

УДК 624.011.01

ЖОРСТКІСТЬ БАЛОК З КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ КОСОГО ЗГИНУ

ЖЕСТКОСТЬ БАЛОК ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ КОСОГО ИЗГИБА

STIFFNESS GLULAM 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., 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 and Environmental Engineering, Rivne)

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

Приведены 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, косой изгиб, деформации, напряжения, жесткость.

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

Вступ. Деревина на сьогоднішній день є перспективним будівельним матеріалом. Підтвердженням цьому є збільшення її використання в галузі будівництва. Виготовлення клеєних дерев'яних конструкцій дозволяє більш широко застосовувати деревину в будівництві завдяки можливості створення елементів будь-яких перерізів та форм. Крім цього міцність клеєних конструкцій більша в порівнянні з аналогічними елементами з цільної деревини.

Стан питання та задачі дослідження. Косий згин - складний напружено-деформований стан, який потребує широкого вивчення через відсутність на

сьогоднішній день таких досліджень. Крім прогонів, обрешітки в умовах косоного згину можуть знаходитись і балки, які через неоднорідність матеріалу деревини або неточності при монтажу піддаються дії косоного згину. Метою даної роботи є дослідження міцнісних та деформативних характеристик дощатоклеєних дерев'яних балок в умовах косоного згину.

Методика досліджень. Для склеювання дослідних зразків застосовувався резорциновий клей. Дощатоклеєні дерев'яні балки виготовлялися з деревини сосни I сорту. Вологість деревини, з якої виготовлялися дослідні зразки, згідно [1,2], знаходилась в межах 12%. Різниця вологості в склеюваних дошках не перевищувала її допустиме значення [1]. Дощатоклеєна балка виготовлялась перерізом 100x150 мм з набору восьми дощок довжиною 3000 мм.

Дослідження дощатоклеєних дерев'яних балок проводилось на попередньо виготовленій дослідній установці [3]. Дослідні зразки влаштовувались на металеві опори, які забезпечували необхідний кут нахилу досліджуваної балки. Металеві опори виготовлялись з листової сталі товщиною 4 мм. Такі ж металеві елементи влаштовувались в місцях прикладання навантаження, через які відбувалась передача навантаження від траверси. База траверси 900 мм, що становить 1/3 прольоту дощатоклеєної балки. Розподільча траверса в повній мірі забезпечувала розподіл навантаження пополам і передачу його на досліджувану балку. В місцях прикладання навантаження влаштовувались в'язі для зменшення впливу крутного моменту [4]. На металеві опори влаштовувались дерев'яні підкладки для запобігання зминанню деревини. Навантаження на балку давалось за допомогою гідравлічного домкрата. Рівень навантаження контролювався за допомогою попередньо протарованого динамометра. Навантаження прикладалось ступенями в 8-10% від передбачуваного руйнівного з врахуванням настанов та вимог [5]. Розрахункова схема випробування балок з клеєної деревини за косоного згину показано на рис. 1.

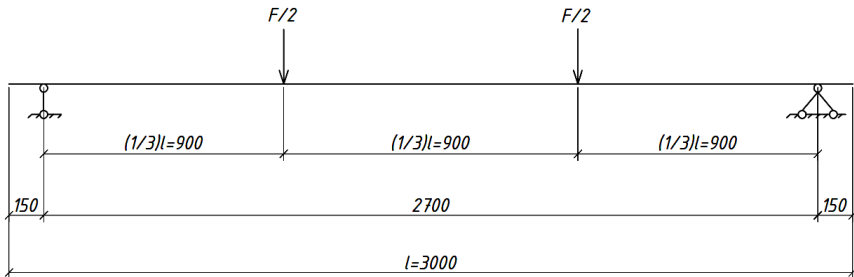


Рис. 1. Розрахункова схема дощатоклеєних балок

Для фіксування відносних деформацій балки наклеювались тензодатчики [6] базою 50 мм за допомогою клею БФ-2. Поверхня балки перед клеєнням була попередньо відшліфована та обезжирена. Датчики наклеювались посередині прольоту балки. Схема дослідної установки випробувань наведена на рис. 2.

