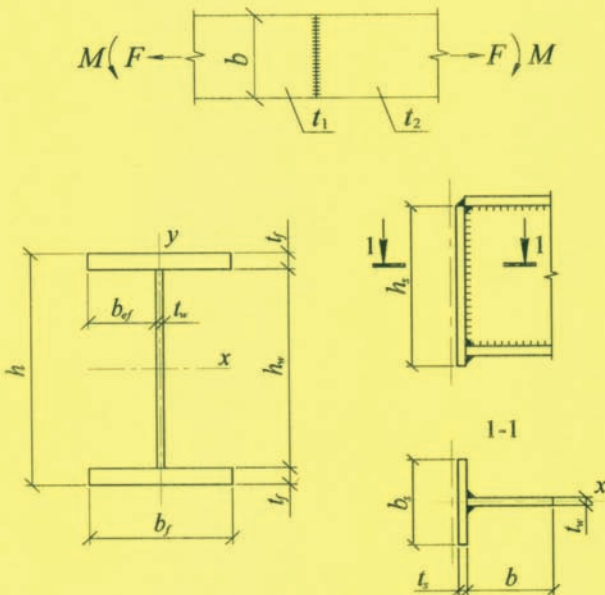


О.І.Сіянов

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ

Частина 1



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О.І. СІЯНОВ

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
ЗБІРНИК ЗАДАЧ

Частина 1

Вінниця
ВНТУ
2015

УДК 624.014

ББК 38.54я73

С24

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 11 від 21.06.2012 р.).

Рецензенти:

В. М. Гордєєв, доктор технічних наук, професор

В. В. Гайдайчук, доктор технічних наук, професор

І. О. Сивак, доктор технічних наук, професор

Сіянов, О. І.

С24 **Металеві конструкції. Збірник задач. Частина 1 : збірник задач /**
О. І. Сіянов. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 76 с.

У збірнику задач викладено порядок виконання, оформлення і захисту практичних робіт та приклади статичного розрахунку металевих конструкцій. До складу кожного прикладу включено графічне зображення розрахункової схеми. Наведено контрольні запитання та джерела інформації.

Для студентів будівельних спеціальностей всіх форм навчання.

УДК 624.014

ББК 38.54я73

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	9
ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	10
ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	11
ТИТУЛЬНА СТОРІНКА ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.....	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1	13
Тема: Розрахунок складеного перерізу	13
Мета і задачі: набуття навиків щодо розрахунку складеного перерізу, навчитися використовувати відповідні джерела інформації	13
Послідовність виконання роботи	13
Завдання і умови	13
Розв'язання.....	13
Висновок	14
Контрольні запитання.....	14
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2	15
Тема: Розрахунок навантаження на ригель і колону	15
Мета і задачі: набуття навиків щодо розрахунку навантаження на ригель і колону двопрогової будівлі, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	15
Послідовність виконання роботи	15
Завдання і умови	15
Розв'язання.....	15
Висновок	16
Контрольні запитання.....	16
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3	17
Тема: Підбір перерізу та перевірка міцності центрально розтягнутого елемента	17
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу та перевірки міцності елемента, до якого прикладена сила, що розтягує його та діє без ексцентриситету, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	17
Послідовність виконання роботи	17
Завдання і умови	17
Розв'язання.....	18

Висновок	18
Контрольні запитання.....	19
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4	20
Тема: Підбір перерізу та перевірка гнучкості і стійкості центрально стиснутої колони.....	20
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу та перевірки гнучкості і стійкості колони, до якої прикладена сила, що стискає її та діє без ексцентриситету, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	20
Послідовність виконання роботи	20
Завдання і умови	21
Розв'язання.....	21
Висновок	22
Контрольні запитання.....	23
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5	24
Тема: Підбір перерізу та перевірки за граничними станами прокатної двотаврової балки	24
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу та виконання перевірок за граничними станами прокатної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	24
Послідовність виконання роботи	24
Завдання і умови	24
Розв'язання.....	25
Висновок	26
Контрольні запитання.....	26
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6	27
Тема: Визначення ширини листів зварного з'єднання та перевірка міцності зварного шва	27
Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення ширини листів зварного з'єднання та перевірки міцності зварного шва, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	27
Послідовність виконання роботи	27
Завдання і умови	27
Розв'язання.....	28
Висновок	28
Контрольні запитання.....	28

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7	30
Тема: Підбір перерізу балки настилу та розрахунок і конструювання болтового з'єднання балки настилу до головної балки	30
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу балки настилу та розрахунку і конструювання болтового з'єднання балки настилу до головної балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	30
Послідовність виконання роботи	30
Завдання і умови	31
Розв'язання	31
Висновок	33
Контрольні запитання	33
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8	34
Тема: Підбір перерізу зварної двотаврової балки	34
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	34
Послідовність виконання роботи	34
Завдання і умови	35
Розв'язання	35
Висновок	37
Контрольні запитання	37
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9	39
Тема: Перевірка міцності та стійкості перерізу зварної двотаврової балки	39
Мета і задачі: набуття навиків щодо перевірки міцності та стійкості перерізу зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	39
Послідовність виконання роботи	39
Завдання і умови	40
Розв'язання	40
Висновок	41
Контрольні запитання	41
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10	42
Тема: Зміна перерізу зварної двотаврової балки по довжині та перевірка приведенного напруження в місці зміни перерізу	42

Мета і задачі: набуття навиків щодо зміни перерізу зварної двотаврової балки по довжині та перевірки приведеного напруження в місці зміни перерізу, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.....	42
Послідовність виконання роботи	42
Завдання і умови	43
Розв'язання.....	43
Висновок	44
Контрольні запитання.....	45
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11	46
Тема: Визначення товщини опорного ребра і перевірка стійкості опорної частини зварної двотаврової балки.....	46
Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення товщини опорного ребра і перевірки стійкості опорної частини зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.....	46
Послідовність виконання роботи	46
Завдання і умови	47
Розв'язання.....	47
Висновок	48
Контрольні запитання.....	49
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12	50
Тема: Підбір перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра.....	50
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації....	50
Послідовність виконання роботи	50
Завдання і умови	51
Розв'язання.....	51
Висновок	53
Контрольні запитання.....	53
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13	54
Тема: Перевірки стійкості перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра	54
Мета і задачі: набуття навиків щодо перевірок стійкості перерізу	

центрально стиснутої колони у вигляді широкополічного зварного двотавра, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.....	54
Послідовність виконання роботи.....	54
Завдання і умови.....	55
Розв'язання.....	55
Висновок.....	56
Контрольні запитання.....	56
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 14.....	57
Тема: Розрахунок опорної плити бази центрально стиснутої колони....	57
Мета і задачі: набуття навиків щодо розрахунку опорної плити бази центрально стиснутої колони, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.....	57
Послідовність виконання роботи.....	57
Завдання і умови.....	58
Розв'язання.....	58
Висновок.....	60
Контрольні запитання.....	60
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 15.....	61
Тема: Визначення опорних реакцій ферми та побудова діаграми Максвела-Кремони.....	61
Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення опорних реакцій ферми та побудови діаграми Максвела-Кремони, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.....	61
Послідовність виконання роботи.....	61
Завдання і умови.....	62
Розв'язання.....	62
Висновок.....	64
Контрольні запитання.....	64
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 16.....	65
Тема: Визначення зусилля в елементах ферми.....	65
Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення зусилля в елементах ферми, навчитися використовувати відповідні джерела інформації....	65
Послідовність виконання роботи.....	65
Завдання і умови.....	65
Розв'язання.....	66

Висновок	67
Контрольні запитання	67
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 17	68
Тема: Підбір перерізу елементів ферми з труб та перевірки за першою групою граничних станів	68
Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу елементів ферми з труб та перевірки за першою групою граничних станів, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації	68
Послідовність виконання роботи	68
Завдання і умови	69
Розв'язання	69
Висновок	71
Контрольні запитання	71
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	73
УКРАЇНСЬКО-АНГЛІЙСЬКИЙ СЛОВНИК	74

ПЕРЕДМОВА

В сфері проектування будівель і споруд сучасні фахівці конструкторського напрямку спеціальності “Будівництво” повинні демонструвати вміння використовувати отримані теоретичні знання в галузі металевих конструкцій. У зв’язку з цим в навчальному процесі для студентів спеціалізації “Промислове та цивільне будівництво” передбачено вирішення практичних задач.

Як допомога студентам розроблений збірник задач “Металеві конструкції. Частина 1”, який включає порядок виконання, оформлення і захисту практичних робіт та приклади статичного розрахунку металевих конструкцій.

Задачі розроблено в рамках теоретичного матеріалу з наведенням теми, мети, задач, послідовності виконання робіт, підсумку, контрольних запитань, джерел інформації.

Кожна задача збірника передбачена програмою дисципліни “Металеві конструкції” і спрямована на перевірку отриманих знань та оволодіння навиками статичного розрахунку найбільш поширених металевих конструкцій.

На підставі наведених числових прикладів студентам пропонується розв’язати аналогічні задачі шляхом внесення змін у вхідні дані.

Збірник містить докладний розрахунок перерізів, стиків, вузлів і окремих елементів та частин металевих конструкцій.

Для чіткого розуміння поставлених задач розроблена графічна інформація у вигляді схем вхідних даних.

Складені задачі можна використовувати в дистанційному навчанні на базі ВНТУ у середовищі eLearning Server.

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

На підставі теоретичного матеріалу, отриманого на заняттях, студентам напряму підготовки 6.060101 “Промислове та цивільне будівництво” пропонується виконати практичні роботи:

- 1) розрахунок (**calculation**) складеного перерізу (**cut**);
- 2) визначення навантаження (**loading**) на ригель і колону (**column**);
- 3) підбір перерізу та перевірка міцності (**firmly**) центрально розтягнутого елемента (**element**);
- 4) підбір перерізу та перевірка гнучкості (**flexibility**) і стійкості (**stability**) центрально стиснутої колони;
- 5) підбір перерізу та перевірки за граничними станами (**maximum levels**) прокатної двотаврової балки (**beam**);
- 6) визначення ширини листів (**sheets**) зварного з'єднання (**connection on welding**) та перевірка міцності зварного шва;
- 7) підбір перерізу балки настилу та розрахунок і конструювання болтового з'єднання (**connection**) балки настилу до головної балки;
- 8) підбір перерізу зварної двотаврової балки;
- 9) перевірка міцності та стійкості перерізу зварної двотаврової балки;
- 10) зміна перерізу (**change of cut**) зварної двотаврової балки по довжині та перевірка приведенного напруження (**tension**) в місці зміни перерізу;
- 11) визначення товщини опорного ребра (**rib**) і перевірка стійкості опорної частини зварної двотаврової балки;
- 12) підбір перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополічного зварного двотавра;
- 13) перевірки стійкості перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополічного зварного двотавра;
- 14) розрахунок опорної плити (**slab**) бази (**base**) центрально стиснутої колони;
- 15) визначення опорних реакцій (**reactions**) ферми (**farm**) та побудова діаграми (**diagram**) Максвелла-Кремони;
- 16) визначення зусилля (**effort**) в елементах ферми;
- 17) підбір перерізу елементів ферми з труб (**pipes**) та перевірки за першою групою граничних станів.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Послідовність виконання практичних робіт наведена в прикладах.

Після отримання завдань у вигляді схем (schemes) і вхідних даних, потрібно:

- ознайомитись із існуючими алгоритмами розв'язання задач;
- здійснити розрахунок;
- проаналізувати отримані результати;
- відповісти на контрольні запитання;
- сформулювати висновки;
- оформити роботи.

Виконання практичних робіт здійснюється на підставі отриманих знань з відповідних тем теоретичного матеріалу.

Розрахункові операції виконуються за допомогою звичайного інженерного калькулятора і з використанням технічних джерел інформації.

Отримані результати аналізуються і порівнюються з тими, що наведені в прикладах.

Задачі вважаються виконаними правильно, якщо значення відповідають можливим проектним рішенням.

