

УДК 624.012.4

doi:10.31650/2707-3068-2022-26-155-163

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КРОКУ БАЛОК ДОЩАТОГО ПЕРЕКРИТТЯ¹Янін О.Є., к.т.н., доцент,

yanin_a@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0230-8669

¹Новікова С.М., старший викладач,

novikova_svetla@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0012-521X

¹Херсонський державний аграрно-економічний університет

вул. Стрітенська, 23, м. Херсон, 73006, Україна

Анотація. У статті наведені результати оптимізації кроку балок дерев'яного перекриття будівлі за критерієм мінімальних витрат матеріалу. Перекриття складається з паралельно розташованих дерев'яних балок прямокутного поперечного перерізу, на які укладається дощатий настил. Задача оптимізації вирішується виходячи з мінімізації сумарних витрат деревини на балки і дощатий настил. Для цього використовується цільова функція загального об'єму деревини для настилу і балок на одиницю площі перекриття. Проведені теоретичні дослідження і числовий експеримент показали, що можливо визначити крок балок дерев'яного перекриття, при якому сумарний об'єм деревини для нього буде мінімальним.

Ключові слова: дерев'яне перекриття, дощатий настил, крок балок, оптимізація, міцність, жорсткість, числовий метод, комп'ютерне середовище.

Вступ. У малоповерхових будівлях досить широко застосовують перекриття у вигляді дощатоного настилу по дерев'яних балках. Товщина дощок настилу і розміри поперечного перерізу балок при заданих діючих навантаженнях залежать від кроку балок. Крім того, від них залежать загальні витрати деревини на перекриття, які можна зменшити. При проектуванні дерев'яних елементів таких конструкцій, розміри балок і настилу визначають, виходячи з умов міцності окремо. Після цього перевіряють їх жорсткість. Насправді, геометричні розміри балки і дощатоного настилу взаємопов'язані. І такий зв'язок потребує подальшого вивчення. Він відкриває можливість оптимізації конструктивного рішення виходячи з критерію мінімізації витрат матеріалу.

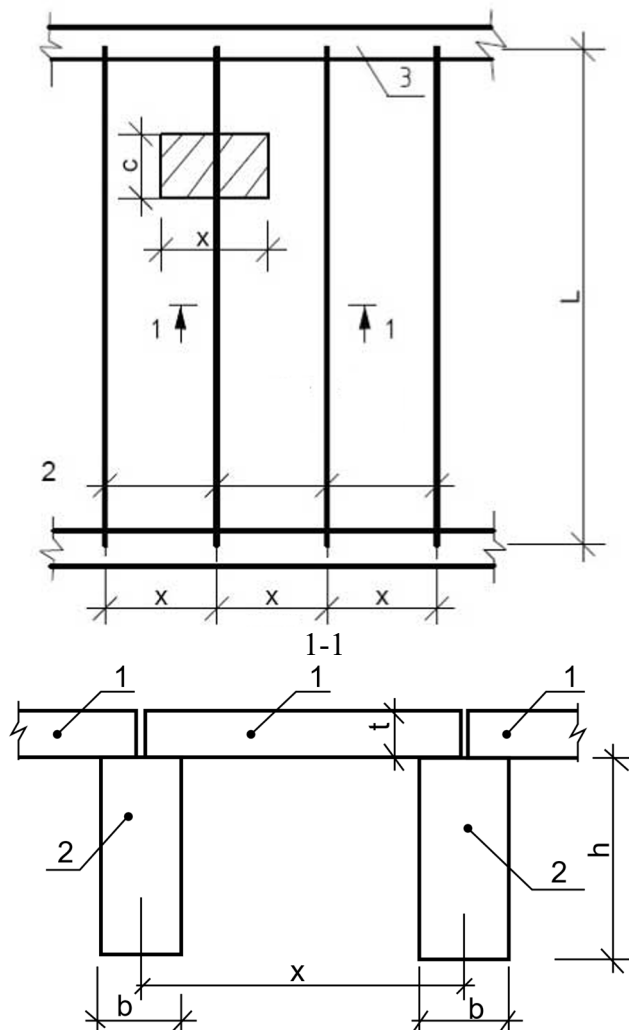
Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Проблеми оптимального проектування елементів дерев'яних конструкцій, що працюють на згин вирішуються у ряді праць провідних вітчизняних та закордонних вчених [1-6]. У роботі [1] доведено, що застосування попереднього напруження дає змогу створювати оптимальні конструкції прямолінійних клеєних дерев'яних балок зниженої матеріаломісткості. При цьому ефект підвищення несучої здатності дерев'яної балки буде обмежений межею міцності на стиск матеріалу, з якого її виготовлено. У роботі [2] експериментально доведено, що армування дерев'яних балок металевою стрічковою арматурою дає змогу в двічі збільшити їх несучу здатність. Автори показали, що найбільш ефективним способом армування дерев'яних балок стрічковою арматурою є встановлення її вертикально в площині дії згинального моменту. Такий підхід відкриває можливість створити економічно вигідне оптимальне дерев'яне перекриття. У роботі [3] обґрунтована економічна ефективність одностороннього армування клеєної дерев'яної балки з відносно невисоким відсотком. Автори обґрунтували, що для зниження значень дотичних напружень доцільним є додаткове похиле армування в зонах опор. При цьому, в окремих випадках для зниження деформативності, підвищення несучої здатності конструкцій або при обмеженні будівельної висоти оптимальним є армування зовнішніх зон балок, що працюють на згин. В роботі [7] наведені результати оптимізації кроку сталевих балок у балочній клітці спрощеного типу, коли на вертикальні несучі конструкції (стіни, колони) спираються балки двотаврового профілю. Оптимальний крок балок підбирався таким чином, щоб сумарні витрати сталі на балки і настил були мінімальними. На підставі проведених теоретичних досліджень запропонована методика рішення задачі оптимізації.

