

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

Кафедра промислового, цивільного будівництва ім. Є. М. Бабича

**03-01-225М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсового проекту «Дерев'яні конструкції  
одноповерхової промислової будівлі»  
з навчальної дисципліни  
«Конструкції з деревини і пластмас з курсовим проектом»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за  
освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна  
інженерія» спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(192 «Будівництво та цивільна інженерія»)  
всіх форм навчання.

### **Розрахунок та конструювання трикутної металодерев'яної ферми**

Рекомендовано науково-методичною  
радою з якості ННБАД  
протокол № 6 від 17.02.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Дерев'яні конструкції одноповерхової промислової будівлі» з навчальної дисципліни «Конструкції з деревини та пластмас курсовим проектом» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія» (192 «Будівництво та цивільна інженерія») всіх форм навчання. Розрахунок та конструювання трикутної металодрев'яної ферми. [Електронне видання] / Іванюк А. М., Алексієвець В. І.– Рівне : НУВГП, 2026. – 16 с.

Укладачі: Іванюк А. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва ім. Є.М. Бабича; В. І. Алексієвець, кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва ім. Є. М. Бабича.

Відповідальний за випуск – Філіпчук С. В., д.т.н, професор, в.о. завідувача кафедри промислового, цивільного будівництва ім. Є. М. Бабича.

Керівник групи забезпечення спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія» – Шадура В. О., к.т.н, доцент.

© А. М. Іванюк,  
В. І. Алексієвець, 2026  
© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2026

## З М І С Т

1. Вихідні дані для розрахунку та конструювання .....	4
2. Підбір перерізів елементів ферми.....	4
3. Розрахунок та конструювання вузлових з'єднань .....	9
Література.....	16

## 1. Вихідні дані для розрахунку та конструювання

Виконати підбір поперечних перерізів елементів металодерев'яної ферми геометрична схема, якої наведена на рис. 1. та розрахункові зусилля приведені в табл. 1. Дерев'яні елементи виконати з деревини класу С24, металеві – круглої сталі А240.

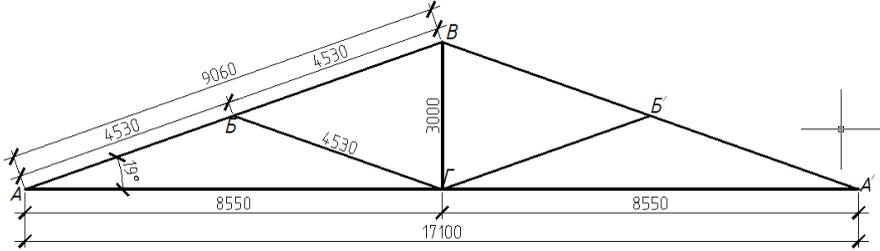


Рис. 1. Геометрична схема трикутної металодерев'яної ферми.

Таблиця 1 – Розрахункові зусилля в стержнях ферми

Елементи	Позначення	Розрахункові зусилля, кН	
		Розтяг «+»	Стиск «-»
верхній пояс	АБ		- 244,422
	БВ		- 162,948
	ВБ'		- 162,948
	Б'А'		- 244,422
нижній пояс	АГ	230,636	
	ГА'	230,636	
розкоси	БГ		- 81,474
	ГБ'		- 81,474
стояк	ВГ	53,950	
опорні реакції	$R_A$		107,9
	$R_{A'}$		107,9

## 2. Підбір перерізів елементів ферми

### Верхній пояс:

Вузли верхнього поясу виконують лобовим упором елементів. Розрахунок елементів ведуть за схемою стиснуто-зігнутого стержня. Розрахунковий проліт  $l = AB = 4,53$  м. Підбір перерізу проводять за наступними зусиллями:

- поздовжнє зусилля  $N_{AB} = -244,422$  кН;
- згинаючий момент від зовнішнього рівномірно розподіленого навантаження

$$M_g = \frac{(q_m + q_m^c) \cdot l^2 \cos^2 \alpha}{8} = \frac{(6,44 + 6,18) \cdot 4,53^2 \cdot 0,9437^2}{8} = 28,83 \text{ кНм.}$$

Для зменшення моменту від зовнішнього навантаження  $M_g$  вузли верхнього поясу ферми конструюють з позacentровою передачею поздовжніх зусиль з від'ємним ексцентриситетом, завдяки чому в елементах верхнього поясу виникає розвантажуючий момент  $M_e = N \cdot e$ . Оптимальну величину ексцентриситету  $e$  знаходять із умови рівності напружень в перерізі елемента посередині і на кінцях панелі

$$e = \frac{M_g}{N_{AB}(\xi + 1)} = \frac{28,83 \times 100}{244,422 \times (0,5 + 1)} = 7,86 \text{ см,}$$

де  $\xi = 0,5$  – коефіцієнт, прийнятий орієнтовно.