Оформлення практичних робіт передбачає наявність задач, викладених на папері формату А4 (210 × 297 мм) і скріплених або зшитих з титульною сторінкою. Можливе оформлення задач за допомогою комп'ютера в електронному вигляді.

Практичні роботи здаються на перевірку та захищаються не пізніше ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії.

Захист практичних робіт проводиться за контрольними запитаннями, наведеними в кінці кожної роботи.

Для допуску студента до складання заліку або іспиту необхідно виконати та захистити практичні роботи.

ТИТУЛЬНА СТОРІНКА ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, теплоенергетики і газопостачання
Кафедра промислового та цивільного будівництва

ПРАКТИЧНА РОБОТА № ____
з дисципліни “Металеві конструкції”

назва роботи

(“-----”)

Виконав студент групи (-----)

(Прізвище, ім'я та по-батькові)

дата

Перевірив (посада, прізвище, ім'я та по-
батькові викладача практичних занять)

дата

Вінниця (рік)

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Тема: Розрахунок складеного перерізу.

Мета і задачі: набуття навиків щодо розрахунку складеного перерізу, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, подібну до схеми на рис. 1.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Знайти координату центра ваги (centre of gravity).
3. Визначити момент (moment) інерції.
4. Розрахувати момент опору.
5. Обчислити радіус інерції.
6. Відповісти на контрольні запитання.
7. Зробити висновки.

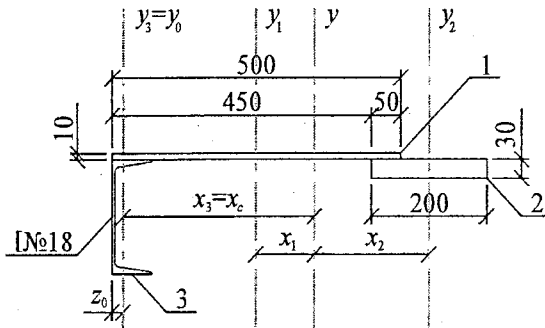


Рисунок 1.1 – Складений переріз

Завдання і умови

Визначити положення осі y та геометричні характеристики I_y ; W_y ; i_y , якщо дано: -500×10 мм; -200×30 мм; [№ 18].

Розв'язання

1. Знаходимо координату центра ваги

$$x_c = \frac{\sum S_{y_0}}{\sum A} = \frac{A_1 x_1^* + A_2 x_2^* + A_3 x_3^*}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{50 \cdot 23,06 + 60 \cdot 53,06 + 20,7 \cdot 0}{50 + 60 + 20,7} = 33,18 \text{ см.}$$

2. Визначасмо момент інерції

$$I_y = I_{y_3} + A_3 x_3^2 + I_{y_1} + A_1 x_1^2 + I_{y_2} + A_2 x_2^2 = 86 + 20,7 \cdot 33,18^2 + \frac{1 \cdot 50^3}{12} + 50 \cdot 10,12^2 + \frac{3 \cdot 20^3}{12} + 60 \cdot 19,88^2 = 64124,7 \text{ см}^4.$$

3. Розраховуємо момент опору

$$W_y = \frac{I_y}{x_2 + 10} = \frac{64124,7}{19,88 + 10} = 2146 \text{ см}^3.$$

4. Обчислюємо радіус інерції

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{\sum A}} = \sqrt{\frac{I_y}{A_1 + A_2 + A_3}} = \sqrt{\frac{64124,7}{50 + 60 + 20,7}} = 22,15 \text{ см.}$$

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти розраховувати складений переріз, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Яку потрібно виконати операцію для того, щоб знайти координати центра ваги складеного перерізу?
2. Що входить у формулу з визначення моменту інерції?
3. Чи є момент опору геометричною характеристикою?
4. З яких параметрів (**parameters**) складається формула для визначення радіуса інерції?
5. На що множаться площі поперечного перерізу для визначення координат центра ваги?
6. Чому у формулі для визначення моменту інерції відрізняються складові?
7. Для чого визначається момент опору?
8. Від яких параметрів залежить радіус інерції?
9. Яким чином з'єднуються елементи у складений переріз?
10. Як називаються елементи складеного перерізу, наведені на рис. 1.1?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Тема: Розрахунок навантаження на ригель і колону.

Мета і задачі: набуття навиків щодо розрахунку навантаження на ригель і колону двопрогової будівлі (building), навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, подібну до схеми на рис. 2.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Визначити характеристичне навантаження на ригель.
3. Знайти розрахункове граничне навантаження на ригель.
4. Обчислити розрахункове граничне навантаження на колону.
5. Відповісти на контрольні запитання.
6. Зробити висновки.

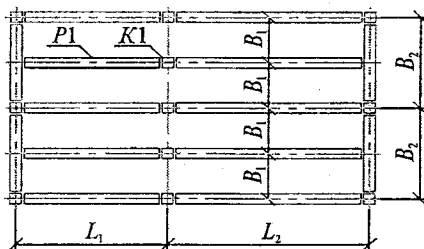


Рисунок 2.1 – Схема розташування ригелів і колон в плані

Завдання і умови

Визначити навантаження на ригель $P1$ і колону $K1$ двопрогової будівлі, якщо дано: $L_1 = 18$ м; $L_2 = 24$ м; $B_1 = 6$ м; $B_2 = 12$ м; сніг, $S_0 = 0,7$ кН/м²; $\gamma_{fm1} = 1,4$; асфальтова стяжка, $q_{01} = 0,14$ кН/м²; $\gamma_{fm2} = 1,4$; з/б плити, $q_{02} = 1,5$ кН/м²; $\gamma_{fm3} = 1,1$; ригель із двотавра № 100 $B1$, $q_{0B1} = 2,306$ кН/м²; $\gamma_{fm4} = 1,05$.

Розв'язання

1. Визначаємо характеристичне навантаження на ригель $P1$

$$q_{0P1} = S_0 B_1 + q_{01} B_1 + q_{02} B_1 + q_{0B1} = 0,7 \cdot 6 + 0,14 \cdot 6 + 1,5 \cdot 6 + 2,306 = 16,3 \text{ кН/м.}$$

2. Знаходимо розрахункове граничне навантаження на ригель P1

$$q_{P1} = S_0 B_1 \gamma_{fml} + q_{01} B_1 \gamma_{fml2} + q_{02} B_1 \gamma_{fml3} + q_{0B1} \gamma_{fml4} = 6(0,7 \cdot 1,4 + 0,14 \cdot 1,3 + 1,5 \cdot 1,1) + 2,306 \cdot 1,05 = 19,3 \text{ кН/м.}$$

3. Обчислюємо розрахункове граничне навантаження на колону K1

$$F = 2R_{P1} = \frac{2q_{P1}L}{2} = \frac{q_{P1}(L_1 + L_2)}{2} = 19,3 \cdot 21 = 405,3 \text{ кН.}$$

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти визначати навантаження на ригель і колону двопрогонувої будівлі, а також використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Яку потрібно виконати дію для того, щоб визначити характеристичне навантаження на ригель P1?
2. Що входить у формулу з визначення розрахункового граничного навантаження на колону K1?
3. Чи є характеристичне навантаження епізодичним?
4. З яких параметрів складається формула для визначення розрахункового граничного навантаження на ригель P1?
5. На що множаться характеристичні навантаження для визначення сумарного характеристичного навантаження?
6. Чому у формулі для визначення розрахункового граничного навантаження на ригель P1 відрізняються складові?
7. Для чого визначається характеристичне навантаження?
8. Від яких параметрів залежить розрахункове граничне навантаження на колону K1?
9. Яке нормативне джерело інформації регламентує коефіцієнт (coefficient) надійності (reliability) за граничним навантаженням?
10. Як називаються геометричні параметри, наведені на рис. 2.1?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Тема: Підбір перерізу та перевірка міцності центрально розтягнутого елемента.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу та перевірки міцності елемента, до якого прикладена сила (*force*), що розтягує його та діє без ексцентриситету (*ex-centricity*), навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 3.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 230 кН на 5...20 %.
3. Задатись трубчастим перерізом.
4. Вибрати розрахунковий опір (*resistance*) сталі (*steel*) фасонного прокату.
5. Визначити площу бруutto.
6. Знайти площу отвору.
7. Розрахувати площу нетто.
8. Виконати перевірку міцності.
9. Обчислити недонапруження.
10. Відповісти на контрольні запитання.
11. Зробити висновки.



Рисунок 3.1 – Розрахункова схема центрально розтягнутого елемента

Завдання і умови

Методом спроб підібрати переріз та виконати перевірку міцності елемента, до якого прикладена сила F , що розтягує його та діє без ексцентриситету, якщо дано: сталь С235; $F = 230$ кН; $\gamma_c = 1$.

Розв'язання

1. Задаємось за сортаментом трубочастим перерізом $\varnothing 89 \times 4$ мм.
2. Вибираємо розрахунковий опір сталі фасонного прокату

$$R_y = 230 \text{ МПа} = 23 \text{ кН/см}^2.$$

3. Визначаємо площу бругто

$$A_{бр} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8,9^2}{4} = 62,2 \text{ см}^2.$$

4. Знаходимо площу отвору

$$A_{отс} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8,1^2}{4} = 51,5 \text{ см}^2.$$

5. Розраховуємо площу нетто

$$A_{нт} = A_{бр} - A_{отс} = 62,2 - 51,5 = 10,7 \text{ см}^2.$$

6. Виконуємо перевірку міцності

$$\sigma = \frac{F}{A_{нт}} = \frac{230}{10,7} = 21,5 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 23 \cdot 1 = 23 \text{ кН/см}^2.$$

7. Обчислюємо недонапруження

$$\Delta = \frac{R_y \gamma_c - \sigma}{R_y \gamma_c} 100\% = \frac{23 - 21,5}{23} 100\% = 6,5\%.$$

Отже, міцність забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз та перевіряти міцність елемента, до якого прикладена сила, що розтягує його та діє без ексцентриситету, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу методом спроб?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі фасонного прокату?
3. Як пояснити площу бруто?
4. Для чого знаходиться площа отвору?
5. Навіщо визначається площа бруто?
6. Чому площа нетто менше площі отвору?
7. З чого складається перевірка міцності на центральний розтяг (wrick)?
8. Чи допускається рівність між напруженням і розрахунковим опором?
9. У зв'язку з чим визначається недонапруження?
10. Скільки відсотків можна допустити недонапруження в підборі перерізу фасонного прокату?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Тема: Підбір перерізу та перевірка гнучкості і стійкості центрально стиснутої колони.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу та перевірки гнучкості і стійкості колони, до якої прикладена сила, що стискає її та діє без ексцентриситету, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 4.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 400 кН на 5...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі фасонного прокату.
4. Задатись коефіцієнтом поздовжнього згину.
5. Розрахувати потрібну площу перерізу колони.
6. Обчислити розрахункову довжину колони.
7. Визначити потрібний радіус інерції перерізу колони.
8. Вибрати безшовну трубу.
9. Виконати перевірку гнучкості.
10. Визначити коефіцієнт поздовжнього згину (**longitudinal bend**).
11. Виконати перевірку стійкості.
12. Визначити недонапруження.
13. Відповісти на контрольні запитання.
14. Зробити висновки.

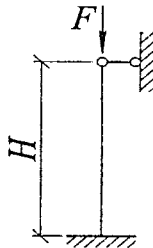


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема центрально стиснутого елемента

Завдання і умови

Підібрати переріз центрально стиснутої колони у вигляді безшовної труби і виконати перевірку гнучкості та стійкості, якщо дано: сталь С245; $F = 400$ кН; $H = 7$ м; $\gamma_c = 1$.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі фасонного прокату

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

2. Задасмоєть коефіцієнтом повздовжнього згину

$$\varphi = 0,6.$$

3. Розраховуємо потрібну площу перерізу колони

$$A_{\text{норм}} = \frac{F}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{400}{0,6 \cdot 24 \cdot 1} = 27,78 \text{ см}^2.$$

4. Обчислюємо розрахункову довжину колони

$$l_{ef} = \mu H = 0,7 \cdot 700 = 490 \text{ см},$$

де μ – коефіцієнт приведення розрахункової довжини, $\mu = 0,7$.

