

Лабораторна робота № 5

Розрахунок на згин балки перекриття із клеєної деревини

Мета: підбір перерізу балки; перевірка міцності на згин та сколювання.

Хід виконання роботи:

1. Встановити вихідні дані для розрахунку: довжина балки l , м; крок балок a , м; порода деревини; клас міцності деревини; експлуатаційний клас деревини – 2 (див. табл. 5.1). Граничне розрахункове значення навантаження на перекриття будівлі прийняти за результатами лабораторної роботи №1.
2. Визначити розрахункові величини X_d характеристик деревини (див. п.6.2.1 ДБН В.2.6-161 [4]):

- розрахункове значення міцності при згині відносно головної осі y

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \times \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M}, \quad (5.1)$$

де $f_{m,g,k}$, МПа – характеристичне значення міцності однорідної клеєної деревини при згині;

$\gamma_M = 1,25$ – коефіцієнт надійності за матеріалом для клеєної деревини (табл. 6.1 ДБН В.2.6-161 [4]);

- розрахункове значення міцності при сколюванні

$$f_{v,d} = k_{mod} \times \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_M}, \quad (5.2)$$

де $f_{v,g,k}$, МПа – характеристичне значення міцності однорідної клеєної деревини при сколюванні.

3. Визначити внутрішні розрахункові зусилля в балці – згинальний момент $M_{y,d}$ і зусилля зрізу V_d .
4. Підібрати переріз балки з умови міцності на згин (п. 9.4.1 ДБН В.2.6-161 [4]):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1, \quad (5.3)$$

де $f_{m,y,d}$, МПа – розрахункове значення міцності при згині відносно головної осі y , див. формулу (5.1).

5. Визначити розрахункове напруження згину (п. 9.4.1 ДБН В.2.6-161 [4]):

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_{y,d}}, \quad (5.4)$$

де $M_{y,d}$, кНм – розрахунковий згинальний момент;

$W_{y,d}$, мм³ – необхідний момент опору перерізу відносно осі y .

6. Визначити необхідний момент опору перерізу балки:

$$W_{y,d} = \frac{M_{y,d}}{f_{m,y,d}}, \quad (5.5)$$

Розміри перерізу елемента приймаємо за сортаментом.

7. Визначити розрахункове напруження сколювання

(п. 9.4.2 ДБН В.2.6-161 [4]):

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S_{br}}{I_{br} \cdot b_{ef}}, \quad (5.6)$$

де V_d , кН – розрахункове зусилля зрізу;

S_{br} , мм³ – статичний момент (брутто) частини перерізу, що зсувається, відносно нейтральної осі;

I_{br} , мм⁴ – момент інерції перерізу (брутто) відносно нейтральної осі;

b_{ef} , мм – розрахункова ширина перерізу балки.

8. Перевірити умову міцності балки:

- на згин

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1, \quad (5.7)$$

- на сколювання

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1, \quad (5.8)$$

$f_{v,d}$, МПа – розрахункове значення міцності при сколюванні, див. формулу (5.2).

Приклад розрахунку дерев'яної балки перекриття наведено в додатку Г.5.

Таблиця 5.1

Вихідні дані для розрахунку дерев'яної балки на згин

№ п/п	Найменування вихідних даних	Букви прізвища									
		А, І, С	Б, Ї, Т	В, Й, У	Г, К, Ф	Д, Л, Х	Е, М, Ц, Ч	Є, Н, Ш	Ж, О, Щ	З, П, Ю	И, Р, Я
1.	Довжина балки, м	6	4,8	5,1	5,4	5,5	4,2	5,6	4,7	6,3	4,5
2.	Крок балок, м	1,0		2,0		1,5		1,8		1,2	
3.	Клас міцності клеєної деревини, таблиця Б.3	GL 24h		GL 28h			GL 32h			GL 36h	
4.	Співвідношення ширини до висоти перерізу	1:2,5		1:3			1:3,5			1:2	
5.	Експлуатаційний клас деревини – 2										
6.	Тип поперечного перерізу – прямокутний										

Контрольні запитання

- 1) Які особливості розрахунку клеєних балок?
- 2) Які характеристики деревини необхідні для розрахунку балки на згин і сколювання.
- 3) Умови міцності на згин і сколювання.

Г.5 Приклад розрахунку на згин дерев'яної клесної балки

Вихідні дані розрахунку:

Довжина балки, м – $l = 5,4$;

Крок балок, м – $a = 1,5$;

Клас міцності деревини – GL 32h;

Співвідношення висоти і ширини перерізу (b:h) – 1:3,5;

Експлуатаційний клас деревини – 2;

Тип поперечного перерізу – прямокутний;

Граничне розрахункове значення навантаження на перекриття будівлі,
 $\text{кН/м}^2 - 8,13$

Хід розрахунку:

1. Визначаємо розрахункові характеристик деревини:

- розрахункове значення міцності при згині відносно головної осі у:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 \times \frac{32}{1,25} = 15,36 \text{ МПа},$$

- розрахункове значення міцності при сколюванні:

$$f_{v,d} = k_{mod} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \times \frac{3,8}{1,25} = 1,82 \text{ МПа}.$$