Ексцентриситет в елементах утворюють шляхом зміщення центру площадок стискання у вузлах донизу від геометричної осі верхнього поясу на величину  $e$ , що конструктивно досягається влаштуванням врізок в торцях елементів на глибину  $2e$  від верхньої грані. Приймаємо ексцентриситет у вузлах верхнього поясу однаковим і рівним  $e = 8$  см.

Приймаємо верхній пояс з бруса шириною  $b = 20$  см і визначаємо необхідні мінімальні розміри торцевих площадок стиску під кутом в вузлах ферми:

а) в опорному і гребеновому вузлах стиск деревини відбувається під кутом

$\alpha - \alpha_1 = 19^\circ 33' - 1^\circ 15' = 18^\circ 18'$  до напрямку волокон,  
де:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{f_{\text{овд}}}{0,5L} = \arctg \frac{0,171}{0,5 \cdot 17,1} = 1^\circ 15';$$

$$h_\alpha = \frac{N_{AB}}{b \times \sigma_{c,\alpha,d}} = \frac{244,422}{20 \times 7,95 \cdot 10^{-1}} = 15,37 \text{ см;}$$

тут:

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{12,92}{1,25 \cdot 1,54 \sin^2 18^\circ 18' + \cos^2 18^\circ 18'} = 7,95 \text{ МПа}$$

де  $k_{c,90}$  – коефіцієнт, що враховує конфігурацію навантаження, можливість розколювання і ступінь стискальних деформацій (визначається згідно п. 9.8.3 [1]);

$f_{c,0,d}$  і  $f_{c,90,d}$  – розрахункові значення міцності при стиску вздовж та впоперек волокон відповідно, визначаються за виразами

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ МПа},$$

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{2,5}{1,3} = 1,54 \text{ МПа}$$

де  $k_{\text{mod}}=0,8$  – коефіцієнт перетворення, що враховує тривалість дії навантаження та температурно-вологісні умови експлуатації, приймається з табл. А.1 Додаток А [1];

$\gamma_M=1,3$  – коефіцієнт надійності за матеріалом, приймається з табл.6.1 [1];

$f_{c,0,k}=21 \text{ Н/мм}^2$  – характеристичне значення міцності при стиску вздовж волокон, згідно табл. Б.1 Додаток Б [1]. Приймаємо як для класу міцності С24.

$f_{c,90,k}=2,5 \text{ Н/мм}^2$  – характеристичне значення міцності при стиску впоперек волокон, відповідно до табл. Б.1 Додаток Б [1]. Приймаємо як для класу міцності С24.

б) в проміжному вузлі стискання деревини відбувається вздовж волокон

$$h_p = \frac{N_{AB}}{b \times f_{c,0,d}} = \frac{244,422}{20 \cdot 12,92 \cdot 10^{-1}} = 9,46 \text{ см.}$$

Необхідна висота брусу верхнього поясу ферми:

$$h_{\text{нec}} = h_{p,\text{max}} + 2e = 9,46 + 2 \cdot 8 = 25,46 \text{ см.}$$

Приймаємо  $h = 28 \text{ см.}$

Перевіряємо прийнятий переріз.

Геометричні характеристики:

$$A = 20 \times 28 = 560 \text{ см}^2;$$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{20 \cdot 28^2}{6} = 2613 \text{ см}^3.$$

Гнучкість елемента в площині ферми

$$\lambda_y = \frac{l}{0,289 \cdot b} = \frac{453}{0,289 \cdot 20} = 78.$$

Розрахунковий згинаючий момент:

$$M_y = M_g - M_e = M_g - N_{AB} \cdot e = 28,83 - 244,422 \cdot 0,08 = 9,28 \text{ кНм}.$$

Для розрахунку елементів за спільної дії стиску та згину необхідно встановити відносну гнучкість  $\lambda_{rel}$ , яка визначається з виразу:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{78}{3,14} \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,3$$