5. Визначаємо потрібний радіус інерції перерізу колони

$$i_{\text{норм}} = \frac{l_{ef}}{\lambda_{ef}} = \frac{490}{120} = 4,08 \text{ см},$$

де λ_{ef} – гранична гнучкість із норм (norms), $\lambda_{ef} = 120$, що відповідає стиснутим елементам.

6. За сортаментом вибираємо безшовну трубу $\varnothing 140 \times 7$ мм, $A = 29,25 \text{ см}^2$; $i = 4,71$ см.

7. Виконуємо перевірку гнучкості

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{490}{4,71} = 104 < \lambda_{ef} = 120.$$

Отже, гнучкість забезпечена.

8. Згідно з нормами за $\lambda = 104$ та $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$ визначаємо коефіцієнт поздовжнього згину $\varphi = 0,516$.

9. Виконуємо перевірку стійкості

$$\sigma = \frac{F}{\varphi A} = \frac{400}{0,516 \cdot 29,25} = 26,5 \text{ кН/см}^2 > R_y \gamma_c = 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, стійкість не забезпечена.

10. За сортаментом вибираємо іншу безшовну трубу $\varnothing 140 \times 8 \text{ мм}$,

$$A = 33,18 \text{ см}^2; i = 4,68 \text{ см}.$$

11. Виконуємо перевірку гнучкості

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{490}{4,68} = 105 < \lambda_{ef} = 120.$$

Отже, гнучкість забезпечена.

12. Згідно з нормами за $\lambda = 105$ та $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$ визначаємо коефіцієнт поздовжнього згину $\varphi = 0,51$.

13. Виконуємо перевірку стійкості

$$\sigma = \frac{F}{\varphi A} = \frac{400}{0,51 \cdot 33,18} = 23,6 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2.$$

14. Визначаємо недонапруження

$$\Delta = \frac{R_y \gamma_c - \sigma}{R_y \gamma_c} 100\% = \frac{24 - 23,6}{24} 100\% = 1,7\%.$$

Отже, стійкість забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз та перевіряти гнучкість і стійкості колони, до якої прикладена сила, що стискає її та діє без ексцентриситету, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі фасонного прокату?
3. Яким значенням коефіцієнта поздовжнього згину потрібно задатись?
4. Від чого залежить розрахункова довжина колони?
5. Чому дорівнює гранична гнучкість для стиснутих елементів і звідки вона береться?
6. За якими параметрами визначається коефіцієнт поздовжнього згину?
7. Для чого використовується коефіцієнт поздовжнього згину?
8. З чого складається перевірка стійкості на центральний стиск (clench)?
9. Чи допускається, щоб напруження і розрахунковий опір сталі були рівними?
10. Скільки відсотків може бути недонапруження в підборі перерізу фасонного прокату?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Тема: Підбір перерізу та перевірки за граничними станами прокатної двотаврової балки.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу та виконання перевірок за граничними станами прокатної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 5.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 25 кН/м на 10...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі фасонного прокату.
4. Обчислити розрахункове граничне навантаження.
5. Знайти максимальний згинальний (**flexural**) момент.
6. Розрахувати потрібний момент опору.
7. Вибрати номер двотавра.
8. Виконати перевірку міцності за першою групою граничних станів.
9. Обчислити недонапруження.
10. Виконати перевірку жорсткості (**inflexibility**) за другою групою граничних станів.
11. Відповісти на контрольні запитання.
12. Зробити висновки.

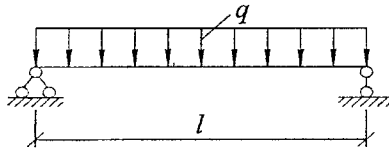


Рисунок 5.1 – Розрахункова схема прокатної двотаврової балки

Завдання і умови

Підібрати переріз прокатної двотаврової балки та виконати перевірки за граничними станами, якщо дано: сталь С245; $q_0 = 25$ кН/м; $l = 6$ м; $\gamma_m = = 1,2$; $\gamma_c = 1$; $E = 2,06 \cdot 10^4$ кН/см²; $1/n_0 = 1/250$.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі фасонного прокату

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

2. Обчислюємо розрахункове граничне навантаження

$$q = q_0 \gamma_{fm} = 25 \cdot 1,2 = 30 \text{ кН/м}.$$

3. Знаходимо максимальний згинальний момент

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{30 \cdot 6^2}{8} = 135 \text{ кНм}.$$

4. Розраховуємо потрібний момент опору

$$W_{\text{норм}} = \frac{M_{\max}}{c_1 R_y \gamma_c} = \frac{13500}{1,12 \cdot 24 \cdot 1} = 502 \text{ см}^3,$$

де $c_1 = 1,12$ – коефіцієнт, який враховує роботу сталі за межею пружності.

5. За сортаментом вибираємо двотавр № 33, $W_x = 597 \text{ см}^3 > W_{\text{норм}}$; $I_x = 9840 \text{ см}^4$.

6. Виконуємо перевірку міцності за першою групою граничних станів

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{c_1 W_x} = \frac{13500}{1,12 \cdot 597} = 20,2 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 1 = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, міцність забезпечена.

7. Обчислюємо недонапруження

$$\Delta = \frac{R_y \gamma_c - \sigma}{R_y \gamma_c} \cdot 100\% = \frac{24 - 20,2}{24} \cdot 100\% = 15,8\%.$$

8. Виконуємо перевірку жорсткості за другою групою граничних станів

$$f = \frac{5 q_0 l^4}{384 E I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,25 \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 9840} = 2,1 \text{ см} < f_u = \frac{1}{n_0} l = \frac{1}{250} \cdot 600 = 2,4 \text{ см}.$$

Отже, жорсткість забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз та виконувати перевірки за граничними станами прокатної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі фасонного прокату?
3. Які параметри враховуються для визначення розрахункового граничного навантаження?
4. Навіщо знаходиться максимальний згинальний момент?
5. Яким коефіцієнтом враховується робота сталі за межею пружності?
6. Чи є момент опору геометричною характеристикою?
7. За яким нормативним джерелом інформації вибирається номер двотавра?
8. З чого складається перевірка міцності на згин?
9. Скільки відсотків може бути недонапруження в підборі перерізу фасонного прокату?
10. Як виглядає перевірка жорсткості?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

Тема: Визначення ширини листів зварного з'єднання та перевірка міцності зварного шва.

Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення ширини листів зварного з'єднання та перевірки міцності зварного шва, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 6.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 70 кН на 10...20 %.
3. Вибрати і визначити розрахунковий опір сталі.
4. Записати умову міцності зварного шва з урахуванням дії поздовжньої сили та згинального моменту.
5. Врахувати те, що зварний шов потрібно виводити на планки (slats) і врахувати найменшу товщину листів.
6. Підставити відповідні параметри в умову міцності зварного шва.
7. Визначити ширину листів.
8. Виконати перевірку міцності зварного шва.
9. Відповісти на контрольні запитання.
10. Зробити висновки.

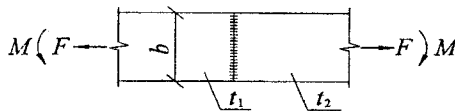


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема стикового зварного з'єднання

Завдання і умови

Визначити ширину b листів для з'єднання їх прямим стиковим швом та виконати перевірку міцності зварного шва, якщо дано: $F = 70$ кН; $M = 12,5$ кНм; $t_1 = 7$ мм; $t_2 = 9$ мм; зварний шов виводити на планки; сталь С255; контроль якості зварного шва – звичайний, $\gamma_c = 1$.

Розв'язання

1. Вибираємо і визначаємо розрахунковий опір сталі

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2 \text{ тт } R_{wy} = 0,85R_y = 0,85 \cdot 24 = 20,4 \text{ кН/см}^2.$$

2. Записуємо умову міцності зварного шва з урахуванням дії F та M

$$\sigma_w = \frac{F}{t \cdot l_w} + \frac{6M}{t \cdot l_w^2} \leq R_{wy} \gamma_c.$$

3. Згідно з тим, що зварний шов потрібно виводити на планки, $b = l_w$ та враховуючи найменшу товщину t_1 , $t_1 = t$.

4. Підставивши відповідні параметри в умову міцності зварного шва, отримаємо

$$\sigma_w = \frac{70}{0,7 \cdot x} + \frac{6 \cdot 1250}{0,7 \cdot x^2} \leq R_{wy} \gamma_c = 20,4 \cdot 1 = 20,4 \text{ кН/см}^2.$$

5. Розв'язуючи, матимемо

$$x = b = l_w = 26 \text{ см.}$$

6. Виконуємо перевірку міцності зварного шва

$$\sigma_w = \frac{70}{0,7 \cdot 26} + \frac{6 \cdot 1250}{0,7 \cdot 26^2} = 19,7 \text{ кН/см}^2 < R_{wy} \gamma_c = 20,4 \cdot 1 = 20,4 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, міцність забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти визначати ширину листів зварного з'єднання та перевіряти міцність зварного шва, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для визначення ширини листів зварного з'єднання?

2. Де вибирається і як визначається розрахунковий опір сталі?

3. Наскільки відсотків відрізняється розрахунковий опір сталі і розрахунковий опір стикового зварного з'єднання?
4. Як врахувати те, що зварний шов потрібно виводити на планки?
5. Чому в перевірці міцності зварного шва згинальний момент збільшений, а товщина листа зменшена?
6. Яку товщину листів слід записувати в умову міцності зварного шва?
7. Яким чином визначити ширину листів зварного з'єднання?
8. З чого складається перевірка міцності зварного шва на одночасну дію розтягу і згину?
9. Чи допускається рівність між напруженням в зварному шві і розрахунковим опором стикового зварного з'єднання?
10. За допомогою якого коефіцієнта враховуються умови роботи?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Тема: Підбір перерізу балки настилу та розрахунок і конструювання болтового з'єднання балки настилу до головної балки.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу балки настилу та розрахунку і конструювання болтового з'єднання балки настилу до головної балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 7.1, і виконати розрахунок та конструювання згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 45 кН/м на $10\text{...}20\%$.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі болта (screw-bolts) на зріз.
4. Знайти площу перерізу болта.
5. Розрахувати несучу здатність (bearing strength) болта на зріз.
6. Вибрати розрахунковий опір сталі болта на зминання.
7. Обчислити несучу здатність болта на зминання.
8. Знайти реакцію балки B_1 .
9. Розрахувати кількість болтів в одному з'єднанні.
10. Підібрати кількість болтів.
11. Вибрати розрахунковий опір сталі балок.
12. Обчислити максимальний згинальний момент для балки B_1 .
13. Знайти момент опору.
14. Вибрати номер двотавра.
15. Виконати конструювання.
16. Відповісти на контрольні запитання.
17. Зробити висновки.

