

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

*X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
116-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)*

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

*23-24 лютого 2023 року
м. Київ*

УДК 694 + 624.072.221

РОЗРАХУНОК ДВОСХИЛОЇ КЛЕЄНОЇ БАЛКИ ПОКРИТТЯ

О. А. ФЕСЕНКО, к.т.н., ст. викладач;

М. М. МАЙСТЕНКО, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Email: fesenko.o.a@nubip.edu.ua

Двосхилі клеєні балки мають прямокутний поперечний переріз. Розрахунок таких балок зводиться до перевірки максимальних напружень сколювання і максимальних нормальних напружень при згині – за 1-ю групою граничних станів, а також максимальних прогинів – при перевірці за 2-ю групою граничних станів. Загальний вигляд конструкцій покриття по двосхилих балках наведено на рис. 1.

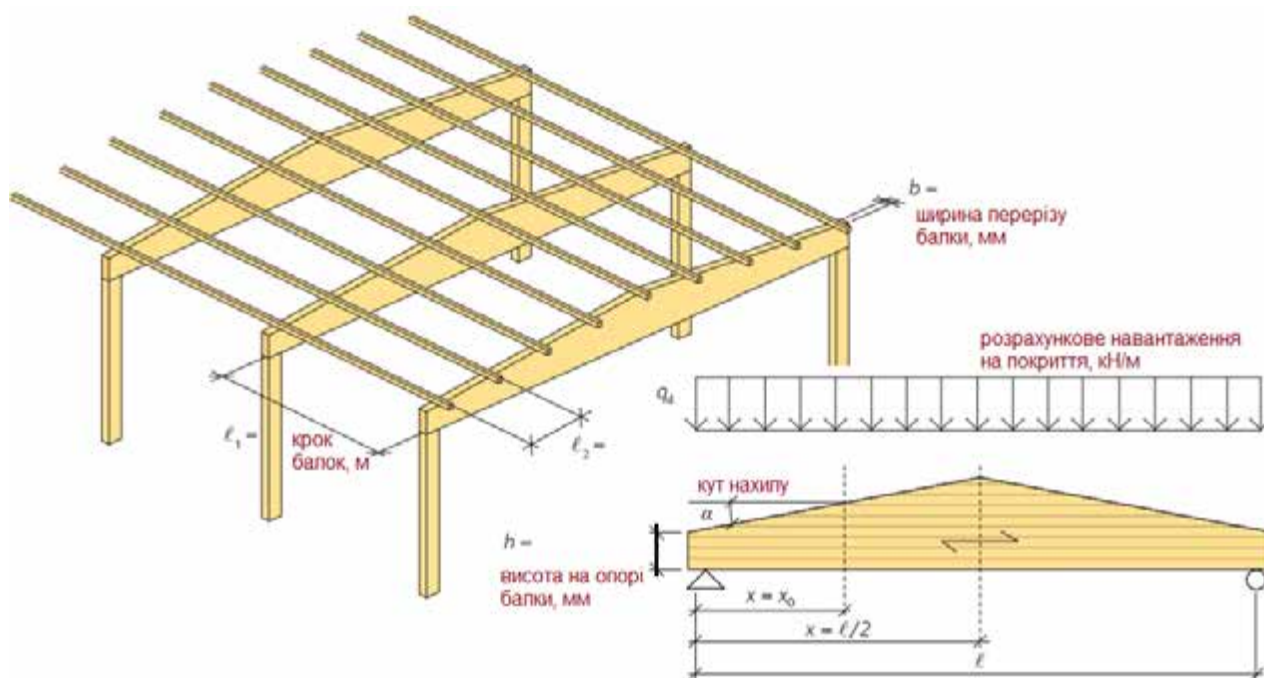


Рис. 1. Схема конструкцій покриття по двосхилих клеєних балках

У цій статті розглянуто приклад розрахунку двосхилої балки із клеєної деревини, а саме: підбір поперечного перерізу балки та перевірка міцність на згин і сколювання. Розрахунок було виконано згідно з ДБН В.2.6-162:2017 [1] і рекомендаціями посібника до Єврокоду 5 [2].