Розрахунок елементів, що працюють на осьовий стиск зі згином, при  $\lambda_{rel,y} > 0,3$  слід виконувати за виразом

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

де  $\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{AB}}{b \cdot h} = \frac{244,422}{20 \cdot 28} = 0,436 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 4,36 \text{ МПа}$  – розрахункове

напруження стиску вздовж волокон;

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{9,28 \cdot 10^2}{2613} = 0,355 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 3,55 \text{ МПа}$  – розрахункове

напруження згину;

$f_{c,0,d} = 12,92 \text{ МПа}$  – розрахункове значення міцності при стиску вздовж волокон, для деревини С24;

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ МПа}$  – розрахункове значення міцності при згині, для деревини С24;

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,445 + \sqrt{1,445^2 - 1,3^2}} = 0,482$$

$$k_y = 0,5 \left( 1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \left( 1 + 0,2 \cdot (1,3 - 0,3) + 1,3^2 \right) = 1,445$$

$\beta_c = 0,2$  – коефіцієнт для елементів з цільної деревини, визначається згідно п. 9.3.3 [1];

$$\frac{4,36}{0,482 \cdot 12,92} + \frac{3,55}{14,77} = 0,94 < 1$$

Умова виконується.

Стояк БГ.

Розрахункове зусилля  $N_{BG} = -81,474$  кН, розрахункова довжина  $l_{BG} = 4,53$  м. Приймаємо переріз стояка  $b \times h = 200 \times 180$  мм і перевіряємо його:

а) із умови стискання підбалки поперек волокон над торцем стояк

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{BG}}{b \cdot h} = \frac{81,474 \cdot 10}{20 \cdot 18} = 2,26 \text{ МПа} < f_{zm,90} = 2,3 \text{ МПа};$$

$$\text{де } f_{c,\alpha,d} = f_{c,90,d} \left( 1 + \frac{8}{l_p + 1,2} \right) = 1,54 \left( 1 + \frac{8}{15 + 1,2} \right) = 2,3 \text{ МПа}$$

тут  $f_{c,90,d} = 1,54 \text{ Н/мм}^2$  – розрахункове значення міцності при стиску впоперек волокон, для деревини С24;

$l_p = b = 15$  см – довжина площадки стискання впоперек волокон деревини.

б) на стійкість в площині ферми

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{2,26}{0,482 \cdot 12,92} = 0,363 \leq 1$$

де  $\sigma_{c,0,d} = 2,26$  МПа – розрахункове напруження стиску вздовж волокон;

$f_{c,0,k} = 12,92 \text{ Н/мм}^2$  – розрахункове значення міцності при стиску вздовж волокон;

$k_{c,y} = 0,482$  – коефіцієнт поздовжнього згину.

### Розтягнуті елементи:

Розрахункові зусилля в розтягнутих елементах:  $N_{AG} = 230,636$  кН;  
 $N_{BG} = 53,95$  кН.

Проектуємо розтягнуті елементи з двох круглих тяжів.

Необхідна площа перерізу елемента АГ:

$$A_{nec} = \frac{N_{AG}}{R_y \gamma_c} = \frac{230,636}{23 \cdot 1} = 10,03 \text{ см}^2,$$

де  $R_y = 230$  МПа – розрахунковий опір круглої сталі А240, товщиною 2-20 мм.

Необхідний діаметр одного тяжа визначаємо за виразом

$$d_{nec} = \sqrt{\frac{A_{nec} \cdot 4}{2 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{10,03 \cdot 4}{2 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 3,14}} = 3,07 \text{ см},$$

де 0,8 – коефіцієнт, який враховує послаблення перерізу різьбою;

0,85 – коефіцієнт несумісності роботи двох стержнів.

Приймаємо елемент АГ з двох стержнів діаметром 32 мм кожний.

Аналогічно визначаємо діаметри стержнів елементів ВГ.

$$A_{nec} = \frac{N_{ВГ}}{R_y \gamma_c} = \frac{53,95}{23 \cdot 1} = 2,35 \text{ см}^2,$$

$$d_{nec} = \sqrt{\frac{A_{nec} \cdot 4}{2 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{2,35 \cdot 4}{2 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 3,14}} = 1,48 \text{ см},$$

Приймаємо елемент ВГ з двох стержнів діаметром 16 мм кожний.

Стержні АГ, ВГ та інших елементів розташовані щільно один до одного та з'єднані між собою по довжині через 1 м за допомогою зварювання.