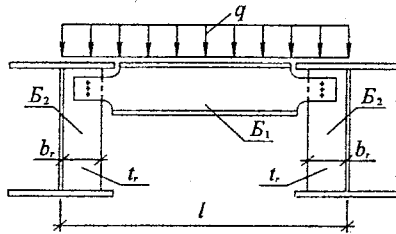


Рисунок 7.1 – Розрахункова схема болтового з'єднання балки B_1 до балки B_2

Завдання і умови

Підібрати переріз балки B_1 та розрахувати і сконструювати болтове з'єднання балки B_1 до балки B_2 , якщо дано: сталь балок С245; сталь болтів С245; болти грубої точності; клас точності болтів 4.6; $q = 45 \text{ кН/м}$; $l = 8 \text{ м}$; $b_r = 100 \text{ мм}$; $t_r = 8 \text{ мм}$; $\text{Ø} 20 \text{ мм}$ (болтів); $\gamma_c = 1$; $\gamma_b = 0,9$.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі болта на зріз

$$R_{bs} = 150 \text{ МПа} = 15 \text{ кН/см}^2.$$

2. Знаходимо площу перерізу болта

$$A_b = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ см}^2.$$

3. Розраховуємо несучу здатність болта на зріз

$$N_{bs} = R_{bs} \gamma_b A_b n_s = 15 \cdot 0,9 \cdot 3,14 \cdot 1 = 42,4 \text{ кН}$$

4. Вибираємо розрахунковий опір сталі болта на зминання

$$R_{bp} = 450 \text{ МПа} = 45 \text{ кН/см}^2.$$

5. Обчислюємо несучу здатність болта на зминання

$$N_{bp} = R_{bp} \gamma_b d \sum t = 45 \cdot 0,9 \cdot 2 \cdot 0,8 = 64,8 \text{ кН}$$

6. Знаходимо реакцію балки B_1

$$R_{B1} = \frac{ql}{2} = \frac{45 \cdot 8}{2} = 180 \text{ кН}$$

7. Розраховуємо кількість болтів в одному з'єднанні

$$n_b = \frac{1,2R_{B1}}{N_{b,\min}} = \frac{1,2 \cdot 180}{42,4} = 5,1 \text{ шт.}$$

8. Беремо 6 болтів.

9. Вибираємо розрахунковий опір сталі балок

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

10. Обчислюємо максимальний згинальний момент для балки B_1

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{45 \cdot 8^2}{8} = 360 \text{ кНм} = 36000 \text{ кНсм.}$$

11. Знаходимо потрібний момент опору

$$W_{\text{номп}} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c} = \frac{36000}{24 \cdot 1} = 1500 \text{ см}^3.$$

12. За сортаментом вибираємо двотавр № 50, $W_x = 1589 \text{ см}^3 > W_{\text{номп}}$.

13. Виконуємо конструювання (рис. 7.2)

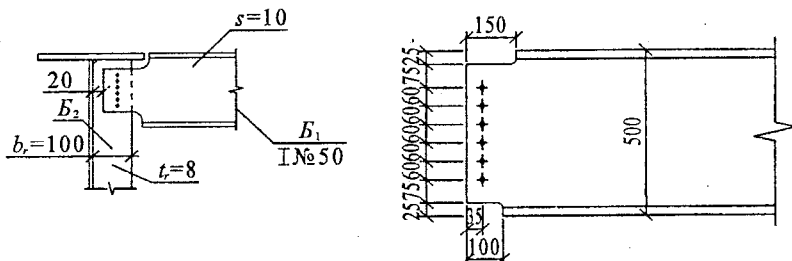


Рисунок 7.2 – Схема конструювання болтового з'єднання балки B_1 до балки B_2

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз балки настилу та розраховувати і конструювати болтове з'єднання балки настилу до головної балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі болта і балок?
3. Чому визначається несуча здатність болта на зріз і зминання?
4. Скільки площин зрізу в болтовому з'єднанні балки настилу до головної балки?
5. Яким коефіцієнтом враховується кількість болтів?
6. Навіщо знаходиться реакція балки настилу?
7. Яка несуча здатність болта враховується для визначення кількості болтів в одному з'єднанні?
8. Як підбирається кількість болтів?
9. На підставі чого вибирається номер двотавра балки настилу?
10. Чим керуються при конструюванні болтового з'єднання балки настилу до головної балки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Тема: Підбір перерізу зварної двотаврової балки.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 8.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 55 кН/м на $10\text{...}20\%$.
3. Визначити максимальний згинальний момент.
4. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
5. Розрахувати потрібний момент опору.
6. Обчислити товщину стінки (wall) балки.
7. Визначити оптимальну висоту балки.
8. Знайти мінімальну висоту балки.
9. Підібрати висоту стінки.
10. Розрахувати товщину стінки балки.
11. Підібрати товщину стінки балки.
12. Обчислити момент інерції стінки.
13. Визначити товщину полицок (shelves).
14. Підібрати товщину полицок.
15. Знайти висоту балки.
16. Розрахувати момент інерції перерізу.
17. Обчислити момент інерції полицок.
18. Визначити площу перерізу полицок.
19. Знайти ширину полицок.
20. Підібрати ширину полицок.
21. Розрахувати площу перерізу балки.
22. Відповісти на контрольні запитання.
23. Зробити висновки.

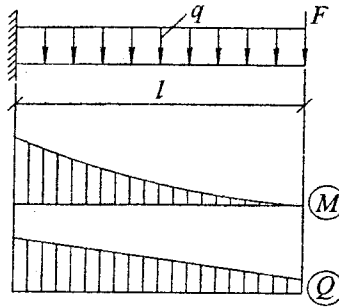


Рисунок 8.1 – Розрахункова схема зварної двотаврової балки

Завдання і умови

Підібрати переріз зварної двотаврової балки, якщо дано: сталь С235; $q = 55 \text{ кН/м}$; $F = 50 \text{ кН}$; $l = 7 \text{ м}$; $\gamma_c = 1$; $E = 2,06 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$; коефіцієнт 1,03 не враховувати.

Розв'язання

1. Визначаємо максимальний згинальний момент

$$M_{\max} = -Fl - \frac{ql^2}{2} = -50 \cdot 7 - \frac{55 \cdot 7^2}{2} = -1697,5 \text{ кНм.}$$

2. Вибираємо розрахунковий опір сталі листового прокату

$$R_y = 230 \text{ МПа} = 23 \text{ кН/см}^2.$$

3. Розраховуємо потрібний момент опору

$$W_{x, \text{норм}} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c} = \frac{169750}{23 \cdot 1} = 7380 \text{ см}^3.$$

4. Обчислюємо товщину стінки балки

$$t_w = 7 + \frac{3h}{1000} = 7 + \frac{3 \cdot 700}{1000} = 9,1 \text{ мм} \approx 1 \text{ см,}$$

$$\text{де } h = \frac{1}{10}l = \frac{7000}{10} = 700 \text{ мм.}$$

5. Визначаємо оптимальну висоту балки

$$h_{opt} = k \sqrt{\frac{W_{x,nomp}}{t_w}} = 1,15 \sqrt{\frac{7380}{1}} = 98,8 \text{ см.}$$

6. Знаходимо мінімальну висоту балки

$$h_{min} = \frac{5 R_y \gamma_c n_0 l}{24 E} \cdot 0,9 = \frac{5 \cdot 23 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 700}{24 \cdot 2,06 \cdot 10^4} \cdot 0,9 = 58,6 \text{ см,}$$

де $n_0 = 400$.

7. Беремо $h_w = 100$ см.

8. Розраховуємо товщину стінки балки

$$t_w = \frac{3Q_{max}}{2h_w R_s \gamma_c} = \frac{3 \cdot (55 \cdot 7 + 50)}{2 \cdot 100 \cdot 13,3 \cdot 1} = 0,49 \text{ см,}$$

де $R_s = 0,58R_y = 0,58 \cdot 23 = 13,3 \text{ кН/см}^2$.

9. Беремо $t_w = 6$ мм.

10. Обчислюємо момент інерції стінки

$$I_w = \frac{t_w h_w^3}{12} = \frac{0,6 \cdot 100^3}{12} = 50000 \text{ см}^4.$$

11. Визначаємо товщину полицок

$$t_f = 3t_w = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ см.}$$

12. Беремо $t_f = 1,8$ см.

13. Знаходимо висоту балки

$$h = h_w + 2t_f = 100 + 2 \cdot 1,8 = 103,6 \text{ см.}$$

14. Розраховуємо момент інерції перерізу

$$I = \frac{W_{x, \text{порт}} h}{2} = \frac{7380 \cdot 103,6}{2} = 382284 \text{ см}^4.$$

15. Обчислюємо момент інерції полицок

$$I_f = I - I_w = 382284 - 50000 = 332284 \text{ см}^4.$$

16. Визначаємо площу перерізу полицок

$$A_f = \frac{2I_f}{(h_w + t_f)^2} = \frac{2 \cdot 332284}{(100 + 1,8)^2} = 64 \text{ см}^2.$$

17. Знаходимо ширину полицок

$$b_f = \frac{A_f}{t_f} = \frac{64}{1,8} = 35,6 \text{ см.}$$

18. Беремо $b_f = 36 \text{ см.}$

19. Розраховуємо площу перерізу балки

$$A = h_w t_w + 2b_f t_f = 100 \cdot 0,6 + 2 \cdot 36 \cdot 1,8 = 189,6 \text{ см}^2.$$

Отже, $h_w \times t_w = 1000 \times 6 \text{ мм}; b_f \times t_f = 360 \times 18 \text{ мм.}$

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі листового прокату?
3. Чим керуються для визначення оптимальної та мінімальної висоти балки?
4. Для чого обчислюється розрахунковий опір сталі листового прокату на зріз?
5. На яке зусилля розраховується стінка балки?

6. Яке повинно бути співвідношення між товщиною стінки і товщиною полицок?

7. З чого складається висота балки?

8. Які моменти інерції потрібно розрахувати?

9. Чому полицки повинні мати більшу товщину ніж стінка?

10. За яким нормативним джерелом інформації підбираються розміри перерізу балки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

Тема: Перевірка міцності та стійкості перерізу зварної двотаврової балки.

Мета і задачі: набуття навиків щодо перевірки міцності та стійкості перерізу зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 9.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати максимальний згинальний момент, який більше ніж 1697,5 кН/м на 10...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
4. Знайти розрахунковий опір сталі зрізу.
5. Перевірити місцеву (local) стійкість стиснутої полицки.
6. Розрахувати момент інерції перерізу.
7. Обчислити момент опору перерізу.
8. Виконати перевірку міцності перерізу.
9. Визначити недонапруження.
10. Знайти статичний момент половини перерізу.
11. Виконати перевірку міцності перерізу стінки.
12. Відповісти на контрольні запитання.
13. Зробити висновки.

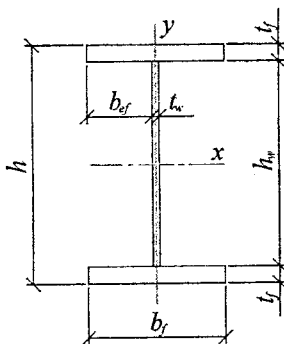


Рисунок 9.1 – Схема перерізу зварної двотаврової балки

Завдання і умови

Виконати перевірку міцності та стійкості перерізу зварної двотаврової балки, якщо дано: сталь С235; $M_{\max} = -1697,5$ кНм; $Q_{\max} = 435$ кН; $\gamma_c = 1$; $E = 2,06 \cdot 10^4$ кН/см²; коефіцієнт 1,03 не враховувати; $h = 103,6$ см; $h_w = 100$ см; $t_w = 0,6$ см; $b_f = 36$ см; $t_f = 1,8$ см; $A_w = 60$ см²; $A_f = 64$ см²; $W_{x,норм} = 7380$ см³.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі листового прокату

$$R_y = 230 \text{ МПа} = 23 \text{ кН/см}^2.$$

2. Знаходимо розрахунковий опір сталі зрізу

$$R_s = 0,58R_y = 0,58 \cdot 23 = 13,3 \text{ кН/см}^2.$$

3. Перевіряємо місцеву стійкість стиснутої полицки

$$\frac{b_{ef}}{t_f} = \frac{(b_f - t_w)}{2t_f} = \frac{(36 - 0,6)}{2 \cdot 1,8} = 9,83 < 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{23}} = 15.$$

Отже, місцева стійкість стиснутої полицки забезпечена.

4. Розраховуємо момент інерції перерізу

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{t_w h_w^3}{12} + 2b_f t_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{0,6 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 36 \cdot 1,8 \cdot \left(\frac{100 + 1,8}{2} \right)^2 = \\ &= 50000 + 335769 = 385769 \text{ см}^4. \end{aligned}$$

5. Обчислюємо момент опору перерізу

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2 \cdot 385769}{103,6} = 7447,3 \text{ см}^3 > W_{x,норм} = 7380 \text{ см}^3.$$

6. Виконуємо перевірку міцності перерізу

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{169750}{7447,3} = 22,8 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 23 \cdot 1 = 23 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, міцність перерізу забезпечена.