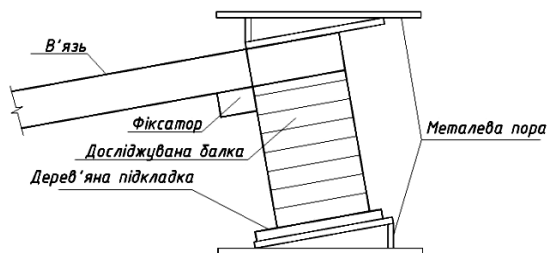
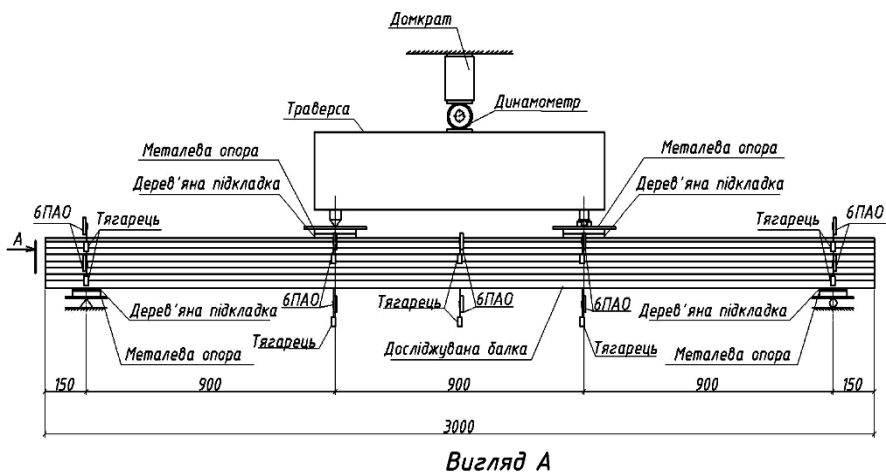


Рис.2. Схема дослідної установки випробувань

Для фіксування прогинів балки в площинах у-у та z-z влаштовувались прогиноміри 6 ПАО з ціною поділки 0,01 мм на опорах, в місцях прикладання навантаження та посередині прольоту. Температура і вологість в приміщення лабораторії визначалась за допомогою спиртового психометра. Температура в приміщенні була в межах 18-22⁰, а відносна вологість 50-60 %. Прогини записувались під час витримки кожного ступеня навантаження в журнал випробування. Тягарці прогиномірів кріпились до попередньо виготовлених та приклеєних епоксидним клеєм до балки металевих пластинок. Вимірювання прогинів проводилось для розрахунку згинальних елементів з клеєної деревини за другою групою граничних станів. Протягом випробування відбувався контроль за тим, при якому рівні навантаження прогини досягали своїх граничних значень. Згідно [7] гранично допустимий прогин балок складає $1/150 l$, де l -проліт балки. В нашому випадку гранично допустимий прогин балок становить :

$$w_{fin} = \frac{l}{150} = \frac{2700}{150} = 18 \text{ мм} \quad (1)$$

Дощатоклеєні балки випробовувались при куті нахилу 10° . Графіки залежності прогинів балок від навантаження наведені на рис.3...4.

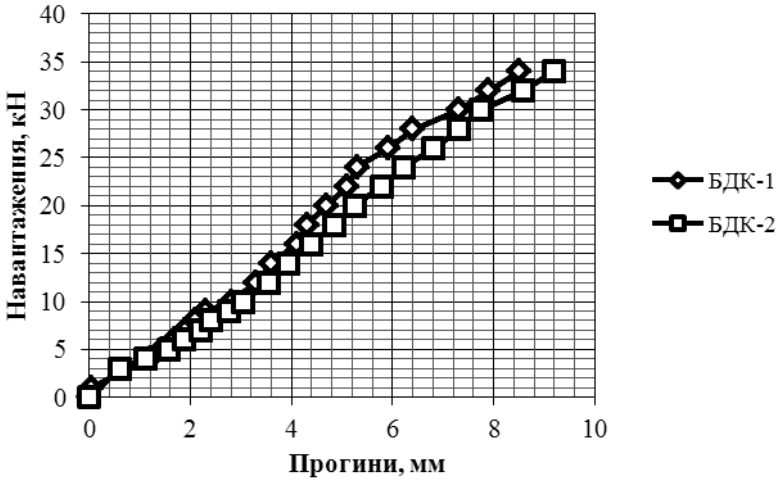


Рис. 3. Прогини дощатоклеєних балок відносно осі z-z

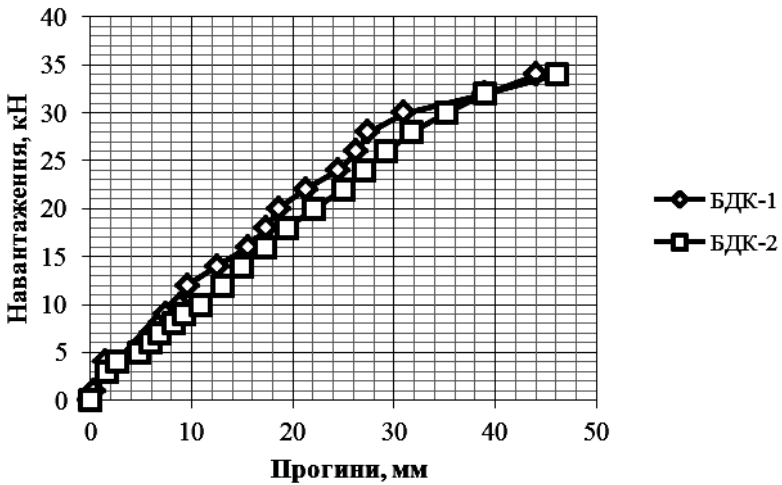


Рис. 4. Прогини дощатоклеєних балок відносно осі u-u

Величини прогинів на всіх прогиномірах фіксувались до навантаження 3400 кг, оскільки подальше навантаження могло призвести до миттєвого руйнування

дослідних зразків що в свою чергу призведе до можливого руйнування вимірювальних приладів.