### 3. Розрахунок та конструювання вузлових з'єднань

**Опорний вузол** (рис. 3.1).

Розрахункові зусилля:

$$N_{AB} = -244,422 \text{ кН}; N_{AG} = 230,636 \text{ кН}; R_A = 107,9 \text{ кН}.$$

Необхідна довжина горизонтальної площадки обпирання із умови стискання обв'язочного бруса поперек волокон визначається за формулою

$$l_{nec} = \frac{R_A}{b \cdot f_{c,\alpha}} = \frac{107,9 \cdot 10}{20 \cdot 2,12} = 25,45 \text{ см},$$

$$f_{c,\alpha} = f_{c,90,d} \left( 1 + \frac{8}{l_p + 1,2} \right) = 1,54 \left( 1 + \frac{8}{20 + 1,2} \right) = 2,12 \text{ МПа}$$

тут  $f_{c,90,d} = 1,54 \text{ Н/мм}^2$  – розрахункове значення міцності при стиску впоперек волокон, для деревини С24;

$l_p=b=20$  см – довжина площадки стискання вздовж волокон деревини.

Для утворення горизонтальної опорної площадки використовуємо подушку перерізом 200x260 мм довжиною 950 мм із зрізкою горизонтальної площадки 260 мм. Подушка врізається в брус верхнього поясу на глибину 50 мм, що забезпечує необхідний ексцентриситет  $e = (0,5 \cdot 24 - 5) + 0,5 \cdot 5 = 9,5$  см і достатню площу зминання торця.

Перевіримо довжину подушки на сколювання:

$$l_{nod} = \frac{N_{AB}}{b \cdot f_{v,d}} = \frac{244,422 \cdot 10}{20 \cdot 1,23} = 99,36 \text{ см} > 95 \text{ см},$$

де  $f_{v,d}=1,23 \text{ Н/мм}^2$  – розрахункове значення міцності при сколюванні.

Оскільки довжина подушки 950 мм на забезпечує міцності на сколювання, то необхідно збільшити довжину подушки. Приймаємо подушку довжиною 1200 мм.

Подушка кріпиться до бруса двома парами болтів діаметром 16 мм. Нижній пояс приєднується до опорного вузла траверсою, звареною із швелера № 10, стінка якого підсилена листом товщиною 10 мм, і листа розміром 20x160 мм. Ширина листа забезпечує необхідний розмір висоти площадки зминання торця верхнього поясу (подушки), який дорівнює  $h_p = 12,6$  см.

Траверса розраховується на згин з розрахунковим прольотом, рівним відстані між вітками нижнього поясу:

$$l_{mp} = b + 2(d_{AG} + 1,5) = 20 + 2 \cdot (3,2 + 1,5) = 29,4 \text{ см}.$$

Приймаємо  $l_{mp}=30$  см.

Розрахунковий момент:

$$M_{TP} = \frac{N_{AG}}{2} \left( \frac{l_{TP}}{2} - \frac{b}{4} \right) = \frac{230,636}{2} \left( \frac{30}{2} - \frac{20}{4} \right) = 1153,18 \text{ кН}\cdot\text{см}.$$

Геометричні характеристики перерізу

а) площа перерізу:

$$A = A_{II} + A_{III} + A_{II2} = 10 \times 1 + 10,9 + 16 \times 2 = 52,9 \text{ см}^2;$$

б) положення центру ваги

$$z = \frac{S}{A} = \frac{(A + A_{III})y}{A} = \frac{(10+10,9) \cdot 5,1}{52,9} = 2,02 \text{ см},$$

де  $y = 5,1$  см (див. рис. 3.1);

в) момент інерції перерізу

$$I = I_1 + A_1(y-z)^2 + I_2 + A \cdot z^2 = 40,86 + 20,9 \cdot (5,1 - 2,02)^2 + 10,67 + 32 \cdot 2,02^2 = 380,37 \text{ см}^4,$$

де  $I_1 = 20,4 + 0,94^2 \cdot 10,9 + \frac{10 \cdot 1^3}{12} + 1^2 \cdot 10 = 40,86 \text{ см}^4$  – момент інерції швелера і листа ( $t=10$ ),

$$I_2 = \frac{16 \cdot 2^3}{12} = 10,67 \text{ см}^4 \text{ – момент інерції листа } 20 \times 160 \text{ мм відносно}$$

власних осей;