7. Визначаємо недонапруження

$$\Delta = \frac{R_y \gamma_c - \sigma}{R_y \gamma_c} 100\% = \frac{23 - 22,8}{23} 100\% = 0,9\% < 5\%.$$

Отже, умова виконується, недонапруження в межах норм.

8. Знаходимо статичний момент половини перерізу

$$S = A_f \frac{h_0}{2} + \frac{A_w}{2} \frac{h_w}{4} = 64 \cdot \left(\frac{100}{2} + \frac{1,8}{2} \right) + \frac{0,6 \cdot 100}{2} \cdot \frac{100}{4} = 3257,6 + 750 = 4007,6 \text{ см}^3.$$

9. Виконуємо перевірку міцності перерізу стінки

$$\tau = \frac{Q_{\max} S}{I_x t_w} = \frac{435 \cdot 4007,6}{385769 \cdot 0,6} = 7,5 \text{ кН/см}^2 < R_s \gamma_c = 13,3 \cdot 1 = 13,3 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, міцність перерізу стінки забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти перевіряти міцність та стійкість перерізу зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для перевірки міцності та стійкості перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі листового прокату?
3. Навіщо знаходиться розрахунковий опір сталі зрізу?
4. Який вигляд має перевірка місцевої стійкості стиснутої полочки?
5. Чи є момент інерції перерізу геометричною характеристикою?
6. Як перевіряється міцність перерізу?
7. Яка допускається різниця між напруженням і розрахунковим опором?
8. У зв'язку з чим визначається недонапруження?
9. Для чого знаходиться статичний момент половини перерізу?
10. З чого складається перевірка міцності перерізу стінки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10

Тема: Зміна перерізу зварної двотаврової балки по довжині та перевірка приведеного напруження в місці зміни перерізу.

Мета і задачі: набуття навиків щодо зміни перерізу зварної двотаврової балки по довжині та перевірки приведеного напруження в місці зміни перерізу, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 10.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 55 кН/м на $10...20 \%$.
3. Змінити переріз балки по довжині.
4. Визначити згинальний момент в місці зміни перерізу.
5. Знайти поперечну силу в місці зміни перерізу.
6. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
7. Розрахувати момент опору в місці зміни перерізу.
8. Обчислити потрібну площу зміненого перерізу полицок.
9. Визначити зменшену ширину полицок.
10. Підібрати зменшену ширину полицок.
11. Знайти момент інерції зменшеного перерізу.
12. Розрахувати напруження в місці зменшеного перерізу.
13. Виконати перевірку приведеного напруження в місці зміни перерізу.
14. Відповісти на контрольні запитання.
15. Зробити висновки.

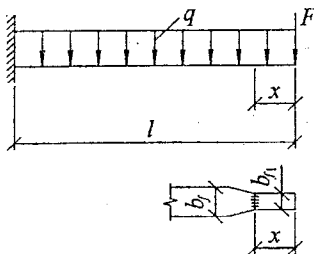


Рисунок 10.1 – Розрахункова схема та фрагмент полочки зварної двотаврової балки

Завдання і умови

Виконати зміну перерізу зварної двотаврової балки по довжині та перевірити приведені напруження в місці зміни перерізу, якщо дано: сталь С235; $q = 55 \text{ кН/м}$; $F = 50 \text{ кН}$; $l = 7 \text{ м}$; $\gamma_c = 1$; $h_w = 100 \text{ см}$; $t_w = 0,6 \text{ см}$; $t_f = 1,8 \text{ см}$.

Розв'язання

1. Змінюємо переріз балки на відстані $x = l/6 = 7/6 = 1,17 \text{ м}$.
2. Визначаємо згинальний момент в місці зміни перерізу

$$M_x = -Fx - \frac{qx^2}{2} = -50 \cdot 1,17 - \frac{55 \cdot 1,17^2}{2} = -97 \text{ кНм.}$$

3. Знаходимо поперечну силу в місці зміни перерізу

$$Q_x = F + qx = 50 + 55 \cdot 1,17 = 114,4 \text{ кН}$$

4. Вибираємо розрахунковий опір сталі листового прокату

$$R_y = 230 \text{ МПа} = 23 \text{ кН/см}^2.$$

5. Розраховуємо момент опору в місці зміни перерізу

$$W_{x1} = \frac{M_x}{R_{wy} \gamma_c} = \frac{9700}{19,6 \cdot 1} = 495 \text{ см}^3,$$

де $R_{wy} = 0,85R_y = 0,85 \cdot 23 = 19,6 \text{ кН/см}^2$.

6. Обчислюємо потрібну площу зміненого перерізу полічок

$$A_{f1, \text{норм}} = \frac{W_{x1}}{h_w} - \frac{h_w t_w}{6} = \frac{495}{100} - \frac{100 \cdot 0,6}{6} = -5,05 \text{ см}^2 < 0.$$

7. Визначаємо зменшену ширину полічок

$$b_{f1} = \frac{A_{f1, \text{норм}}}{t_f} = -\frac{5,05}{1,8} = -2,8 \text{ см} = -28 \text{ мм} < 0.$$

8. Беремо $b_{f1} = 180 \text{ мм}$ виходячи із конструктивної умови $b_{f1} \geq 180 \text{ мм}$.

9. Знаходимо момент інерції зменшеного перерізу

$$I_{x1} = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2b_{f1} t_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{0,6 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 18 \cdot 1,8 \cdot \left(\frac{100 + 1,8}{2} \right)^2 = 217885 \text{ см}^4.$$

10. Розрахуємо напруження в місці зменшеного перерізу

$$\sigma_{x1} = \frac{M_x h_w}{2I_{x1}} = \frac{9700 \cdot 100}{2 \cdot 217885} = 2,2 \text{ кН/см}^2.$$

11. Виконуємо перевірку приведеного напруження в місці зміни перерізу

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{прис}} &= \sqrt{\sigma_{x1}^2 + 3\tau_{x1}^2} = \sqrt{2,2^2 + 3 \cdot 1,9^2} = \sqrt{15,7} = 4 \text{ кН/см}^2 < 1,15R_y \gamma_c = \\ &= 1,15 \cdot 23 \cdot 1 = 26,5 \text{ кН/см}^2, \end{aligned}$$

$$\text{де } \tau_{x1} = \frac{Q_x}{h_w t_w} = \frac{114,4}{100 \cdot 0,6} = 1,9 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, міцність зміненого перерізу забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти змінювати переріз зварної двотаврової балки по довжині та перевіряти приведені на-

пруження в місці зміни перерізу, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. На яку відстань виконується зміна перерізу?
3. Які зусилля визначаються в місці зміни перерізу?
4. Де вибирається розрахунковий опір сталі листового прокату?
5. Наскільки відсотків відрізняється розрахунковий опір сталі листового прокату і розрахунковий опір сталі стикового зварного з'єднання?
6. Як здійснюється зміна перерізу?
7. За якої конструктивної умови підбирається ширина полицок в місці зміни перерізу?
8. Для чого визначається момент інерції зміненого перерізу?
9. Навіщо розраховуються напруження в місці зміненого перерізу?
10. З яких параметрів складається перевірка приведеного напруження в місці зміни перерізу?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11

Тема: Визначення товщини опорного ребра і перевірка стійкості опорної частини зварної двотаврової балки.

Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення товщини опорного ребра і перевірки стійкості опорної частини зварної двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити опорну частину зварної двотаврової балки, яка наведена на рис. 11.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати опорну реакцію, яка більша ніж 600 кН на 10...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
4. Знайти нормативний опір сталі розриву.
5. Обчислити розрахунковий опір сталі зминанню.
6. Розрахувати товщину опорного ребра балки.
7. Підібрати товщину ребра.
8. Визначити площу опорної частини балки.
9. Знайти момент інерції.
10. Обчислити радіус інерції.
11. Розрахувати гнучкість.
12. Визначити коефіцієнт поздовжнього згину.
13. Виконати перевірку стійкості.
14. Відповісти на контрольні запитання.
15. Зробити висновки.

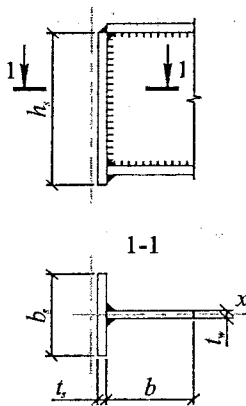


Рисунок 11.1 – Опорна частина зварної двотаврової балки

Завдання і умови

Визначити товщину опорного ребра і перевірити стійкість опорної частини зварної двотаврової балки, якщо дано: сталь С235; $V = 600$ кН; $E = 2,06 \times 10^4$ кН/см²; $b_s = 16$ см; $h_s = 103,6$ см; $t_w = 1$ см; $\gamma_m = 1,025$; $\gamma_c = 1$.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі листового прокату

$$R_y = 230 \text{ МПа} = 23 \text{ кН/см}^2.$$

2. Знаходимо нормативний опір сталі розриву

$$R_{un} = 360 \text{ МПа} = 36 \text{ кН/см}^2.$$

3. Обчислюємо розрахунковий опір сталі зминанню

$$R_p = \frac{R_{un}}{\gamma_m} = \frac{36}{1,025} = 35,1 \text{ кН/см}^2,$$

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

4. Розраховуємо товщину опорного ребра балки

$$t_s = \frac{V}{b_s R_p \gamma_c} = \frac{600}{16 \cdot 35,1 \cdot 1} = 1,1 \text{ см.}$$

5. Беремо $t_s = 12$ мм.

6. Визначаємо площу опорної частини балки

$$A_c = b_s t_s + b t_w = 16 \cdot 1,2 + 19,5 \cdot 1 = 38,7 \text{ см},$$

де b – прилегла частина стінки

$$b = 0,65 t_w \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 0,65 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{23}} = 19,5 \text{ см}.$$

7. Знаходимо момент інерції

$$I_x = \frac{t_s b_s^3}{12} + \frac{b t_w^3}{12} = \frac{1,2 \cdot 16^3}{12} + \frac{19,5 \cdot 1^3}{12} = 411 \text{ см}^4.$$

8. Обчислимо радіус інерції

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_c}} = \sqrt{\frac{411}{38,7}} = 3,3 \text{ см}.$$

9. Розраховуємо гнучкість

$$\lambda_x = \frac{h_x}{i_x} = \frac{103,6}{3,3} = 31.$$

10. Згідно з нормами за $\lambda_x = 31$ та $R_y = 23$ кН/см² визначаємо коефіцієнт поздовжнього згину

$$\varphi = 0,929.$$

11. Виконуємо перевірку стійкості

$$\sigma = \frac{V}{\varphi A} = \frac{600}{0,929 \cdot 38,7} = 16,7 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 23 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, стійкість забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти визначати товщину опорного ребра і перевіряти стійкість опорної частини зварної

двотаврової балки, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для визначення товщини опорного ребра?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі листового прокату?
3. Який коефіцієнт враховується для обчислення розрахункового опору сталі змінанню?
4. На підставі чого підбирається товщина опорного ребра?
5. Навіщо визначається площа опорної частини?
6. Якою характеристикою є момент інерції?
7. З чого складається радіус інерції?
8. Для якого елемента розраховується гнучкість?
9. За яким нормативним джерелом інформації визначається коефіцієнт поздовжнього згигу?
10. Чи допускається, щоб напруження і розрахунковий опір сталі були рівними?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12

Тема: Підбір перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 12.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 4200 кН на 5...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
4. Знайти розрахункову довжину колони.
5. Задатись гнучкістю.
6. Розрахувати коефіцієнт поздовжнього згину.
7. Обчислити потрібну площу перерізу колони.
8. Визначити потрібний радіус інерції перерізу колони.
9. Знайти потрібну ширину полицок зварного двотавра колони.
10. Підібрати ширину полицок і висоту стінки зварного двотавра колони.
11. Розрахувати потрібну площу перерізу полицки зварного двотавра колони.
12. Обчислити потрібну площу перерізу стінки зварного двотавра колони.
13. Визначити потрібну товщину полицок зварного двотавра колони.
14. Підібрати товщину полицок зварного двотавра колони.
15. Знайти потрібну товщину стінки зварного двотавра колони.
16. Підібрати товщину стінки зварного двотавра колони.
17. Розрахувати площу перерізу колони.
18. Відповісти на контрольні запитання.
19. Зробити висновки.