Аналогічну методику можна застосувати для дерев'яної балки. В цілому існує певний брак публікацій на тему оптимізації параметрів дерев'яного перекриття за критерієм мінімальних витрат матеріалу.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Якщо крок балок дерев'яного перекриття відносно малий, то розміри їх поперечного перерізу визначаються умовою жорсткості при певному запасі міцності, що приводить до зайвих витрат матеріалу. У випадку, коли цей крок відносно великий, виникає потреба у достатньо масивному дощатому настилі по балках для забезпечення жорсткості. Отже, повинен існувати певний оптимальний крок балок, який відповідав би мінімальним витратам деревини. Тому, доцільним є дослідження способів оптимізації схеми розміщення балок у плані за критерієм мінімальних витрат матеріалу.

Постановка завдання. Розглянемо перекриття у вигляді паралельно розташованих дерев'яних балок прямокутного поперечного перерізу. На них укладається дощатий настил (рис. 1).

В рамках вирішення задачі оптимізації за критерієм мінімальних витрат матеріалу, будемо визначати крок балок $X = X_0$, при якому сумарні витрати деревини на балки і дощатий настил є мінімальними. Це потребує введення цільової функції об'єму деревини на одиницю площі перекриття. Вона залежить від X . Використовуючи методику знаходження мінімуму функцій, будемо визначати оптимальний крок балок X_0 .



1 – дощатий настил; 2 – дерев'яні балки прямокутного поперечного перерізу;
3 – вертикальні несучі конструкції

Рис. 1. Схема дерев'яного перекриття

Основний матеріал і результати. Сумарні витрати деревини на балки і дощатий настил знайдемо для прямокутної ділянки перекриття, шириною X і довжиною C (див.рис.1). Вона є частиною вантажної площі балки. Ці витрати складають

$$V_1 = tcx + bhc, \quad (1)$$

де t – товщина дощатого настилу;

b і h – відповідно ширина і висота прямокутного поперечного перерізу балки (рис.1).

