УДК 624.011.01

ДЕФОРМАТИВНІСТЬ БАЛОК З ЦІЛЬНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ КОСОГО ЗГИНУ

ДЕФОРМАТИВНОСТЬ БАЛОК ИЗ ЦЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ КОСОГО ИЗГИБА

DEFORMABILITY SOLID WOOD BEAMS IN TERMS OF SLANTING BEND

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., аспирант (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 and Environmental Engineering, Rivne)

Наведені результати експериметальних досліджень міцності та деформативності дерев'яних балок в умовах косого згину.

Приведенные результаты эксперементальних исследований прочности и деформативности деревянных балок в условиях косого 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, косой изгиб, деформации, напряжения, жесткость.
Wood, caring capacity, slanting bend, deformation, strain, stiffness.

Вступ. Сучасне будівництво потребує десятків різноманітних сучасних будівельних матеріалів, асортимент яких продовжує збільшуватись. Не дивлячись на те, що деревина є одним з найстаріших будівельних матеріалів, обсяг виробництва дерев'яних конструкцій зростає. Значні запаси даного природного матеріалу сприяють цьому, оскільки майже третина земної поверхні не зайнятої водоймами вкрита лісами[1]. Крім цього деревина є найбільш екологічним природним матеріалом.

Стан питання та задачі дослідження. Згин є одним з найбільш розповсюджених деформацій в будівельних конструкціях будівель та споруд. Він поділяється на прямий та косий. Перший вид деформування дерев'яних балок на сьогоднішній день достатньо досліджений, тоді як косий згин потребує глибокого вивчення через відсутність даних про такий складний напружено-деформований стан.

Методика досліджень. Для проведення випробувань виготовлялись дерев'яні балки довжиною 1650 мм та поперечним перерізом 50х80 мм .

В лабораторії кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд НУВГП було виготовлено дослідну установку, яка задовольняла всі умови проведення запланованих досліджень[2]. Випробування балок проводилось за кута нахилу 10° та 25°. Шарнірно рухома та шарнірно нерухома опори встановлювались під заданим кутом. Траверса передавала навантаження на балку через металеві опори, які також забезпечували необхідний кут нахилу. База траверси складала 1/3 розрахункового прольоту балки і дорівнювала 500 мм. При випробуваннях зразків в місцях обпирання балки на металеву опору та в місцях обпирання траверси підкладалися дерев'яні підкладки для запобігання зминанню деревини елемента, що досліджувався. Для сприйняття крутного моменту [3] в місцях прикладання навантаження влаштовувались в'язі до яких в свою чергу кріпились фіксатори (див.рис.1)

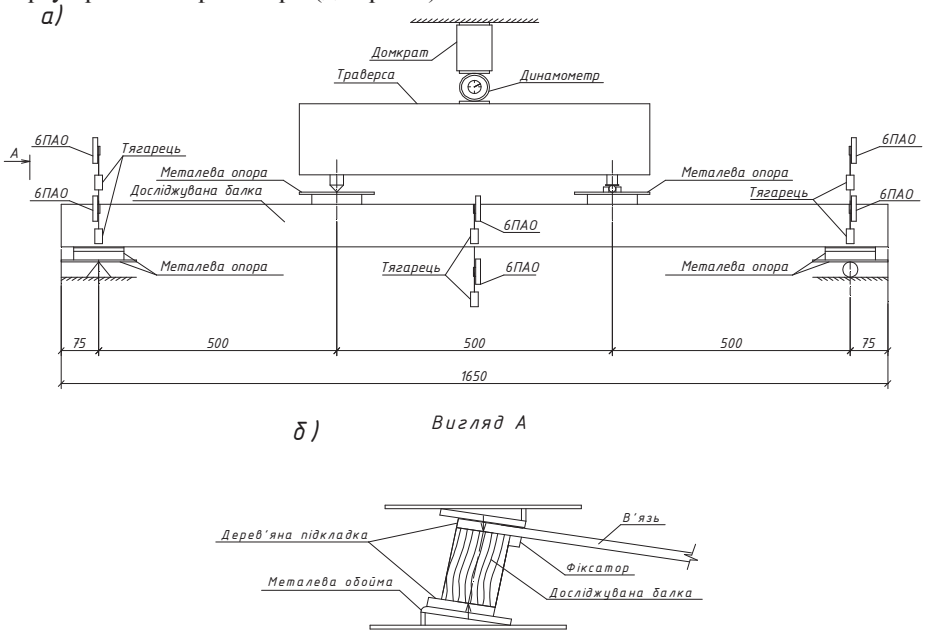

Рис.1. Схема дослідної установки випробування: а) розташування дерев'яної балки та вимірювальних приладів; б) розміщення в'язей та фіксатора.

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 в двох площинах Y-Y та Z-Z для вимірювання переміщень балки посередині прольоту.