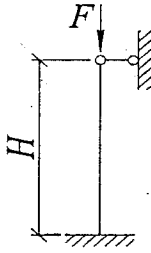


Рисунок 12.1 – Розрахункова схема центрально стиснутої зварної колони

Завдання і умови

Підібрати переріз центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра, якщо дано: сталь С245; $F = 4200$ кН; $H = 6,5$ м; $\gamma_c = 0,95$.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі листового прокату

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

2. Знаходимо розрахункову довжину колони

$$l_{ef} = \mu H = 0,7 \cdot 650 = 455 \text{ см},$$

де μ – коефіцієнт приведення розрахункової довжини, $\mu = 0,7$.

3. Задаємось гнучкістю $\lambda = 50$.

4. За нормами в залежності від $\lambda = 50$ та $R_y = 240$ МПа беремо коефіцієнт поздовжнього згину

$$\varphi = 0,852.$$

5. Обчислюємо потрібну площу перерізу колони

$$A_{\text{нотр}} = \frac{F}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{4200}{0,852 \cdot 24 \cdot 0,95} = 216,2 \text{ см}^2.$$

6. Визначаємо потрібний радіус інерції перерізу колони

$$i_{\text{нотр}} = \frac{l_{ef}}{\lambda_{\text{задан}}} = \frac{455}{50} = 9,1 \text{ см.}$$

7. Враховуючи, що для двотавра $i_x = 0,43h$; $i_y = 0,24b$, знаходимо потрібну ширину полицок зварного двотавра колони

$$b_{f,\text{нотр}} = \frac{i_{\text{нотр}}}{0,24} = \frac{9,1}{0,24} = 37,9 \text{ см.}$$

8. Беремо $b_f = h_w = 38 \text{ см.}$

9. Розраховуємо потрібну площу перерізу полицки зварного двотавра колони

$$A_{f,\text{нотр}} = 0,35A_{\text{нотр}} = 0,35 \cdot 216,2 = 75,7 \text{ см}^2.$$

10. Обчислюємо потрібну площу перерізу стінки зварного двотавра колони

$$A_{w,\text{нотр}} = 0,3A_{\text{нотр}} = 0,3 \cdot 216,2 = 64,9 \text{ см}^2.$$

11. Визначаємо потрібну товщину полицок зварного двотавра колони

$$t_{f,\text{нотр}} = \frac{A_{f,\text{нотр}}}{b_f} = \frac{75,7}{38} = 2 \text{ см.}$$

12. Беремо $t_f = 2 \text{ см.}$

13. Знаходимо потрібну товщину стінки зварного двотавра колони

$$t_{w,\text{нотр}} = \frac{A_{w,\text{нотр}}}{h_w} = \frac{64,9}{38} = 1,71 \text{ см.}$$

14. Беремо $t_w = 1,8 \text{ см.}$

15. Розраховуємо площу перерізу колони

$$A = 2A_f + A_w = 2 \cdot 38 \cdot 2 + 38 \cdot 1,8 = 220,4 \text{ см}^2 > A_{\text{норм}} = 216,2 \text{ см}^2.$$

Отже, $b_f \times t_f = 380 \times 20 \text{ мм}$; $h_w \times t_w = 380 \times 18 \text{ мм}$.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз центрально стиснутої колони у вигляді широкополічного зварного двотавра, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі листового прокату?
3. Від чого залежить розрахункова довжина колони?
4. Якою гнучкістю потрібно задаватись?
5. За якими параметрами визначається коефіцієнт поздовжнього згину?
6. У зв'язку з чим враховується радіус інерції відносно осі у?
7. Чому ширина полицок і висота стінки повинні бути рівними?
8. Як розподіляється потрібна площа перерізу на стінку і полицки?
9. Для чого полицка повинна мати більшу площу перерізу ніж стінка?
10. Чи допускається, щоб товщина полицки дорівнювала товщині стінки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13

Тема: Перевірки стійкості перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра.

Мета і задачі: набуття навиків щодо перевірок стійкості перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 13.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 4200 кН на 10...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
4. Обчислити момент інерції.
5. Визначити радіус інерції.
6. Знайти гнучкість.
7. Розрахувати коефіцієнт поздовжнього згину.
8. Виконати перевірку стійкості колони.
9. Обчислити недонапруження.
10. Визначити умовну гнучкість.
11. Виконати перевірку місцевої стійкості полочки.
12. Виконати перевірку місцевої стійкості стінки.
13. Відповісти на контрольні запитання.
14. Зробити висновки.

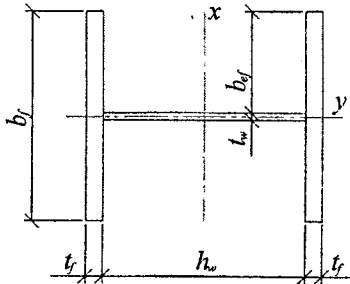


Рисунок 13.1 – Схема перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра

Завдання і умови

Виконати перевірки стійкості перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополічного зварного двотавра, якщо дано: сталь С245; $F = 4200$ кН; $l_{ef} = 455$ см; $\gamma_c = 0,95$; $h_w = 38$ см; $t_w = 1,8$ см; $t_f = 2$ см; $E = 2,06 \cdot 10^4$ кН/см²; $b_f = 38$ см; $A_{номр} = 216,2$ см²; $A = 220,4$ см².

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір сталі листового прокату

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

2. Обчислюємо момент інерції

$$I_y = \frac{2t_f b_f^3}{12} + \frac{h_w t_w^3}{12} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 38^3}{12} + \frac{38 \cdot 1,8^3}{12} = 18309,2 \text{ см}^4.$$

3. Визначаємо радіус інерції

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18309,2}{220,4}} = 9,1 \text{ см.}$$

4. Знаходимо гнучкість

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{455}{9,1} = 50.$$

5. За нормами в залежності від $\lambda = 50$ та $R_y = 240$ МПа беремо коефіцієнт поздовжнього згину

$$\varphi = 0,852.$$

6. Виконуємо перевірку стійкості колони

$$\sigma = \frac{F}{\varphi A} = \frac{4200}{0,852 \cdot 220,4} = 22,4 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН/см}^2.$$

Отже, стійкість колони забезпечена.

7. Обчислюємо недонапруження

$$\Delta = \frac{R_y \gamma_c - \sigma}{R_y \gamma_c} \cdot 100\% = \frac{22,8 - 22,4}{22,8} \cdot 100\% = 1,8\% < 5\%.$$

8. Визначаємо умовну гнучкість

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 50 \cdot \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}} = 1,7.$$

9. Виконуємо перевірку місцевої стійкості полицки

$$\frac{b_{ef}}{t_f} = \frac{38 - 1,8}{2 \cdot 2} = 9,05 < (0,36 + 0,1\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = (0,36 + 0,1 \cdot 1,7) \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{24}} = 15,5.$$

Отже, місцева стійкість полицки забезпечена.

10. Виконуємо перевірку місцевої стійкості стінки

$$\frac{h_{ef}}{t_w} = \frac{h_w}{t_w} = \frac{38}{1,8} = 21,1 < \bar{\lambda}_{tw} \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 1,8 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{24}} = 52,7,$$

де $\bar{\lambda}_{tw} = (1,2 + 0,35\bar{\lambda}) = (1,2 + 0,35 \cdot 1,7) = 1,8 < 2,3$.

Отже, місцева стійкість стінки забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти перевіряти стійкість перерізу центрально стиснутої колони у вигляді широкополичного зварного двотавра, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для перевірок стійкості перерізу?
2. Де вибирається розрахунковий опір сталі листового прокату?
3. Відносно якої осі обчислюється момент інерції?
4. Для чого визначається радіус інерції?
5. За якими параметрами розраховується коефіцієнт поздовжнього згину?
6. Який вигляд має перевірка стійкості колони?
7. Яка різниця допускається між напруженням і розрахунковим опором?
8. У зв'язку з чим визначається недонапруження?
9. Які значення характерні для умовної гнучкості?
10. Як позначається гранична умовна гнучкість стінки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 14

Тема: Розрахунок опорної плити бази центрально стиснутої колони.

Мета і задачі: набуття навиків щодо розрахунку опорної плити бази центрально стиснутої колони, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 14.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 390 кН на 10...20 %.
3. Вибрати розрахунковий опір бетону (concrete) фундаменту (foundation) стиску.
4. Знайти розрахунковий опір бетону фундаменту місцевому тиску (pressure).
5. Розрахувати ширину опорної плити.
6. Обчислити площу опорної плити.
7. Визначити довжину опорної плити.
8. Знайти довжину опорної плити із конструктивних міркувань.
9. Підібрати розміри опорної плити.
10. Розрахувати реактивний тиск фундаменту як навантаження на опорну плиту.
11. Проаналізувати ділянки (areas) опорної плити.
12. Обчислити відношення більшої сторони до меншої для ділянки під номером 1.
13. Підібрати коефіцієнт α .
14. Визначити згинальний момент ділянки під номером 1.
15. Знайти відношення закріпленої меншої сторони до вільної більшої сторони для ділянки під номером 2.
16. Підібрати коефіцієнт β .
17. Розрахувати згинальний момент ділянки під номером 2.
18. Обчислити згинальний момент ділянки під номером 3.
19. Вибрати максимальний згинальний момент.
20. Вибрати розрахунковий опір сталі листового прокату.
21. Визначити товщину опорної плити.
22. Підібрати товщину опорної плити.
23. Відповісти на контрольні запитання.
24. Зробити висновки.

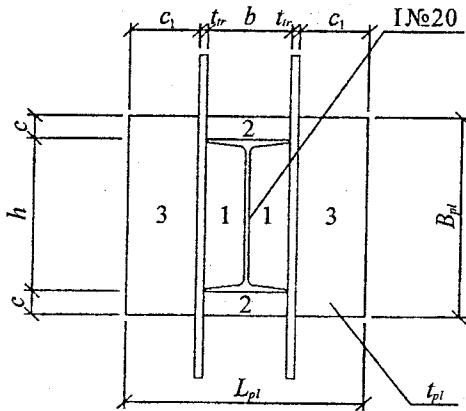


Рисунок 14.1 – Схема бази центрально стиснутої колони

Завдання і умови

Розрахувати опорну плиту бази центрально стиснутої колони, якщо дано: сталь С235; $N = 390$ кН; I№20; $\gamma_c = 1$; клас бетону В7,5.

Розв'язання

1. Вибираємо розрахунковий опір бетону фундаменту

$$R_b = 4,5 \text{ МПа} = 0,45 \text{ кН/см}^2.$$

2. Знаходимо розрахунковий опір бетону фундаменту місцевому тиску

$$R_{b,loc} = 1,2R_b = 1,2 \cdot 0,45 = 0,54 \text{ кН/см}^2.$$

3. Розраховуємо ширину опорної плити

$$B_{pl} = h + 2c = 200 + 2 \cdot 30 = 260 \text{ мм} = 26 \text{ см},$$

де h – висота двотавра, $h = 200$ мм; $c = 30$ мм із конструктивної вимоги $c = 30 \dots 50$ мм.

4. Обчислюємо площу опорної плити

$$A_{pl} = \frac{N}{R_{b,loc}} = \frac{390}{0,54} = 723 \text{ см}^2.$$

5. Визначасмо довжину опорної плити

$$L_{pl} = \frac{A_{pl}}{B_{pl}} = \frac{723}{26} = 27,8 \text{ см.}$$

6. Знаходимо довжину опорної плити із конструктивних міркувань

$$L_{pl} = b + 2t_{tr} + 2c_1 = 100 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 80 = 280 \text{ мм} = 28 \text{ см,}$$

де b – ширина двотавра, $b = 100$ мм; t_{tr} – товщина траверс, $t_{tr} = 10$ мм; $c_1 = 80$ мм із конструктивної вимоги $c_1 = 80 \dots 120$ мм.