Витрати деревини на одиницю площі перекриття (в см)

$$V = \frac{V_1}{cx} = t + \frac{bh}{x}. \quad (2)$$

В останній формулі від невідомого кроку балок X залежать розміри t , b і h . Їх треба виразити через X . Для спрощення рішення задачі прийемо, що відношення $\frac{b}{h} = k$. Тоді $b = kh$. Величину k будемо вважати заданою та незалежною від X .

Розрахункове граничне погонне навантаження на дощатий настил уздовж його прольоту X у межах ширини C

$$q_n = (q_1 + \gamma)C, \quad (3)$$

де q_1 – розрахункове граничне корисне навантаження на одиницю площі перекриття;

γ – розрахункова питома вага деревини, кН/м³.

Будемо виходити з того, що товщина настилу підбирається виходячи з умови міцності за нормальними напруженнями від згину згідно з формулами (9.15) і (9.16) [8]:

$$\frac{M_{y,d,n}}{f_{m,y,d}W_{y,d,n}} \leq 1. \quad (4)$$

де $f_{m,y,d}$ – розрахункове значення міцності деревини при згині;

$M_{y,d,n}$ – максимальний згинальний момент посередині прольоту настилу при шарнірному обпиранні по розривній схемі:

$$M_{y,d,n} = \frac{q_n X^2}{8} = \frac{(q_1 + \gamma)CX^2}{8}; \quad (5)$$

$W_{y,d,n}$ – момент опору поперечного перерізу стрічки настилу, шириною C у вертикальній площині згину

$$W_{y,d,n} = \frac{Ct^2}{6}. \quad (6)$$

Після підстановки $M_{y,d,n}$ і $W_{y,d,n}$ з формул (5) і (6) в умову (4) отримаємо вираз, який зв'язує X і t

$$4f_{m,y,d}t^2 - 3X^2\gamma - 3X^2q_1 \geq 0. \quad (7)$$

Рішення цієї нерівності другого ступеню відносно товщини дощатого настилу t у позитивній області значень має вигляд [9]:

$$t \geq \frac{3X^2\gamma}{8f_{m,y,d}} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{16f_{m,y,d}q_1}{3X^2\gamma^2}} \right). \quad (8)$$

Якщо в умові міцності (4) поставити знак рівності, то функціональна залежність t від X на підставі формули (8) запишеться у наступному вигляді:

$$t_{(X)} = \frac{3X^2\gamma}{8f_{m,y,d}} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{16f_{m,y,d}q_1}{3X^2\gamma^2}} \right). \quad (9)$$

Розрахункове граничне погонне навантаження на балку уздовж її прольоту L при ширині вантажної площі X

$$q_{\delta} = (q_1 + \gamma)X + bh\gamma. \quad (10)$$

Будемо виходити з того, що розміри поперечного перерізу балки визначаються виходячи з умови міцності за нормальними напруженнями від згину згідно з формулами (9.15) і (9.16) [8]:

$$\frac{M_{y,d,\delta}}{f_{m,y,d}W_{y,d,\delta}} \leq 1. \quad (11)$$

де $M_{y,d,\delta}$ – максимальний згинальний момент посередині прольоту балки при шарнірному обпиранні по розрізній схемі:

$$M_{y,d,\delta} = \frac{q_{\delta}L^2}{8} = \frac{[(q_1 + \gamma)X + kh^2\gamma]L^2}{8}; \quad (12)$$

$W_{y,d,n}$ – момент опору поперечного перерізу балки у вертикальній площині згину

$$W_{y,d,\delta} = \frac{kh^3}{6}. \quad (13)$$

Після підстановки $M_{y,d,\delta}$ і $W_{y,d,\delta}$ з формул (12) і (13) в умову (11) отримаємо вираз, який зв'язує X і h

$$4f_{m,y,d}kh^3 - 3ktL^2h^2 - 3X(q_1 + \gamma) \geq 0. \quad (14)$$

Цей вираз являє собою нерівність третього ступеню відносно невідомої висоти балки h . Його рішення пов'язане зі значними алгебраїчними труднощами [9]. Тому задачу доцільно вирішувати числовим методом у комп'ютерному середовищі *MathCAD*. Для прикладу приймемо наступні вихідні дані:

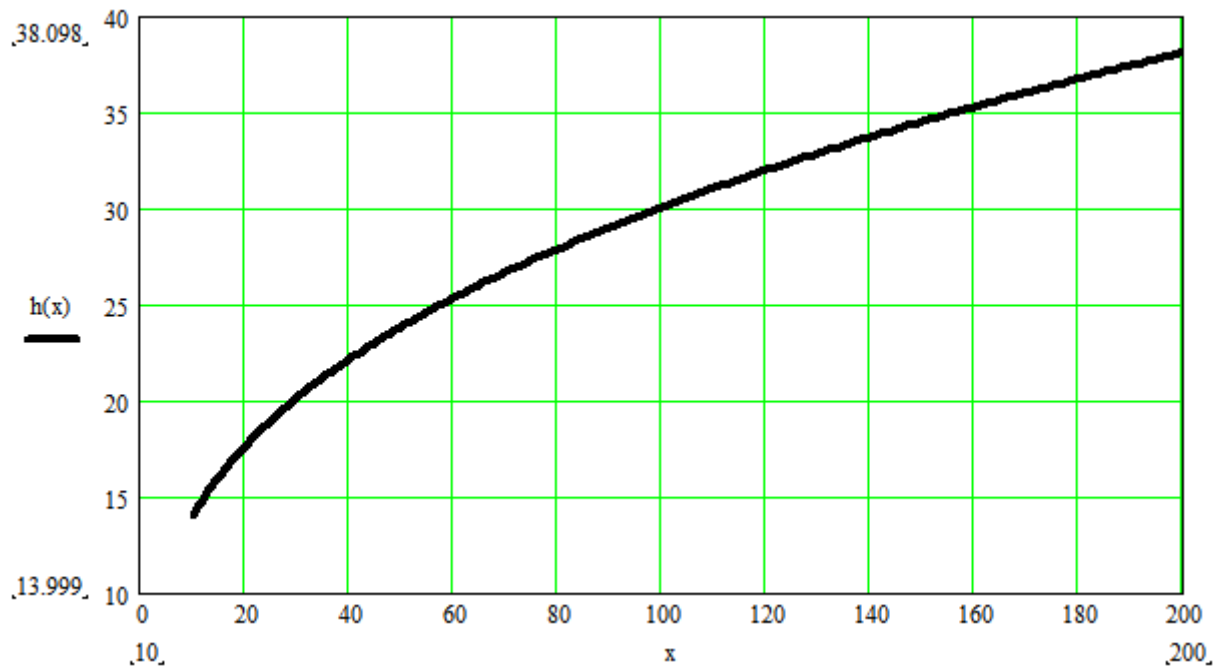
$$f_{m,y,d} = 13 \text{ МПа}; q_1 = 20 \text{ кПа}; L = 5 \text{ м}; \gamma = 5 \text{ кН/м}^3; \kappa = 1/6.$$

Функціональну залежність h від X отримаємо на підставі рішення рівняння міцності за нормальними напруженнями від згину згідно з формулами (9.15) і (9.16) [8]:

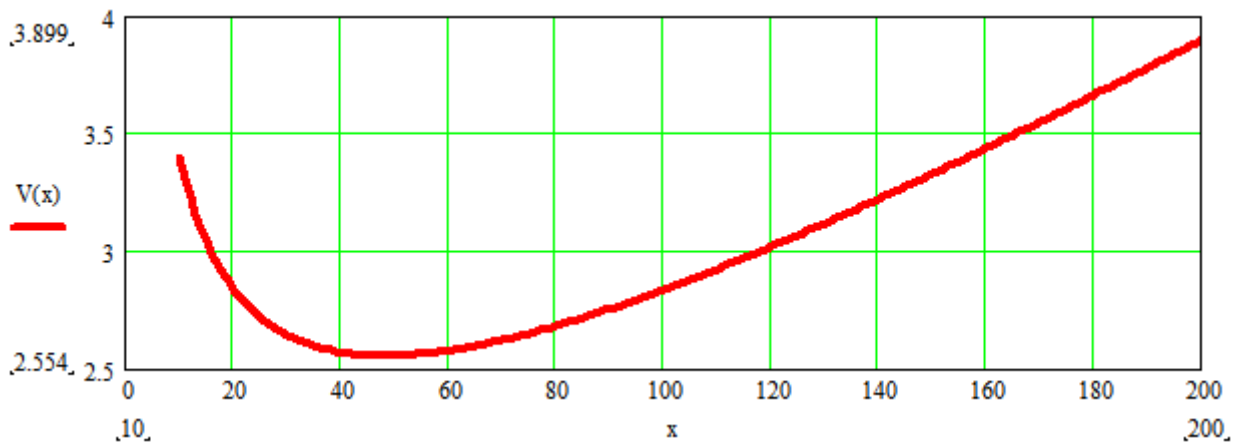
$$\frac{M_{y,d,\delta}}{f_{m,y,d}W_{y,d,\delta}} = 1. \quad (15)$$

З аналізу формули (12) можна зробити висновок, що $M_{y,d,\delta}$ залежить від невідомих змінних величин t , X і h . Функціональну залежність t від X приймаємо згідно з формулою (9). Тоді, максимальний згинальний момент посередині прольоту балки $M_{y,d,\delta}$ буде залежати тільки від X і h . Момент опору поперечного перерізу $W_{y,d,n}$ залежить від невідомого h . Отже, вираз (15) являє собою неявну функцію h від X (див. формулу (14)). Для отримання потрібної залежності $h_{(X)}$ доцільно скористатись для формули (15) операторами **Given-Find** у комп'ютерному середовищі *MathCAD*. При наведених вище вихідних даних, графік залежності $h_{(X)}$ має вигляд, наведений на рис. 2.

Величину V можна розглядати як приведену товщину перекриття у цілому. Шляхом трасування графіку цільової функції можна отримати оптимальний крок балок $X = X_0$, який відповідає мінімальному значенню цієї функції. При вихідних даних, що розглядаються, $X_0 = 48 \text{ см}$ (рис. 3).

Рис. 2. Графік залежності $h(x)$ (h і X в см)

Після підстановки знайдених залежностей $t(x)$ і $h(x)$ в формулу (2) у комп'ютерному середовищі *MathCAD*, отримаємо цільову функцію витрат деревини на одиницю площі перекриття V , що залежить від кроку балок X . Її графік при наведених вище вихідних даних показаний на рис. 3.

Рис. 3. Графік цільової функції витрат деревини на одиницю площі перекриття $V(x)$ (V і X в см)

Оптимальний крок балок X_0 визначався на підставі забезпечення міцності настилу і балок за нормальними напруженнями від згину. При цьому жорсткість настилу і балок може виявитись не забезпеченою.

Тому, треба визначити, при яких значеннях кроку X жорсткість конструкцій забезпечена для випадку рівності правої і лівої частин умови міцності за нормальними напруженнями від згину. З метою спрощення розрахунків будемо враховувати тільки корисне навантаження на одиницю площі перекриття q_1 .

З формул (9.15) і (9.16) [8] випливає, що у граничному стані за міцністю для середини прольоту

- для стрічки дощатого настилу, шириною C :

$$\frac{6q_1CX^2}{8f_{m,y,d}Ct^2} = 1; \quad (16)$$

- для балок:

$$\frac{6q_6L^2}{8f_{m,y,d}kh^3} = 1. \quad (17)$$

Згідно з п.10.2 [8] умова жорсткості має вигляд:

- для стрічки дощатого настилу, шириною C :

$$\frac{5 \frac{q_1}{\gamma_{fm}} CX^4}{32E_{0,mean}Ct^3} \leq \frac{X}{n_0}; \quad (18)$$

- для балок

$$\frac{5 \frac{q_6}{\gamma_{fm}} L^4}{32E_{0,mean}kh^4} \leq \frac{L}{n_0}. \quad (19)$$

де $1/n_0$ – граничний відносний прогин настилу і балки перекриття, які працюють по схемі балки на двох опорах;

$E_{0,mean}$ – модуль пружності деревини вздовж волокон;

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним навантаженням.