г) мінімальний момент опору

$$W_{\min} = \frac{I}{h-z} = \frac{380,37}{6,6 - 2,02} = 83,05 \text{ см}^3.$$

Нормальні напруження:

$$\sigma = \frac{M_{TP}}{W_{\min}} = \frac{1153,18}{83,05} = 13,89 \text{ кН/см}^2 < \frac{R_y \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{23 \cdot 1}{0,95} = 24,2 \text{ кН/см}^2.$$

Перевіряємо на згин лист траверси за величини тиску від зусилля в нижньому поясі:

$$g = \frac{N_{AГ}}{l_{TP} b} = \frac{230,636}{16 \cdot 20} = 0,72 \text{ кН/см}^2,$$

де:  $l_m = 16$  см – довжина листа траверси.

Згинаючий момент для смуги середньої ділянки шириною  $b = 1$  см за прольоту  $l = 10$  см і зацемлених кінцях

$$M = \frac{g b l^2}{12} = \frac{0,72 \cdot 1 \cdot 10^2}{12} = 6 \text{ кН·см.}$$

Те ж саме, для консольної ділянки з  $l = 3$  см

$$M = \frac{g b l^2}{6} = \frac{0,72 \cdot 1 \cdot 3^2}{6} = 1,08 \text{ кН·см.}$$

Необхідна товщина плити

$$t_{nec} = \sqrt{\frac{6M \gamma_n}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 6 \cdot 0,95}{23 \cdot 1}} = 1,22 \text{ см.}$$

Приймаємо  $t = 20$  мм.

Розраховуємо зварні шви для кріплення швелера до листа.  
Довжина траверси  $30 + 2 \times 5 = 40$  см. Необхідна висота шва:

$$k_f = \frac{N_{Ar}}{2l_w \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{230,636 \cdot 10}{2 \cdot 38 \cdot 0,9 \cdot 180,4 \cdot 1 \cdot 1} = 0,09 \text{ см}$$

де  $l_w = 38$  см – розрахункова довжина шва;

$\beta_f = 0,9$  – коефіцієнт переходу від катета шва до ширини відповідної площини руйнування;

$$R_{wf} = \frac{0,55 R_{wm}}{\gamma_{wm}} = \frac{0,55 \cdot 410}{1,25} = 180,4 \text{ МПа} \text{ – розрахунковий опір в перерізі по}$$

металу шва;

$R_{wm} = 410$  МПа – нормативний опір металу шва за тимчасовим опором;

$\gamma_{wm} = 1,25$  – коефіцієнт надійності за матеріалом шва;

$\gamma_{wf} = 1$  – коефіцієнт умов роботи шва;

$\gamma_c = 1$  – коефіцієнт умов роботи.

Приймаємо катет шва  $k_f = 4$  мм.

Кріплення ферми до об'язочного бруса виконуємо на болтах  $d = 16$  мм за допомогою кутиків  $80 \times 8$  мм.

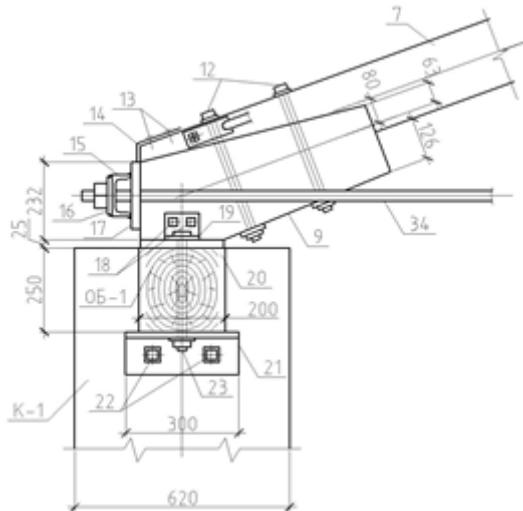


Рис. 3.1. Опорний вузол

### Вузол нижнього поясу (рис. 3.2).

Розрахункові зусилля:

$$N_{AG} = N_{AG'} = 230,636 \text{ кН}; N_{BG} = 53,95 \text{ кН}; N_{BГ} = 81,474 \text{ кН};$$