7. Беремо $B_{pl} \times L_{pl} = 26 \times 28$ см.

8. Розраховуємо реактивний тиск фундаменту як навантаження на опорну плиту

$$q = \frac{N}{B_{pl} L_{pl}} = \frac{390}{26 \cdot 28} = 0,54 \text{ кН/см}^2 = R_{b,loc}$$

9. Аналізуємо ділянки опорної плити.

10. Для ділянки під номером 1 з обширанням опорної плити на чотири сторони обчислюємо відношення більшої сторони до меншої

$$\frac{h}{0,5b} = \frac{20}{0,5 \cdot 10} = 4 > 2.$$

11. Із довідника $\alpha = 0,125$.

12. Визначасмо згинальний момент ділянки під номером 1

$$M_1 = \alpha q \left(\frac{b}{2} \right)^2 = 0,125 \cdot 0,54 \cdot \left(\frac{10}{2} \right)^2 = 1,7 \text{ кНсм.}$$

13. Для ділянки під номером 2 з обширанням опорної плити на три сторони знаходимо відношення закріпленої меншої сторони до вільної більшої сторони

$$\frac{c}{b} = \frac{30}{100} = 0,3.$$

14. Із довідника $\beta = 0,037$.

15. Розраховуємо згинальний момент ділянки під номером 2

$$M_2 = \beta q b^2 = 0,037 \cdot 0,54 \cdot 10^2 = 2 \text{ кНсм.}$$

16. Обчислюємо згинальний момент ділянки під номером 3

$$M_3 = \frac{q c_1^2}{2} = \frac{0,54 \cdot 8^2}{2} = 17,3 \text{ кНсм.}$$

17. Із визначених згинальних моментів вибираємо максимальний

$$M_{\max} = M_3 = 17,3 \text{ кНсм.}$$

18. Виходячи із конструктивної вимоги $t_{pl} = 20 \dots 40$ мм, беремо $R_y = 220$ МПа = 22 кН/см^2 .

19. Визначаємо товщину опорної плити

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 17,3}{22 \cdot 1}} = 2,2 \text{ см.}$$

20. Беремо $t_{pl} = 24$ см.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти розраховувати опорну плиту бази центрально стиснутої колони, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для розрахунку опорної плити?
2. Де вибирається розрахунковий опір бетону фундаменту?
3. Звідки береться конструктивна вимога?
4. З чим повинен порівнюватись реактивний тиск фундаменту?
5. Скільки ділянок в опорній плиті?
6. Як закріплені ділянки опорної плити?
7. За яким нормативним джерелом інформації визначаються коефіцієнти для розрахунку згинальних моментів?
8. На підставі чого підбираються коефіцієнти для розрахунку згинальних моментів?
9. Який з розрахованих згинальних моментів береться для визначення товщини опорної плити?
10. Для чого підбирається більша товщина опорної плити?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 15

Тема: Визначення опорних реакцій ферми та побудова діаграми Максвела-Кремони.

Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення опорних реакцій ферми та побудови діаграми Максвела-Кремони, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 15.1, і виконати обчислення та побудувати діаграму Максвела-Кремони згідно з прикладом, наведеним нижче.

2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 400 кН на 10...20 %.
3. Скласти рівняння суми моментів відносно точки *B*.
4. Визначити ліву вертикальну опорну реакцію.
5. Скласти рівняння суми проекцій сил на горизонтальну вісь (*axis*) *X*.
6. Знайти горизонтальну опорну реакцію.
7. Скласти рівняння суми моментів відносно точки *C*.
8. Обчислити праву вертикальну опорну реакцію.
9. Виконати перевірку шляхом складання рівняння суми проекцій сил і опорних реакцій на вертикальну вісь *Y*.
10. Задатись масштабом (*scale*).
11. Позначити зовнішні та внутрішні поля (*fields*).
12. Побудувати діаграму Максвела-Кремони.
13. Відповісти на контрольні запитання.
14. Зробити висновки.

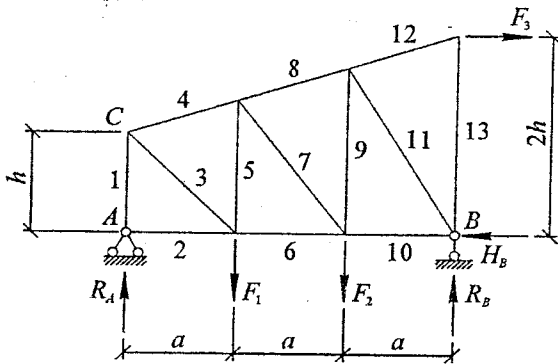


Рисунок 15.1 – Розрахункова схема ферми

Завдання і умови

Визначити опорні реакції ферми та побудувати діаграму Максвелла-Кремони, якщо дано: сталь С235; $F_1 = 400$ кН; $F_2 = 100$ кН; $F_3 = 50$ кН; $h = 3$ м; $a = 3$ м.

Розв'язання

1. Складемо рівняння суми моментів відносно точки B

$$\Sigma M_B = 0;$$

$$\Sigma M_B = R_A 3a - F_1 2a - F_2 a + F_3 2h = 0.$$

2. Визначаємо ліву вертикальну опорну реакцію

$$R_A = \frac{F_1 2a + F_2 a - F_3 2h}{3a} = \frac{400 \cdot 6 + 100 \cdot 3 - 50 \cdot 6}{3 \cdot 3} = 266,67 \text{ кН}$$

3. Складемо рівняння суми проекцій сил на горизонтальну вісь X

$$\Sigma X = 0;$$

$$\Sigma X = F_3 - H_B = 0.$$

4. Знаходимо горизонтальну опорну реакцію

$$H_B = F_3 = 50 \text{ кН.}$$

5. Складемо рівняння суми моментів відносно точки C

$$\Sigma M_C = 0;$$

$$\Sigma M_C = F_3 h + H_B h - R_B 3a + F_2 2a + F_1 a = 0.$$

6. Обчислюємо праву вертикальну опору реакцію

$$R_B = \frac{F_3 h + H_B h + F_2 2a + F_1 a}{3a} = \frac{50 \cdot 3 + 50 \cdot 3 + 100 \cdot 6 + 400 \cdot 3}{3 \cdot 3} = 233,33 \text{ кН}.$$

7. Виконуємо перевірку шляхом складання рівняння суми проєкцій сил і опорних реакцій на вертикальну вісь Y

$$\Sigma Y = 0;$$

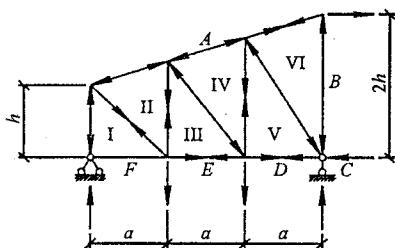
$$\Sigma Y = R_A - F_1 - F_2 + R_B = 266,67 - 400 - 100 + 233,33 = 0.$$

Отже, опорні реакції отримані правильно.

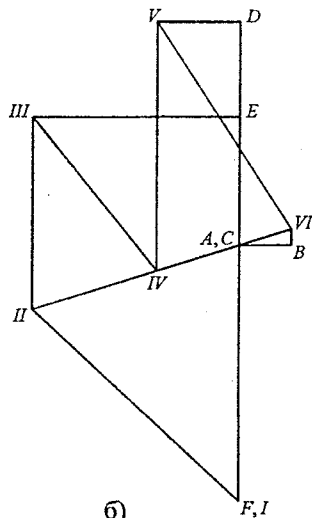
8. Задаємо масштаб: 50 кН = 1 см.

9. Позначаємо зовнішні та внутрішні поля (рис. 15.2, а).

10. Будемо діаграму Максвела-Кремони (рис. 15.2, б) за принципом – якщо система сил знаходиться в рівновазі (**equilibrium**), то багатокутник (**polygon**) цих сил замкнений.



а)



б)

Рисунок 15.2 – Розрахункова схема ферми з позначенням зовнішніх і внутрішніх полів (а) та діаграма Максвела-Кремони (б)

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти визначати опорні реакції ферми та будувати діаграму Максвелла-Кремони, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для визначення опорних реакцій ферми?
2. Відносно чого складається рівняння суми моментів?
3. Які існують опорні реакції в залежності від розташування у просторі (space)?
4. Коли потрібно складати рівняння суми проекцій сил на горизонтальну вісь?
5. Для чого вибирається додаткова точка?
6. Яким чином здійснюється перевірка знайдених опорних реакцій?
7. Чому повинна дорівнювати перевірка знайдених опорних реакцій?
8. З чого починається побудова діаграми Максвелла-Кремони?
9. Де позначаються поля?
10. За яким принципом будується діаграма Максвелла-Кремони?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 16

Тема: Визначення зусилля в елементах ферми.

Мета і задачі: набуття навиків щодо визначення зусилля в елементах ферми, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 16.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.
2. Розрахувати навантаження, яке більше ніж 400 кН на 10...20 %.
3. Скласти рівняння суми моментів відносно точки O_1 зліва.
4. Визначити зусилля в елементі під номером 3.
5. Скласти рівняння суми проекцій сил на вертикальну вісь Y .
6. Знайти зусилля в елементі під номером 5.
7. Скласти рівняння суми моментів відносно точки K зліва.
8. Обчислити зусилля в елементі під номером 8.
9. Відповісти на контрольні запитання.
10. Зробити висновки.

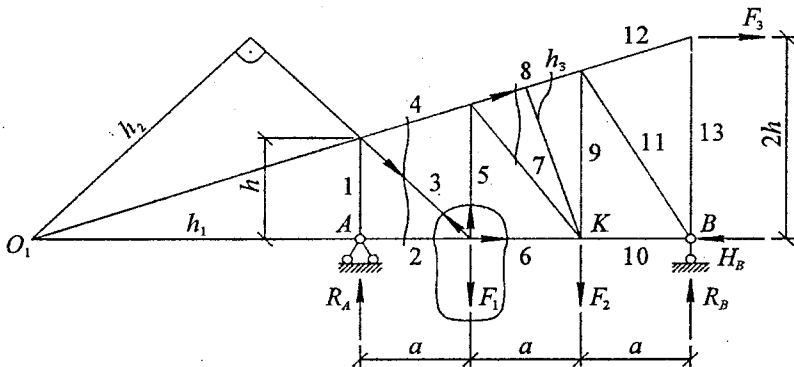


Рисунок 16.1 – Розрахункова схема ферми

Завдання і умови

Визначити зусилля в елементах 3, 5, 8 ферми, якщо дано: сталь С235;
 $F_1 = 400$ кН; $F_2 = 100$ кН; $F_3 = 50$ кН; $R_A = 266,67$ кН; $R_B = 233,33$ кН; $h = 3$ м;

$a = 3$ м; $\gamma_c = 0,95$ – для розтягнутих елементів; $\gamma_c = 1$ – для стиснутих елементів.