У виразах (16) і (18), які відносяться до дощатого настилу, невідомою є його товщина t . З рівняння (16):

$$t = \frac{X}{2} \sqrt{\frac{3q_1}{f_{m,y,d}}}; \quad (20)$$

Після підстановки t з формули (20) в умову жорсткості стрічки дощатого настилу (18) будемо мати:

$$\frac{12\gamma_{fm}E_{0,mean}}{5n_0} \sqrt{\frac{3q_1}{f_{m,y,d}^3}} \geq 1. \quad (21)$$

У виразах (17) і (19), які відносяться до балки, невідомою є її висота h . З рівняння (17):

$$h = \sqrt[3]{\frac{3q_6L^2}{4f_{m,y,d}k}}. \quad (22)$$

Після підстановки h з формули (22) в умову жорсткості балки (19) будемо мати:

$$L \leq \frac{81 \cdot 128}{125} \frac{q_6 \gamma_{fm}^3 E_{0,mean}^3}{kn_0^3 f_{m,y,d}^4}. \quad (23)$$

З урахуванням того, що $q_6 = q_1 X$, умову (23) можна перетворити до наступного виду:

$$X \geq \frac{125}{81 \cdot 128} \frac{Lkn_0^3 f_{m,y,d}^4}{q_1 \gamma_{fn}^3 E_{0,mean}^3} \quad (24)$$

Висновки. На підставі аналізу умов жорсткості стрічки дощатого настилу (21) і балки (24), можна зробити висновок, що ці умови забезпечується при відносно малій величині розрахункового значення міцності деревини при згині $f_{m,y,d}$. Тому, при проектуванні дерев'яного балочного перекриття з оптимальним кроком балок, доцільно використовувати деревину відносно малої міцності.

Проведені теоретичні дослідження і числовий експеримент показали, що можливо визначити крок балок дерев'яного перекриття, при якому сумарний об'єм деревини на нього буде мінімальним. При цьому, виникає необхідність у використанні комп'ютерного середовища.

У подальших дослідженнях можна використати цільову функцію приведених витрат, яка враховує витрати під час експлуатації.

Література

1. Кульман С. М., Бугаєнко Я. П., Бойко Л. М., Загурський Й. В. Дослідження феномену попереднього напруження дерев'яних клеєних балок. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2019, т. 29, № 5. С. 97-102.
2. Башинський О.І., Боднарчук Т.Б., Пелешко М.З. Несуча здатність та вогнестійкість дерев'яних балок армованих зовнішньою стрічковою арматурою *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2014 №9. С. 184-189.
3. Фурсов В.В., Пурызданхах М. Экспериментальное исследование натуральных балок из клееной древесины. *Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського*. 2013. Випуск 12. С. 71-77.
4. Бояджи А.О., Бойко А.В., Стоянов В.О. Застосування дерев'яних двотаврових балок з вузлами з трубчастих сталевих елементів у конструкціях кружально-сітчастих склепінь *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини*. 2020, Вип. 24. С. 19-27.
5. Гілодо О.Ю., Арсірій А.М., Кітаєв А.А., Гуренко В.І. Підсилені дерев'яні двотаври в малоповерховому будівництві. *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини*. 2019, Вип. 23. С. 18-23.
6. Стоянов В.В. Экспериментальные исследования двутавровых деревянных балок. *Современные строительные конструкции из металла и древесины*. 2005. Ч. 1: С. 208-213.
7. Янін О.Є., Новікова С.М. Підбір раціонального кроку балок настилу для балочної клітки спрощеного типу. *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини*. 2019, Вип. 23. С. 96-103.
8. ДБН В.2.6 – 161:2017. Дерев'яні конструкції. Норми проектування. [чинні від 2015-01-01]. К.: Мінрегіон України, 2017. 117 с. (Державні будівельні норми України).
9. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: ОГИЗ, 1945. 556 с.