Фасонки у вузлі виконані із листової сталі  $t_{\phi} = 10$  мм з отворами для валиків. Елементи нижнього поясу і стояк кріпляться за допомогою петель, діаметри яких: для АГ – 32 мм, ГВ – 16 мм. Розрахунковий проліт валиків

$$l_e = d_{nem} + t_{\phi} = 35 + 10 = 45 \text{ мм} = 4,5 \text{ см.}$$

Розрахунковий момент в валиках для кріплення горизонтальних тяжів за максимальним зусиллям

$$M = \frac{N_{AG} l_b}{4} = \frac{230,636 \cdot 4,5}{4} = 259,47 \text{ кН}\cdot\text{см.}$$

Необхідний діаметр валиків

$$d_b = \sqrt[3]{\frac{M \gamma_n}{0,1 R_y \gamma_c}} = \sqrt[3]{\frac{259,47 \cdot 0,95}{0,1 \cdot 31,5 \cdot 1}} = 4,2 \text{ см.}$$

Приймаємо  $d = 42$  мм.

Перевіряємо прийнятий діаметр валика:

а) на зріз

$$\sigma_s = \frac{4N_{AG}}{2\pi d_b^2} = \frac{4 \cdot 230,636}{2 \cdot 3,14 \cdot 4,2^2} = 8,33 \text{ кН/см}^2 < \frac{R_s \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{18,3 \cdot 1}{0,95} = 19,3 \text{ кН/см}^2;$$

б) на зминання фасонки

$$\sigma_p = \frac{N_{AG}}{2t_i d_b} = \frac{230,636}{2 \cdot 1 \cdot 4} = 28,83 \text{ кН/см}^2 < \frac{R_p \gamma_c}{\gamma_n} = \frac{44,9 \cdot 1}{0,95} = 47,3 \text{ кН/см}^2,$$

$$\text{де } R_s = \frac{0,58 R_{ym}}{\gamma_m} = \frac{0,58 \cdot 30,5}{1,025} = 17,3 \text{ кН/см}^2, R_p = \frac{R_{um}}{\gamma_m} = \frac{46,0}{1,025} = 44,9 \text{ кН/см}^2,$$

$\gamma_m = 1,025$  – коефіцієнт надійності за матеріалом.

Таким же чином підбираємо валик для кріплення стояка.

Розрахунковий проліт валиків

$$l_e = d_{nem} + t_{\phi} = 20 + 10 = 30 \text{ мм} = 3,0 \text{ см.}$$

Розрахунковий момент в валиках для кріплення розкосу тяжів за максимальним зусиллям

$$M = \frac{N_{Br} l_b}{4} = \frac{53,95 \cdot 3}{4} = 40,46 \text{ кН}\cdot\text{см.}$$

Необхідний діаметр валиків

$$d_b = \sqrt[3]{\frac{M \gamma_n}{0,1 R_y \gamma_c}} = \sqrt[3]{\frac{40,46 \cdot 0,95}{0,1 \cdot 23 \cdot 1}} = 2,56 \text{ см.}$$

Приймаємо  $d = 26 \text{ мм}$ .

Найменша ширина фасонки в місці послаблення отворами

$$b_{\min} = d_b + \frac{N_{AG} \gamma_n}{2 t_f R_y \gamma_c} = 2,6 + \frac{230,636 \cdot 0,95}{2 \cdot 1 \cdot 23 \cdot 1} = 7,36 \text{ см.}$$

Із конструктивних міркувань приймаємо

$$b_{\phi} = 2 \cdot 1,5 d_b = 2 \cdot 1,5 \cdot 2,6 = 18 > b_{\min} = 7,36 \text{ см.}$$

Мінімальна довжина зварних швів при  $k_f = 7 \text{ мм}$  для кріплення петель до тягів із двох круглих стержнів

$$l_w = \frac{N_{AG}}{2 k_f \beta_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{230,636 \cdot 10}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 180,4 \cdot 1 \cdot 1} = 10 \text{ см.}$$

Приймаємо  $l_w = 10 \text{ см}$ .

Оскільки в стояку (розкосі) діють тільки зусилля стиску, то впираємо його в кутик  $250 \times 160 \times 12 \text{ мм}$ , який приварений до фасонки, і кріпимо двома болтами діаметром  $d=10 \text{ мм}$ .