Після побудови графіків залежності прогинів в площинах у-у та z-z від навантаження знаходились значення повних прогинів за формулою:

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

де w_y – прогин в площині у-у, мм;

w_z – прогин в площині z-z, мм;

Графіки залежності повних прогинів від навантаження наведено на рис.5.

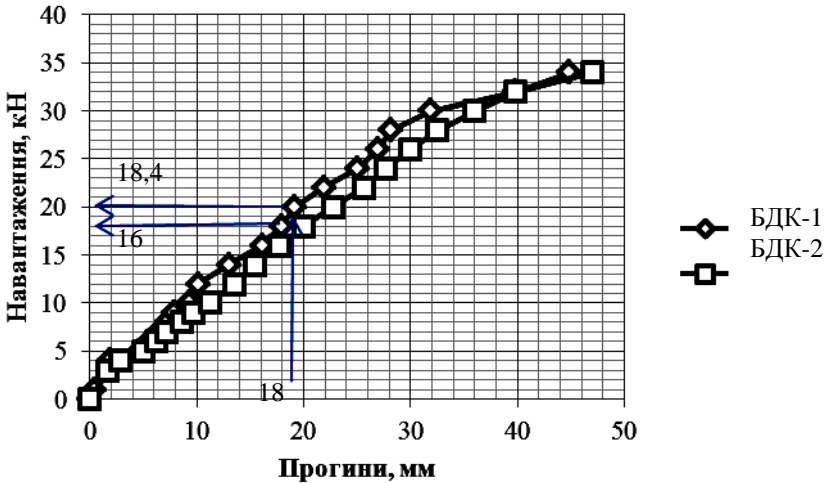


Рис. 5. Повні прогини дощатоклеєних балок

Як видно з графіку граничні прогини для балок БДК-1 та БДК-2 досягались при навантаженні 16 кН та 18,4 кН відповідно.

В місцях прикладання навантажень встановлювались прогиноміри для визначення величини модуля пружності дощатоклеєних балок [8]. Модуль пружності обчислювався за формулою:

$$E_x = \frac{F \cdot l^3}{548 \cdot I \cdot (w_c - w_n)} \quad (3)$$

де F – навантаження, що діє на балку, кН;

l – розрахунковий проліт балки, м;

I – момент інерції поперечного перерізу дослідної балки, м³;

w_c – прогин балки посередині прольоту, мм;

w_n – прогин балки в місці прикладання навантаження, мм.

Модуль пружності деревини для балки БДК-1 становив 14434 МПа, для балки БДК-2 – 14396 МПа.

В процесі випробувань велось візуальне спостереження та фотофіксація деформування досліджуваних балок. Балка завантажувалась до моменту руйнування. Руйнівне навантаження дощатоклеєних балок БДК-1 та БДК-2 за косоного згину при куті нахилу 10° становило 3800 та 3900 кг відповідно. Руйнування балки починалось в розтягнутій зоні чистого згину (крайній дошці) з подальшим виникненням і поширенням тріщин в напрямку опор. До початку руйнування спостерігалось утворення складок в стиснутій зоні дослідних дощатоклеєних балках. Характер руйнування балки БДК-1 наведено на рис.6



Рис.6. Характер руйнування дощатоклеєної балки БДК-1

Висновки. На основі проведених експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

- руйнівне навантаження для дощатоклеєних балок БДК-1 та БДК-2 при куті нахилу 10° становить 38,0 кН та 39,0 кН відповідно ;
- значення граничних прогинів балка БДК-1 досягала при навантаженні 18,4 кН, балка БДК-2 при навантаженні 16,0 кН;
- модуль пружності за дії косоного згину для балки БДК-1 становить 14434 МПа, для БДК-2 -14396 МПа;
- встановлено характер руйнування дерев'яних дощатоклеєних балок, що знаходяться в умовах роботи за дії косоного згину під кутом нахилу 10° ;

1. ГОСТ 20850-14 Конструкции деревянные клееные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2015 - 15с. 2. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1976. – 28 с. 3. Павлюк А.П. Методика дослідження балок з цільної та клеєної деревини в умовах косоного згину /С.С. Гомон, А.П. Павлюк // 36. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Вип. 32. Рівне, НУВГП, 2016. – С.231-236. 4. 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. 5. ДСТУ EN 380-2008 Лісоматеріали конструкційні. Загальні настанови щодо методів випробування на статичне навантаження. 2008.- 8с. 6. ГОСТ 21615-76 Тензорезисторы. Методы определения характеристик.-М.: Стройиздат, 1976 - 10с. 7. ДБН В.2.6-161:2010. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення.-Київ: ДП Укрархбудінфо, 2011.- 102с. 8. Делова М.И. Деформирование изгибаемых клеёных деревянных элементов при статическом нагружении/ Маргарита Ивановна Делова// Дис. канд. техн. наук: 05.23.01-Курск, 2001 .