References

- [1] Kul'man S. M., Buhayenko YA. P., Boyko L. M., Zahurs'kyu Y. V. Doslidzhennya fenomenu poperedn'oho napruzhennya derev'yanykh kleyenykh balok. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny*, 2019, t. 29, № 5. S.97-102.
- [2] Bashyns'kyu O.I., Bodnarchuk T.B., Peleshko M.Z. Nesucha zdatnist' ta vohnestiykist' derev'yanykh balok armovanykh zovnishn'oyu strichkovoyu armaturoyu *Visnyk L'vivs'koho derzhavnoho universytetu bezpeky zhyttyediyal'nosti*, 2014 №9. S. 184-189.

- [3] Fursov V.V., Puryazdankhakh M. Ёksperymental'noe yssledovanye naturnykh balok yz kleenoy drevesyny. *Zbirnyk naukovykh prats' Ukrayins'koho instytutu stalevykh konstruksiy imeni V.M. Shymanovs'koho*, 2013. Vypusk 12. S.71-77.
- [4] Boyadzhi A.O., Boyko A.V., Stoyanov V.O. Zastosuvannya derev'yanykh dvotavrovnykh balok z vuzlamy z trubchastykh stalevykh elementiv u konstruksiyakh kruzhal'nositchastykh sklepin' *Suchasni budivel'ni konstruksiyi z metalu ta derevyny*. 2020, Vyp. 24. Odesa, Ukrayina: S. 19-27.
- [5] Hilodo O.YU., Arsiriy A.M., Kitayev A.A., Hurenko V.I. Pidsyleni derev"yani dvotavry v malopoverkhovomu budivnytstvi. *Suchasni budivel'ni konstruksiyi z metalu ta derevyny*. 2019, Vyp. 23. Odesa, Ukrayina: S. 18-23.
- [6] Stoyanov, V. V. Ёksperymental'nye yssledovannya dvotavrovnykh derevyannykh balok. *Sovremennye stroitel'nye konstruksiyi yz metalla y drevesyny*. 2005. CH. 1: С. 208-213.
- [7] Yanin O.YE., Novikova S.M. Pidbir ratsional'noho kroku balok nastylu dlya balochnoyi klitky sproshchenoho typu. *Suchasni budivel'ni konstruksiyi z metalu ta derevyny*. 2019, Vyp. 23. Odesa, Ukrayina: S. 96-103.
- [8] DBN V.2.6 – 161:2017. Derev"yani konstruksiyi. Normy proektuvannya. [chynni vid 2015-01-01]. K.: Minrehion Ukrayiny, 2017. 117 s. (Derzhavni budivel'ni normy Ukrayiny).
- [9] Bronshhteyn Y.N., Semendyaev K.A. *Spravochnyk po matematyke dlya ynzhenorov y uchashchysya vtuzov*. M.: OHYZ, 1945. 556 s.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ШАГА БАЛОК ДОЩАТОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

¹Янин А.Е., к.т.н., доцент,

yanin_a@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0230-8669

¹Новикова С.Н., старший преподаватель,

novikova_svetla@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-0012-521X

¹Херсонский государственный аграрно-экономический университет

ул. Стритенская, 23, г. Херсон, 73006, Украина

Аннотация. В статье приведены результаты оптимизации шага балок деревянного перекрытия здания по критерию минимального расхода материала. Перекрытие состоит из параллельно расположенных деревянных балок прямоугольного поперечного сечения, на которые укладывается дощатый настил.

Задача оптимизации решается исходя из минимизации суммарного расхода древесины на балки и дощатый настил. Для этого используется целевая функция общего объема древесины для настила и балок на единицу площади перекрытия. Она представляет собой приведенную толщину перекрытия. В качестве аргумента целевой функции принят шаг балок. На основе использования методики нахождения минимума функции, определяется оптимальное значение аргумента.