Розв'язання

1. Використовуючи метод моментної точки, складаємо рівняння суми моментів відносно точки O_1 зліва

$$\Sigma M_{O_1}^{nis} = 0;$$

$$\Sigma M_{O_1}^{nis} = -R_A h_1 + N_3 h_2 = 0.$$

2. Визначаємо зусилля в елементі під номером 3

$$N_3 = \frac{R_A h_1}{h_2} = \frac{266,67 \cdot 9}{8,48} = 283,02 \text{ кН}$$

3. Використовуючи метод вирізання вузлів (knots), складаємо рівняння суми проекцій сил на вертикальну вісь Y

$$\Sigma Y = 0;$$

$$\Sigma Y = N_3 \cos 45^\circ + N_5 - F_1 = 0.$$

4. Знаходимо зусилля в елементі під номером 5

$$N_5 = -N_3 \cos 45^\circ + F_1 = -283,02 \cdot 0,707 + 400 = 199,90 \text{ кН}$$

5. Використовуючи метод моментної точки, складаємо рівняння суми моментів відносно точки K зліва

$$\Sigma M_K^{nis} = 0;$$

$$\Sigma M_K^{nis} = R_A 2a - F_1 a + N_8 h_3 = 0.$$

6. Обчислимо зусилля в елементі під номером 8

$$N_8 = \frac{-R_A 2a + F_1 a}{h_3} = \frac{-266,67 \cdot 6 + 400 \cdot 3}{4,74} = -84,39 \text{ кН}$$

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти визначати зусилля в елементах ферми, навчитися використовувати відповідні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для визначення зусилля в елементах ферми?
2. У чому суть методу моментної точки?
3. Відносно чого складається рівняння суми моментів?
4. Яким методом визначаються відстані до моментної точки?
5. Чим викликана можливість складання рівняння суми моментів відносно точки по одну сторону від лінії розрізу ферми?
6. Як позначається зусилля в елементах ферми?
7. Чому метод вирізання вузлів вважається найтрудомісткішим?
8. Коли потрібно складати рівняння суми проєкцій сил на вертикальну вісь?
9. З яким знаком (*token*) указується зусилля стиску?
10. Яка перевага методу моментної точки?

Тема: Підбір перерізу елементів ферми з труб та перевірки за першою групою граничних станів.

Мета і задачі: набуття навиків щодо підбору перерізу елементів ферми з труб та перевірки за першою групою граничних станів, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Послідовність виконання роботи

1. Накреслити схему, яка наведена на рис. 17.1, і виконати обчислення згідно з прикладом, наведеним нижче.

2. Розрахувати зусилля в елементах 3, 5, 8 ферми з труб, яке більше ніж 283,02 кН, 199,90 кН, – 84,39 кН на 5...20 %.

3. Визначити розрахункову довжину елемента під номером 3.

4. Задатись граничною гнучкістю, яка відповідає розтягнутим елементам.

5. Знайти потрібний радіус інерції перерізу.

6. Обчислити потрібну площу перерізу.

7. Вибрати трубу.

8. Визначити розрахункову довжину елемента під номером 5.

9. Задатись граничною гнучкістю, яка відповідає розтягнутим елементам.

10. Знайти потрібний радіус інерції перерізу.

11. Обчислити потрібну площу перерізу.

12. Вибрати трубу.

13. Визначити розрахункову довжину елемента під номером 8.

14. Задатись граничною гнучкістю, яка відповідає стиснутим елементам.

15. Знайти потрібний радіус інерції перерізу.

16. Задатись коефіцієнтом поздовжнього згину.

17. Обчислити потрібну площу перерізу.

18. Вибрати трубу.

19. Виконати перевірку гнучкості.

20. Визначити коефіцієнт поздовжнього згину.

21. Виконати перевірку стійкості.

22. Знайти недонапруження.

23. Відповісти на контрольні запитання.

24. Зробити висновки.

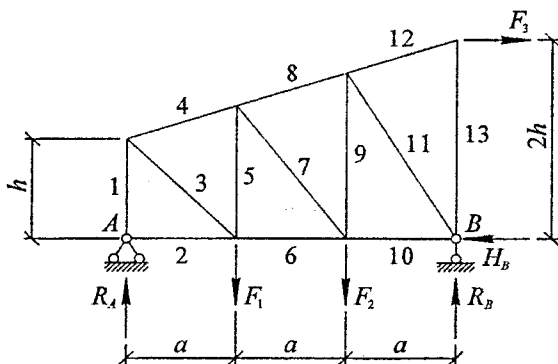


Рисунок 17.1 – Розрахункова схема ферми

Завдання і умови

Підібрати переріз елементів 3, 5, 8 ферми з труб та виконати перевірки за першою групою граничних станів, якщо дано: сталь С235; $N_3 = 283,02$ кН; $N_5 = 199,90$ кН; $N_8 = -84,39$ кН; $h = 3$ м; $a = 3$ м; $\gamma_c = 0,95$ – для розтягнутих елементів; $\gamma_c = 1$ – для стиснутих елементів.

Розв'язання

1. Визначаємо розрахункову довжину елемента під номером 3

$$l_{ef} = l = \sqrt{3^2 + 3^2} = \sqrt{18} = 4,24 \text{ м} = 424 \text{ см.}$$

2. Згідно з нормами $\lambda_{ef} = 400$, що відповідає розтягнутим елементам.

3. Знаходимо потрібний радіус інерції перерізу

$$i_{нomp} = \frac{l_{ef}}{\lambda_{ef}} = \frac{424}{400} = 1,06 \text{ см.}$$

4. Обчислюємо потрібну площу перерізу

$$A_{нomp} = \frac{N_3}{R_y \gamma_c} = \frac{283,02}{23 \cdot 0,95} = 13,0 \text{ см}^2,$$

де $R_y = 230$ МПа = 23 кН/см².

5. За сортаментом вибираємо трубу $\varnothing 76 \times 6$ мм; $A = 13,2$ см²; $i = 2,49$ см.

6. Перевірки гнучкості та міцності не потрібні, оскільки $i > i_{норм}$; $A > A_{норм}$.

7. Визначаємо розрахункову довжину елемента під номером 5

$$l_{ef} = l = 4 \text{ м} = 400 \text{ см.}$$

8. Згідно з нормами $\lambda_{ef} = 400$, що відповідає розтягнутим елементам.

9. Знаходимо потрібний радіус інерції перерізу

$$i_{норм} = \frac{l_{ef}}{\lambda_{ef}} = \frac{400}{400} = 1 \text{ см.}$$

10. Обчислюємо потрібну площу перерізу

$$A_{норм} = \frac{N_5}{R_y \gamma_c} = \frac{199,90}{23 \cdot 0,95} = 9,1 \text{ см}^2.$$

11. За сортаментом вибираємо трубу $\varnothing 63,5 \times 5 \text{ мм}$; $A = 9,2 \text{ см}^2$; $i = 2,08 \text{ см}$.

12. Перевірки гнучкості та міцності не потрібні, оскільки $i > i_{норм}$;

$A > A_{норм}$.

13. Визначаємо розрахункову довжину елемента під номером 8

$$l_{ef} = l = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10} = 3,16 \text{ м} = 316 \text{ см.}$$

14. Згідно з нормами $\lambda_{ef} = 120$, що відповідає стиснутим елементам.

15. Знаходимо потрібний радіус інерції перерізу

$$i_{норм} = \frac{l_{ef}}{\lambda_{ef}} = \frac{316}{120} = 2,63 \text{ см.}$$

16. Задаємо коефіцієнтом поздовжнього згину

$$\varphi = 0,7.$$

17. Обчислюємо потрібну площу перерізу

$$A_{норм} = \frac{N_8}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{84,39}{0,7 \cdot 23 \cdot 1} = 5,2 \text{ см}^2.$$

18. За сортаментом вибираємо трубу $\varnothing 89 \times 3$ мм; $A = 8,1 \text{ см}^2$; $i = 3,04 \text{ см}$.

19. Виконуємо перевірку гнучкості

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3,16}{3,04} = 104 < \lambda_{ef} = 120.$$

Отже, гнучкість забезпечена.

20. Згідно з нормами за $\lambda_x = 104$ та $R_y = 23 \text{ кН/см}^2$ визначаємо коефіцієнт поздовжнього згину

$$\varphi = 0,531.$$

21. Виконуємо перевірку стійкості

$$\sigma = \frac{N_8}{\varphi A} = \frac{84,39}{0,531 \cdot 8,1} = 19,6 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 23 \text{ кН/см}^2.$$

22. Знаходимо недонапруження

$$\Delta = \frac{R_y \gamma_c - \sigma}{R_y \gamma_c} \cdot 100\% = \frac{23 - 19,6}{23} \cdot 100\% = 14,8\%.$$

Отже, стійкість забезпечена.

Висновок

Після виконання практичної роботи студент повинен вміти підбирати переріз елементів ферми з труб та виконувати перевірки за першою групою граничних станів, навчитися використовувати відповідні нормативні джерела інформації.

Контрольні запитання

1. Що потрібно зробити в першу чергу для підбору перерізу?
2. Чому дорівнює гранична гнучкість для розтягнутих елементів?
3. Яким нормативним джерелом інформації потрібно скористатись для вибору труби?
4. Від чого залежить коефіцієнт поздовжнього згину?
5. Як змінюється коефіцієнт поздовжнього згину зі збільшенням гнучкості?

6. У зв'язку з чим труби мають один радіус інерції?
7. За межами якої гнучкості заборонено використання стиснутих елементів?
8. З чого складається перевірка стійкості?
9. Чи допускається, щоб напруження і розрахунковий опір сталі були рівними?
10. Навіщо знаходиться недонапруження?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Металеві конструкції : загальний курс : підручник [для вищих навчальних закладів] / [Нілов О. О., Пермяков В. О., Шимановський О. В. и др.] ; під загальною редакцією О. О. Нілова та О. В. Шимановського. – [2-е видання, перероблене і доповнене]. – К. : Видавництво “Сталь”, 2010. – 869 с.
2. Сіянов О. І. Металеві конструкції. Конспект лекцій. Частина 1 : конспект лекцій / Сіянов О. І. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 128 с.
3. Металеві конструкції. Ч.1 : підручник [для вищих навчальних закладів] / [Свердлов В. Д., Середюк І. П., Середюк В. Ф., Жарко Л. О.]. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 263 с.
4. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. К., 2011. – 329 с.
5. СНиП П-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М., 1991. – 96 с.
6. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування / Мінбудархітектури України. – К. : Видавництво “Сталь”, 2006. – 59 с.
7. ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.
8. Свердлов В. Д. Металеві конструкції. Ч.1 : навчальний посібник [для вищих навчальних закладів] / [В. Д. Свердлов, Л. О. Жарко]. – К. : ІСДО, 1994. – 192 с.
9. Клименко Ф. Є. Металеві конструкції : підручник [для вищих навчальних закладів] / Ф. Є. Клименко, В. М. Барабаш. – Львів : Видавництво “Світ”, 1994. – 278 с.

- Багатокутник – polygon.
База – base.
Балка – beam.
Бетон – concrete.
Болт – screw-bolts.
Будівля – building.
Вісь – axis.
Вузол – knot.
Гнучкість – flexibility.
Граничний стан – maximum level.
Діаграма – diagram.
Ділянка – area.
Ексцентриситет – ex-centricity.
Елемент – element.
Жорсткість – inflexibility.
Зварне з'єднання – connection on welding.
Згинальний – flexural.
З'єднання – connection.
Зміна перерізу – change of cut.
Знак – token.
Зусилля – effort.
Колона – column.
Коефіцієнт – coefficient.
Лист – sheet.
Масштаб – scale.
Місцевий – local.
Міцність – firmly.
Момент – moment.
Навантаження – loading.
Надійність – reliability.
Напруження – tension.
Несуча здатність – bearing strength.
Норма – norm.

Опір – resistance.
Параметр – parameter.
Переріз – cut.
Планка – slat.
Плита – slab.
Поздовжній згин – longitudinal bend.
Поле – field.
Поличка – shelf.
Простір – space.
Реакція – reaction.
Ребро – rib.
Рівновага – equilibrium.
Розрахунок – calculation.
Розтяг – wrick.
Сила – force.
Сталь – steel.
Стиск – clench.
Стійкість – stability.
Стінка – wall.
Схема – scheme.
Тиск – pressure.
Труба – pipe.
Ферма – farm.
Фундамент – foundation.
Центр ваги – centre of gravity.

Навчальне видання

Сіянов Олександр Ілліч

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ

ЗБІРНИК ЗАДАЧ

Частина 1

Редактор В. Дружиніна

Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено О. Сіяновим

Підписано до друку 15.07.2015 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 4,7.
Наклад 75 пр. Зам. № 2015-068.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.