Як вихідні дані розрахунку було прийнято таке:

- Ширина перерізу балки, $b=175$ мм;
- Довжина балки, $L = 24,0$ м;
- Кут нахилу верхньої грані балки, $\alpha_{ap} = 3,3^\circ$;
- Клас міцності – GL36h;
- Крок балок, $a = 5$ м.

Навантаження на балку покриття було визначено від ваги матеріалів покрівлі і снігового навантаження, з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням і відповідальністю. Характеристичне значення навантаження становить $q_{x,n} = 4,19 \text{ кН/м}^2$, граничне розрахункове – $q_{гр,п} = 5,08 \text{ кН/м}^2$.

Навантаження на 1 м/п балки покриття було визначено з урахуванням кута нахилу верхнього поясу:

- характеристичне значення

$$q_{x,б} = q_{x,п} \cdot \frac{a}{\cos \alpha_{ap}} = 4,19 \cdot \frac{5}{\cos 3,3^\circ} = 20,98 \text{ кН/м} \quad (1)$$

- граничне розрахункове значення

$$q_{гр,б} = q_{гр,п} \cdot \frac{a}{\cos \alpha_{ap}} = 5,08 \cdot \frac{5}{\cos 3,3^\circ} = 25,44 \text{ кН/м.} \quad (2)$$

Розрахункові внутрішні зусилля у двосхилій балці було визначено:

- згинальний момент у гребеневій зоні балки

$$M_d = M_{ap} = \frac{q_{гр,б} \cdot L^2}{8} = \frac{25,44 \cdot 24^2}{8} = 1831,68 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (3)$$

- поперечна сила на опорі балки

$$Q_d = \frac{q_{гр,б} \cdot L}{2} = \frac{25,44 \cdot 24}{2} = 305,28 \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (4)$$

Висоту перерізу балки було визначено з умови міцності на згин у гребеневій зоні:

$$h_{ap} = \sqrt{k_l \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{k_r \cdot f_{m,d} \cdot b}} = \sqrt{1,08 \cdot \frac{6 \cdot 1831,68 \cdot 10^6}{1 \cdot 17,28 \cdot 175}} = 1981,17 \approx 1990 \text{ мм} \quad (5)$$

$$k_l = k_1 = 1 + 1,14 \cdot \tan(\alpha_{ap}) + 5,4 \cdot \tan^2(\alpha_{ap}) = 1,08 \quad (6)$$

$$k_r = 1,0; \quad (7)$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{36,0}{1,25} = 17,28 \text{ МПа.} \quad (8)$$

Висота перерізу балки на опорах становить:

$$h_s = h_{ap} - \tan \alpha_{ap} \cdot \frac{L}{2} = 1990 - \tan 3,3^\circ \cdot \frac{24000}{2} = 1298,08 \approx 1300 \text{ мм} \quad (9)$$

Прийняті розміри перерізів балки становлять:

гребеневого – $h_{ap} = 1990 \text{ мм}$, опорного – $h_s = 1300 \text{ мм}$.

Умову міцності на розтяг впоперек волокон у зоні гребеня балки було перевірено за формулою:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \leq f_{r,t,90,d} = k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d} \quad (10)$$

$$\sigma_{t,90,d} = 0,012 \cdot \frac{6 \cdot 1831,68 \cdot 10^6}{175 \cdot 1990^2} = 0,19 > f_{r,t,90,d} = 1,4 \cdot 0,43 \cdot 0,288 = 0,17$$

$$k_p = 0.2 \cdot \tan \alpha_{ap} = 0,012 \quad (11)$$

$k_{dis}=1,4$ – коефіцієнт розподілу напружень у гребеневій зоні двосхилих балок;

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0.2} = \left(\frac{0,01 \cdot 10^9}{175 \cdot 1990^2 \cdot [1 - 0,25 \cdot \tan 3,3^\circ]}\right)^{0.2} = 0,43 \quad (12)$$

$$f_{t,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,90,g,k}}{\gamma_M} = 0.6 \cdot \frac{0.6}{1.25} = 0.288 \text{ МПа} \quad (13)$$

Умова міцності не виконується. Необхідно збільшити висоту гребенового перерізу балки.