Показано, что целевая функция зависит от неизвестных размеров прямоугольного поперечного сечения балок и толщины дощатого настила. Они определяются на основании решения условий прочности по нормальным напряжениям от изгиба для настила и балок. Для упрощения решения задачи принято, что отношение ширины сечения балок к их высоте является заданной величиной, не зависящей от шага балок. В этом случае неизвестными остаются только высота балки и толщина дощатого настила.

При решении условия прочности для балки возникла необходимость решения неравенства третьей степени относительно неизвестной высоты балки. Чтобы избежать значительных алгебраических трудностей, предложено решать задачу численным методом в компьютерной среде MathCAD. При конкретных значениях исходных данных построен график целевой функции расхода древесины на единицу площади перекрытия и путем трассировки определен ее минимум, который соответствует оптимальному шагу балок.

Вьяснено, при каких значениях шага балок, жесткость конструкций обеспечена для случая равенства правой и левой частей условия прочности по нормальным напряжениям от изгиба. Получены соответствующие условия, анализ которых показал, что конструкции будут достаточно жесткими при относительно малой величине расчетного значения прочности древесины при изгибе. На этом основании дана рекомендация использовать древесину относительно малой прочности при проектировании деревянного балочного перекрытия с оптимальным шагом балок. Проведенные теоретические исследования и числовой эксперимент показали, что существует возможность определить шаг балок деревянного перекрытия, при котором суммарный объем древесины для него будет минимальным.

Ключевые слова: деревянное перекрытие, дощатый настил, шаг балок, оптимизация, прочность, жесткость, численный метод, компьютерная среда.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL BEAMS STEP FOR THE WOOD FLOOR

¹Yanin A.E., PhD, Assistant Professor,
yanin_a@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-0230-8669

¹Novikova S.N., Senior Lecturer,
novikova_svetla@ukr.net, ORCID ID 0000-0003-0012-521X
¹Kherson State Agrarian and Economic University,
23, Stritenska street, Kherson, 73006, Ukraine

Abstract. The article presents the results of optimization of the beams step of the building wooden floor according to the criterion of the minimum material consumption. The slab consists of parallel wooden beams of rectangular cross-section, on which the boardwalk is laid.

The optimization problem is solved proceeding from the minimization of the total wood consumption for beams and boardwalk. For this, the target function of the total volume of timber for flooring and beams per unit floor area is used. It represents the reduced thickness of the slab. The step of the beams is taken as an argument to the objective function. Based on the use of the method for finding the minimum of a function, the optimal value of the argument is determined.

It is shown that the objective function depends on the unknown dimensions of the rectangular cross-section of the beams and the thickness of the boardwalk. They are determined based on the solution of the strength condition by normal stresses for the boardwalk and beams. To simplify the solution of the problem, it is assumed that the ratio of the width of the section of the beams to their height is a given value that does not depend on the step of the beams. In this case, only the height of the beam and the thickness of the boardwalk remain unknown.

When solving the strength condition for the beam, it became necessary to solve the third degree inequality with respect to the unknown beam height. To avoid significant algebraic difficulties, it is proposed to solve the problem by a numerical method in the MathCAD computer environment. For specific values of the initial data, a graph of the objective function of wood consumption per unit of floor area was built and, by tracing, its minimum was determined, which corresponds to the optimal step of the beams.

It was found at what values of the beams step, the rigidity of the structures is ensured for the case of equality of the right and left sides of the strength condition by normal stresses from bending. The corresponding conditions are obtained, the analysis of which has shown that the structures will be quite rigid at a relatively small value of the wood strength in bending. On this basis, a recommendation has been made to use relatively low strength timber in the design of wooden floors with an optimal beam step. The performed theoretical studies and a numerical experiment showed that it is possible to determine the beams step of a wooden floor, at which the total volume of wood for it will be minimal.

Key words: wooden floor, boardwalk, beam step, optimization, strength, rigidity, numerical method, computer environment.