2. Обчислюємо граничне розрахункове значення навантаження на 1 м.п. балки перекриття

$$q_{гр.р}^6 = q_{гр.р}^{пр} \times a = 8,13 \times 1,5 = 12,2 \text{ кН/м}.$$

3. Визначаємо розрахункові внутрішні зусилля:

- згинальний момент

$$M_{y,d} = \frac{q_{гр.р}^6 \times l^2}{8} = \frac{12,2 \times 29,16}{8} = 44,45 \text{ кН·м};$$

- поперечна сила

$$V_d = \frac{q_{гр.р}^6 \times l}{2} = \frac{12,2 \times 5,4}{2} = 32,94 \text{ кН}.$$

4. Визначаємо необхідний момент опору перерізу балки:

$$W_{y,d} = \frac{M_{y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{44,45 \cdot 10^6}{15,36} = 2,89 \cdot 10^6 \text{ мм}^3 = 2894,5 \text{ см}^3,$$

Приймаємо переріз клеєної балки висотою $h=3,5b$; знаходимо необхідну ширину перерізу:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W_{y,d}}{3,5^2}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 2,89 \cdot 10^6}{12,25}} = 112,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо ширину перерізу $b=150$ мм.

Тоді висота перерізу дорівнює:

$$h=3,5 \cdot b = 3,5 \cdot 150 = 525 \text{ мм.}$$

Приймаємо висоту перерізу $h=550$ мм.

Попередньо приймаємо балку перерізом $b \times h = 150 \times 550$ мм (рис. Г.5) із клеєних шарів товщиною 50 мм.

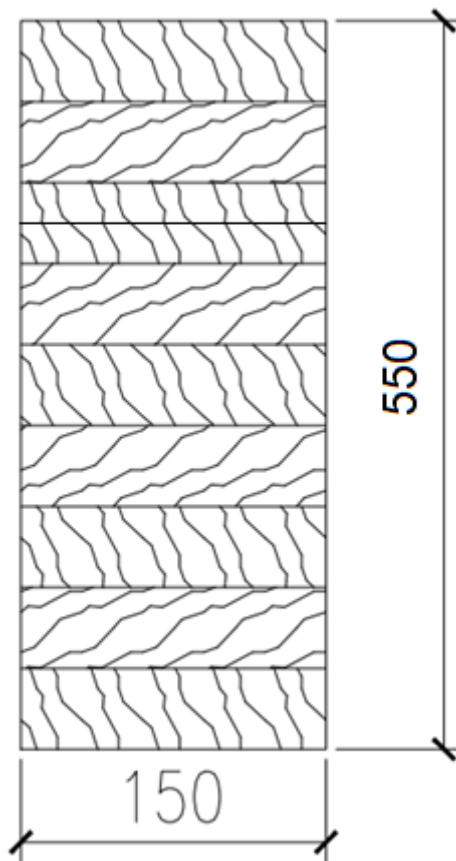


Рисунок Г.4 – Поперечний переріз клеєної балки

Визначимо геометричні характеристики прийнятого поперечного перерізу клеєної балки:

$$W_{y,d} = \frac{bh^2}{6} = \frac{150 \cdot 550^2}{6} = 7\,562\,500 \text{ мм}^3;$$

$$I_{br} = \frac{bh^3}{12} = \frac{150 \cdot 550^3}{12} = 2\,079\,687\,500 \text{ мм}^4;$$

$$S_{br} = \frac{A}{2} \cdot z = \frac{A}{2} \cdot \frac{h}{4} = \frac{150 \cdot 550 \cdot 550}{2 \cdot 4} = 5\,671\,875 \text{ мм}^3;$$

$$b_{ef} = 150 \text{ мм.}$$

Перевіримо міцність прийнятого перерізу клеєної балки:

– при згинанні за нормальними напруженнями:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_{y,d}} = \frac{44,45 \cdot 10^6}{7\,562\,500} = 5,9 \text{ МПа} \leq f_{m,y,d} = 15,36 \text{ МПа,}$$

– при сколюванні за дотичними напруженнями:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S_{br}}{I_{br} \cdot b_{ef}} = \frac{32,94 \cdot 10^3 \cdot 5\,671\,875}{2\,079\,687\,500 \cdot 150} = 0,6 \text{ МПа} \leq f_{v,d} = 1,82 \text{ МПа.}$$

Висновок: Міцність на згин та сколювання прийнятого поперечного перерізу клеєної балки забезпечено.

Таблиця Д.4

**Характеристичні значення міцності, жорсткості та густини для однорідної
клеєної деревини за ДБН В.2.6-161:2017, Додаток Б**

Класи міцності клеєної деревини		GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Значення міцності, Н/мм ²					
Міцність при згині	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Міцність при розтягу	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Міцність при стиску	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Міцність при сколюванні	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Значення жорсткості, Н/мм ²					
Модулі пружності	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Модуль зсуву	$G_{g,mean}$	720	780	850	910
Значення густини, кг/м ³					
Густина	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Коефіцієнти надійності за матеріалом γ_M для деревини

Основні комбінації	γ_M
Цільна деревина	1,3
Клеєна деревина	1,25
Клеєний шпон (LVL), фанера, OSB	1,2
ДСП, ДВП, МДФ	1,3
З'єднання	1,3
Металеві зубчасті пластини	1,25
Випадкові комбінації	1,0