Необхідну висоту перерізу h_{ap} було повторно визначено з умови міцності на розтяг впоперек волокон у зоні гребеня балки:

- висота перерізу балки у зоні гребеня

$$h_{ap,90} = \sqrt{k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{f_{r,t,90,d} \cdot b}} = \sqrt{0,012 \cdot \frac{6 \cdot 1831,68 \cdot 10^6}{0,17 \cdot 175}} = 2109,8 \approx 2150 \text{ мм} \quad (14)$$

- висота перерізу балки на опорах, мм

$$h_{s,90} = h_{ap,90} - \tan \alpha_{ap} \cdot \frac{L}{2} = 2150 - \tan 3,3^\circ \cdot \frac{24000}{2} = 1458 \approx 1500 \text{ мм} \quad (15)$$

Прийняті уточнені розміри перерізу балки становлять:

гребенового – $h_{ap,90} = 2150$ мм; опорного – $h_{s,90} = 1500$ мм.

Умову міцності на розтяг впоперек волокон у зоні гребеня балки було перевірено повторно:

$$\sigma_{t,90,d} = 0.012 \cdot \frac{6 \cdot 1831,68 \cdot 10^6}{175 \cdot 2150^2} = 0,163 < f_{r,t,90,d} = 1,4 \cdot 0,42 \cdot 0,288 = 0,169 \quad (16)$$

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0.2} = \left(\frac{0,01 \cdot 10^9}{175 \cdot 2150^2 \cdot [1 - 0,25 \cdot \tan 3,3^\circ]}\right)^{0.2} = 0,42 \quad (17)$$

Міцність деревини на розтяг поперек волокон забезпечена.

Умову міцності на сколювання і розтяг впоперек волокон у зоні гребеня балки було перевірено за формулою:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{f_{r,t,90,d}} = \frac{0}{2.27} + \frac{0.163}{0.1693} = 0.9628 < 1 \quad (18)$$

$$\tau_d = \frac{3 \cdot Q_d}{2 \cdot b \cdot h_{ap}} = \frac{3 \cdot 0}{2 \cdot 175 \cdot 2150} = 0 \quad (19)$$

$Q_d = 0$ – поперечна сила в перерізі гребенової зони.

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_M} = 0.6 \cdot 1.1 \cdot \frac{4.3}{1.25} = 2.27 \text{ МПа} \quad (20)$$

Міцність опорного перерізу балки перевірено з умови міцності на зріз:

$$\tau_d = \frac{3 \cdot Q_d}{2 \cdot b \cdot h_s} = \frac{3 \cdot 305.28 \cdot 10^3}{2 \cdot 175 \cdot 1500} = 1.74 < f_{v,d} = 2.27 \text{ МПа} \quad (21)$$

Умова міцності перерізу балки на опорі забезпечена.

Таким чином, двосхилу балку покриття із клеєної деревини було запроєктовано з урахуванням міцності на згин, розтяг і сколювання.

Список використаних джерел

1. Дерев'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-161:2017 – [Чинні від 2018-02-01]. – К.: Мінрегіон України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2017. – 117 с. – (Державні будівельні норми)
2. Design of timber structures according to Eurocode 5. Handbook 2. 2008.

УДК 515.2

RECONSTRUCTION OF UKRAINE AFTER THE WAR

V. M. BAKULINA , senior lecturer,

D. S. MOMOTIUK., studen,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E -mail: bakulina 88@ukr.net

4th year student of the Faculty of Construction and Design of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Thousands of houses in Ukraine were destroyed by Russian missiles and shells. But after the war, all the affected cities will be rebuilt. The government claims that the new housing will be reliable and safe. Instead of typical "panels", houses with modern architecture, equipped with bomb shelters, will appear.



To restore the destroyed infrastructure of Ukrainian cities, the government is considering the example of a country that lives under the constant threat of war.

Since 2004, Israel has been using regulations according to which new houses are built with bomb shelters. Shelters are built separately for old houses.