ПАО також в двох площинах Y-Y та Z-Z для вимірювання переміщень балки посередині прольоту. Деформації деревини в зоні чистого згину вимірювали за допомогою тензодатчиків [2].

**Результати дослідження.** Навантаження прикладались ступенями в 8-10% від передбачуваного руйнівного за допомогою гідравлічного домкрата з врахуванням настанов та вимог [3,4,6]. Після прикладання кожного ступеня навантаження знімалися відліки з всіх прогиномірів та тензодатчиків. Для реєстрації показів тензометричних датчиків використана тензометрична вимірювальна система СИИТ. На кожному ступені навантаження проводилася витримка не менше 5 хвилин. Руйнівне навантаження досліджуваних балок наведено в табл.1

Таблиця 1

Руйнівні навантаження дерев'яних балок

Серія / Група	Розміри перерізу b·h (мм)	Назва зразка	Руйнівний момент, М, кНм
1/1	50,1x80,1	Б-1	4,125
1/1	50,1x80,1	Б-2	4,125
1/2	50,2x79,9	Б-3	5,5
1/2	50,1x80,1	Б-4	5,5
1/3	50,8x80,1	Б-5	4,125
1/3	50,8x80,2	Б-6	4,25

Як видно з таблиці 1 руйнівні моменти балок першої та третьої груп приблизно однакові і знаходяться в межах 4,125-4,25 кНм. Несуча здатність балок другої групи значно більша (на 1,375 кНм) в порівнянні з іншими групами. Це пояснюється влаштування додаткових в'язей в місцях прикладання навантаження, які не тільки сприймали крутний момент від дії зовнішньої сили, а й значно обмежували деформації балок в напрямку осі у-у.

Прогини балок в площині Y-Y та Z-Z для балок трьох груп наведені на рисунках нижче. Після обробки даних будувались графіки залежності повних прогинів, які обчислювалися за формулою

$$f = \sqrt{f_y^2 + f_z^2} \quad (1)$$

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

$f_z$  – прогин в площині Z-Z, мм;

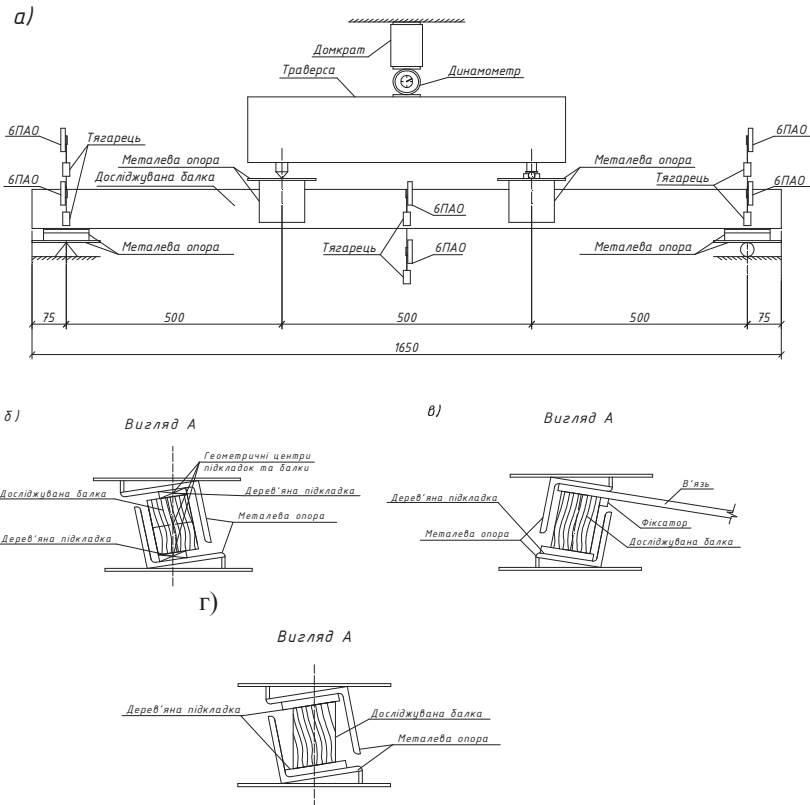


Рис.2. Схема дослідної установки випробування зразків 1 серії:

- розташування дерев'яної балки та вимірювальних приладів;
- обпирання балок першої групи випробувань;
- обпирання балок другої групи випробувань;
- обпирання балок третьої групи випробувань

Згідно [6] гранично допустимий прогин балок складає  $1/150 l$ , де  $l$  – проліт балки. В нашому випадку гранично допустимий прогин балок становить :

$$w_{lim} = \frac{l}{150} = \frac{1500}{150} = 10 \text{ мм}$$

Цей прогин контролювався в процесі експерименту. Для різних груп балок він наставав при різних рівнях навантаження(див рис.3...5).

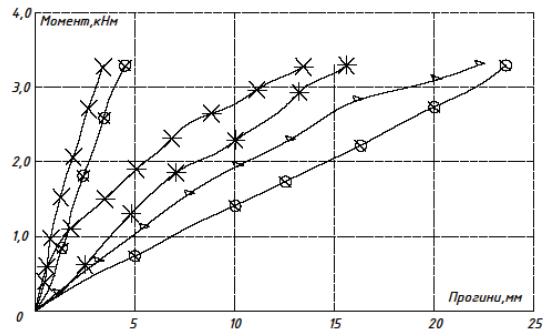


Рис.3. Графік залежності прогинів від згинаючого моменту для балок Б-1..Б-6 в площині у-у

—x— Б-1    —\*— Б-2    —x— Б-3    —□— Б-4    —△— Б-5    —○— Б-6

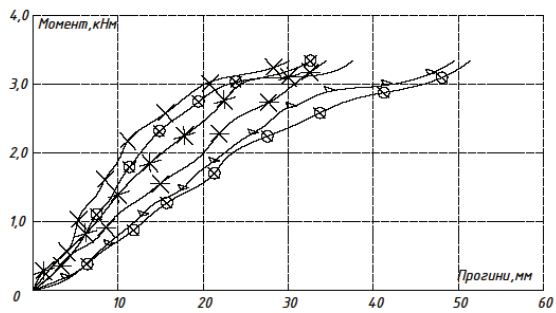


Рис.4. Графік залежності прогинів від згинаючого моменту для балок Б-1..Б-6 в площині z-z

—x— Б-1    —\*— Б-2    —x— Б-3    —□— Б-4    —△— Б-5    —○— Б-6

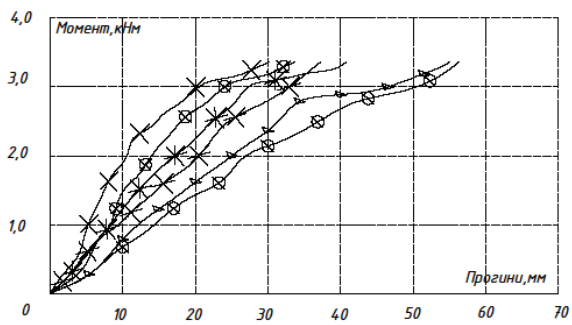


Рис.5. Графік залежності повних прогинів від згинаючого моменту для балок Б-1..Б-6

—x— Б-1    —\*— Б-2    —x— Б-3    —□— Б-4    —△— Б-5    —○— Б-6

Величини прогинів на всіх прогиномірах фіксувалися до навантаження 1300 кг, що складає 80 % від найменшого руйнівного навантаження для балок трьох груп, оскільки подальше навантаження могло призвести до миттєвого руйнування дослідних зразків що в свою чергу призведе до можливого руйнування вимірювальних приладів. Тому при досягненні вказаного навантаження прогиноміри знімалися. Як видно з графіка деформації балок третьої групи Б-3 та Б-4 (поперечний переріз - паралелограм) більші в порівнянні з балками першої Б-1 та Б-2 (прямокутний поперечний переріз). Тому можна говорити про те, що підріз балок по всій довжині для забезпечення чистого косого згину без кручення [1] є недоцільним і не ефективним в порівнянні з балками прямокутного перерізу та підкладками. З графіка також видно, що прогини балок другої групи менші в порівнянні з іншими балками як в напрямку осі z-z так і в напрямку осі у-у. Тому можна вважати, що переріз балок другої групи та влаштування додаткових в'язей є найефективнішим, оскільки зменшує деформації та збільшує несучу здатність згинальних елементів, що знаходяться в умовах косого згину.