Деформації деревини в зоні чистого згину вимірювали за допомогою тензодатчиків[4]. Тензодатчики попередньо перевірялись на справність спочатку за допомогою тестера (перед наклеюванням), пізніше за допомогою програмного забезпечення (після наклеювання та припаювання). Рівномірність прикладання навантаження забезпечувалась встановленим на траверсу гідравлічного домкрата. Рівень навантаження контролювався за допомогою динамометра, який попередньо був протарований.

Результати дослідження. Навантаження прикладалось ступенями в 8-10% від передбачуваного руйнівного за допомогою гідравлічного домкрата з врахуванням настанов та вимог [5,6,7]. 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.

Величини прогинів на всіх прогиномірах фіксувалися до навантаження, що складає 80 % від найменшого руйнівного значення для дослідних балок, оскільки подальше навантаження могло призвести до миттєвого руйнування дослідних зразків що в свою чергу призведе до можливого руйнування вимірювальних приладів.

Руйнівне навантаження досліджуваних балок наведено в табл.1

Табл.1

Руйнівні навантаження дерев'яних балок

Кут нахилу, град.	Розміри перерізу b·h (мм)	Назва зразка	Момент при граничному прогині w_{fin}, кНм	Руйнівний момент, М, кНм
10°	50,1x80,1	Б-1	2,1	5,5
10°	50,1x80,1	Б-2	2,2	5,55
25°	50,2x79,9	Б-3	1,57	3,75
25°	50,1x80,1	Б-4	1,7	3,77

Після обробки даних будувались графіки залежності повних прогинів, які обчислювалися за формулою:

$$w = \sqrt{w_y^2 + w_z^2}$$

де w_y – прогин в площині Y-Y, мм;

w_z – прогин в площині Z-Z, мм;

Згідно [8] гранично допустимий прогин балок складає 1/150 l, де l-проліт балки. В нашому випадку гранично допустимий прогин балок становить :

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

Цей прогин контролювався в процесі експерименту. Для різних кутів нахилу він наставав при різних рівнях навантаження. Прогини балок в площині Y-Y та Z-Z для балок Б-1…Б-4 наведені на рисунках нижче (див рис.2).

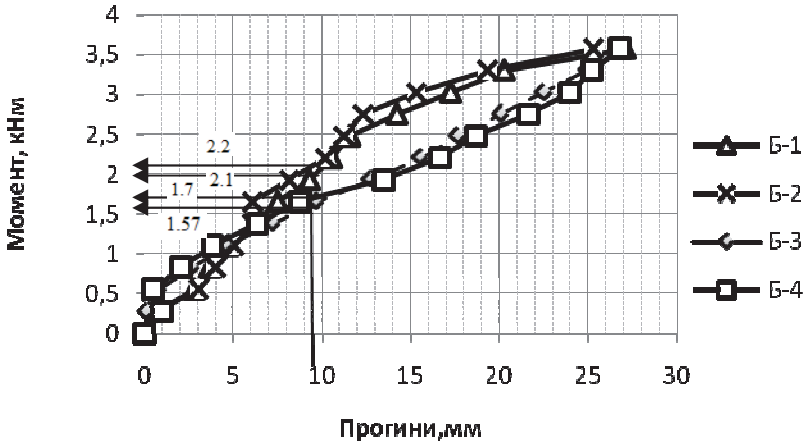

Рис.2. Повні прогини дослідних балок

Як видно з графіку граничні прогини для балок Б-1 та Б-2 досягались при навантаженні 2,1 кНм та 2,2 кНм, тоді як для балок Б-3 та Б-4 при 1,57 кНм та 1,7 кНм відповідно. Це відбувається за рахунок більшого кута нахилу і, відповідно, більших деформацій при цьому[9].

За результатами досліду балки руйнувалася в зоні чистого згину. Характер руйнування балки Б-1 та Б-4 зображено на рис.3.

а)

б)

Рис.3. Характер руйнування дослідних балок: а) Б-1; б) Б-4

Після випробувань та обробки даних тензодатчиків визначено положення нейтральної лінії [10] та побудовані графіки деформування волокон

дослідних балок при косому згині за кутів нахилу 10° та 25°. Дані графіки наведені на рис.4 та на рис.5.