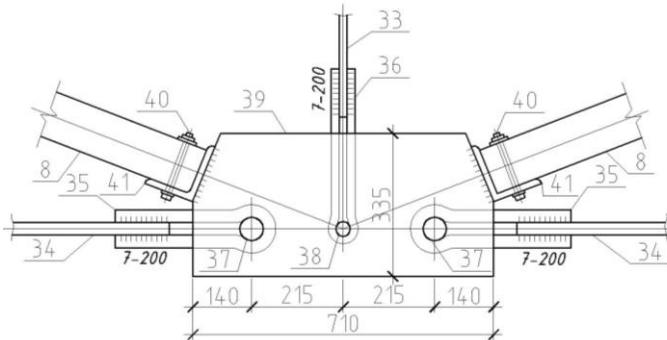


Рис. 3.2. Вузол нижнього поясу

**Проміжний вузол верхнього поясу (рис. 3.3).**

Зусилля від одного елемента верхнього поясу на другий передаються лобовим упором через площадки зминання, висота яких

$h_{зм} = h - 2e = 20 - 2 \cdot 2 = 16$  см більша необхідної висоти  $h_{пес} = 12,6$  см. Стик у вузлі перекривається двома дерев'яними накладками перерізом  $150 \times 75$  мм довжиною 720 мм на болтах діаметром  $d = 10$  мм.

Зусилля від стояка (розкосі) передається на верхній пояс через торець упором. Упирання виконуємо за допомогою пластин товщиною 10 мм, стояк кріпимо болтом діаметром  $d = 10$  мм.

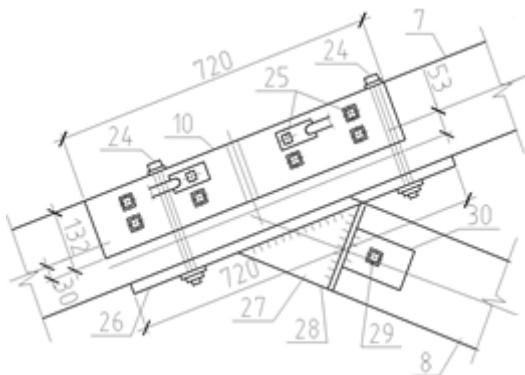


Рис. 3.3. Проміжний вузол верхнього поясу

### Гребеневий вузол (рис. 3.4).

Гребеневий вузол виконуємо лобовим упором з перекриттям стику парними накладками розміром  $125 \times 200 \times 1120$  мм. З кожного боку стику ставимо по три болти діаметром  $d = 10$  мм. Змінання брусів в стику по вертикальній площині не перевіряємо, оскільки вона забезпечена повністю.

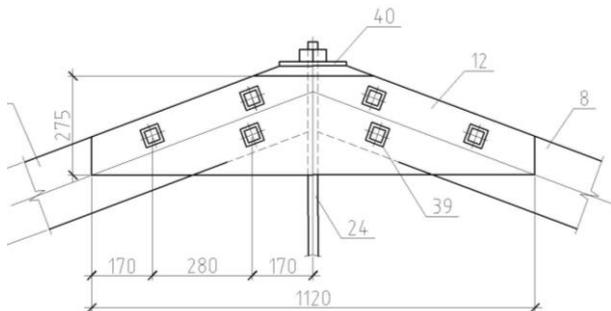


Рис. 3.4. Гребеневий вузол

## Література

1. ДБН В.2.6-161:2017. Конструкції будинків та споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2018. 02.01]. Видання офіц. Київ : ДП Укрархбудінформ, 2011. 102 с. (Нормативний документ Мінрегіонбуду України. Норми проектування.)
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007. 01.01]. Вид офіц. Київ : Сталь, 2006. 59 с. (Нормативний документ Мінбуду України. Норми проектування.)
3. ДСТУ Б А.2.4-39:2008. Креслення будівельні. Правила виконання креслень дерев'яних конструкцій. [Чинний від . 2010. 01.01]. Вид офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 10 с. (Інформація та документація).
4. Кострукції з деревини і пластмас / Погореляк А. П., Романюк В. В., Чернолоз В. С., Погореляк О. А. Рівне : РДТУ, 2001. 392 с.
5. Гомон С. С. Конструкції з дерева та пластмас : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2016. 219 с.
6. Клименко В. З. Конструкції з дерева і пластмас. К. : Вища школа, 2000. 304 с.
7. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень [Чинний від 2018. 02.01]. Видання офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 78 с. (Нормативний документ Мінрегіонбуду України).
8. ДСТУ 9243.7:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень [Чинний від 2023.07.03]. Видання офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 45 с.
9. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд будівельних конструкцій та основ.: ДБН В.1.2-14-2009. Київ : Мінрегіонбуд України. 2009. 37 с.