За результатами дослідження балки руйнувалися в зоні чистого згину. При навантаженні балок першої та третьої серії 1600 кг відбувалося перше звукове потріскування балки. Для балок другої групи перше потріскування було при навантаженні 1700 кг. Подальше завантаження зразків всіх трьох груп супроводжувалося значним збільшенням прогинів та потріскуванням. Характер руйнування балки Б-1 та Б-4 зображено на рис.6. та рис 7.

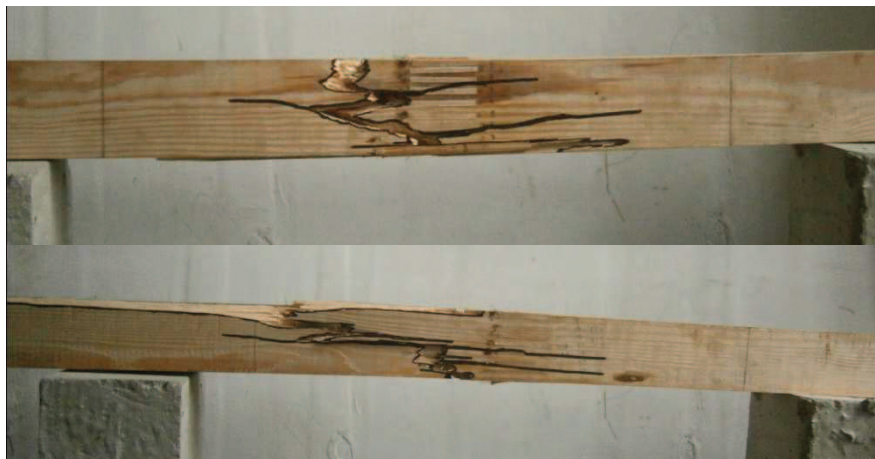


Рис.6 - Характер руйнування балки Б-1



Рис.7. Характер руйнування балки Б-4

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

- середній руйнівний момент балок першої серії першої групи становить 4,125 кНм, другої групи - 5,5 кНм, третьої групи - 4,187кНм;
- встановлено характер руйнування дерев'яних балок суцільного перерізу, що знаходяться в умовах роботи за дії косоного згину під кутом нахилу  $10^0$ ;
- переріз балок третьої групи через більші значення прогинів є менш ефективним в порівнянні з перерізом балок першої та другої групи;
- влаштування в'язей в місцях прикладання навантаження є ефективним шляхом для зменшення деформацій та збільшення несучої здатності згинальних елементів, що знаходяться в умовах роботи за дії косоного згину.
- влаштування в'язей збільшує несучу здатність косозігнутих дерев'яних балок до 25%

1. Гомон С.С. Робота дерев'яних балок в умовах косоного згину /С.С. Гомон, А.П. Павлюк // 36. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Вип. 31. Рівне, НУВГП, 2015. – С.422-428. 2. ГОСТ 21615–76 Тензорезисторы. Методы определения характеристик.-М.: Стройиздат, 1976 - 10с. 3. ДСТУ EN 380-2008 Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження..2008.- 8с. 4. ДСТУ pr EN 384-2001. Лісоматеріали конструкційні. Визначення характеристичних значень механічних властивостей.2001.- 15с. 5. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с. 6. ДБН В.2.6-161:2010.Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення.-Київ: ДП Укрархбудінфо, 2011.- 102с.