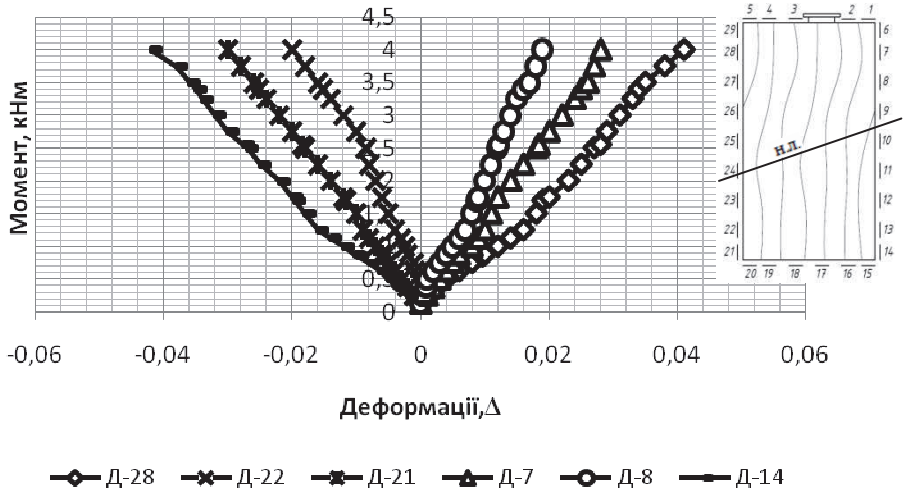

Рис.4 Графік деформування балки Б-1 за косого згину при куті нахилу 10°

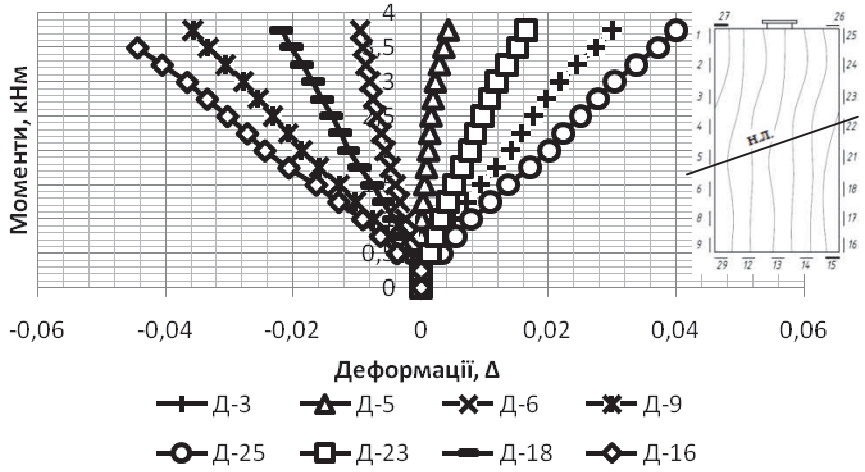

Рис.5 Графік деформування балки Б-4 за косого згину при куті нахилу 25°

Як видно з графіків, деформування балки Б-4 протягом збільшення навантаження відбувається більш стрімко в порівнянні з балкою Б-1. Це можна пояснити більшим кутом нахилу дослідної балки Б-4 (25°).

Висновки. В результаті експериментальних досліджень були отримані нові дані щодо несучої здатності і деформативності дерев'яних балок в умовах косого згину. На основі цих досліджень можна зробити наступні висновки:

- середній руйнівний момент балок за кута нахилу 10 становить 5,525 кНм, за кута нахилу 25 - 3,76 кНм;
- граничні прогини балок при куті нахилу 10 настають при середньому значенні моментів 2,15 кНм, при куті нахилу 25 - 1,635 кНм;
- встановлено характер руйнування дерев'яних балок суцільного перерізу, що знаходяться в умовах роботи за дії косого згину під кутами нахилу 10 та 25 ;
- збільшення кута нахилу балки призводить до збільшення її деформативності;
- встановлено положення нейтральної лінії при косому згині балки за кута нахилу 10 та та 25 ;
- збільшення кута нахилу призводить до зменшення несучої здатності балок.

1.Steilin H. Die Holzproduktion der Welt, kologische, soziale und konomische Aspecte. In: Holz als Rohstoff in der Weltwirtscaft (Steilin H., Plochman R., And Loffler H.)Landwirtschaftsverlag, Monster-Hiltrup.-P.14-44. 2. Павлюк А.П..Методика дослідження балок з цільної та клеєної деревини в умовах косого згину /С.С. Гомон, А.П. Павлюк // Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Вип. 32. Рівне, НУВГП, 2016. – С.231-236. 3. Гомон С.С. Робота дерев'яних балок в умовах косого згину /С.С. Гомон, А.П. Павлюк // Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Вип. 31. Рівне, НУВГП, 2015. – С.422-428. 4. ГОСТ 21615–76 Тензорезисторы. Методы определения характеристик.-М.: Стройиздат, 1976 - 10с. 5. ДСТУ EN 380-2008 Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження.2008.- 8с. 6. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с. 7. ДСТУ pr EN 384-2001. Лісоматеріали конструкційні. Визначення характеристичних значень механічних властивостей.2001.- 15с. 8. ДБН В.2.6-161:2010.Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення.-Київ: ДП Укрархбудінфо, 2011.- 102с. 9. Павлюк А.П.Робота балок з цільної деревини в умовах прямого та косого згину./Зб. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві-Вип.5.Луцьк, ЛНТУ,2016.- С.259-266. 10. Гомон С.С. Зміна положення нейтральної лінії балок з цільної деревини за косого згину в залежності від характеру обпирання і прикладання навантаження / Гомон С.С., Павлюк А.П., Поліщук М.В.//Зб. Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції – Київ, КНУБА, 2016 – С. 120-127