

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
З ДИСЦИПЛІНИ**

ПРОЕКТУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

*(для студентів 4 курсу заочної форми навчання
напряму підготовки 6.060101 «Будівництво»
спеціальності «Промислове і цивільне будівництво»)*

ХАРКІВ – ХНУМГ – 2013

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування металевих конструкцій» (для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 - «Будівництво» спеціальності «Промислове і цивільне будівництво»). / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. В. Я. Жиляков – Х. : ХНУМГ, 2013. – 10 с.

Укладач: В.Я.Жиляков

Рецензент: к.т.н, доцент Мазур В.А.

Рекомендовано кафедрою будівельних конструкцій,
протокол № 4 від 28 грудня 2010 р.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ:

Підготувати майбутніх інженерів будівництва до вирішення державних завдань щодо проектування металевих конструкцій будівель і споруд з врахуванням сучасних вимог інструктивних та нормативних документів. Дисципліна вивчає розрахунок та конструювання несучих елементів сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель і споруд, що обладнанні мостовими або підвісними кранами, розглядає питання проектування великопрольотних конструкцій, листових конструкцій, башт та веж. Набувають знань про дійсну роботу металевих конструкцій, принципів проектування та інженерних методів розрахунку несучих конструкцій каркасів, конструктивних рішень окремих його елементів.

ПРЕДМЕТ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ:

Принципи проектування та інженерні методи розрахунку металевих конструкцій різноманітних будівель та споруд, сталевих каркасів одноповерхових виробничих будівель і т.п.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ»

МОДУЛЬ 1

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

*Визначення навантажень на вузли кроквяних ферм,
підбір перетинів елементів ферми.*

Визначаємо навантаження від маси покриття і розраховуємо в табличній формі.

| Вид навантаження | Нормативне навантаження, кН/м^2 . | Коеф. надійності з навантаження γ_f | Розрахункове навантаження, кН/м^2 |
|------------------|--|--|--|
| Маса ферм | 0,24 | 1,05 | 0,25 |
| | | | $\sum g^n$ |

Визначаємо вузлове навантаження від маси покриття

$$P_{\text{вуз}}^n = \sum g^n \times B.$$

Визначаємо вузлове навантаження від маси снігу

$$P_{\text{вуз}}^{\text{сн}} = p^{\text{сн}} \times B; \quad B = L \times d \text{ (м}^2\text{)}.$$

ПІДБІР ПЕРЕТИНІВ ЕЛЕМЕНТІВ ФЕРМИ, ВИКОНАНОЇ З РІВНОБОКИХ КУТКІВ

Перетин поясів кроквяних ферм підбираються для дії максимальних зусиль, що виникають у панелях, що примикають до конькової стійки.

Максимальні зусилля визначаються після розрахунку ферми, з навантаженнями, які є небезпечнішими:

Для кроквяних ферм розглядаються два типи навантаження:

- маса конструкцій покриття та снігове навантаження вздовж всієї ферми;
- маса конструкцій покриття та снігове навантаження на половині довжини ферми.

З двох розрахунків на названі типи навантажень беремо найгірше їх сполучення для кожного з елементів ферми (коли зусилля в елементі має найбільше значення, або коли зусилля в елементі ферми змінює знак на протилежний).

Підбір перетину нижнього поясу ферми

За таблицею, наведеній в [13], знаходимо, що $l_x=600\text{см}$, $l_y=600\text{см}$.

Перетин нижнього поясу проектуємо зі спарених кутків

$$A_n^{\text{об}} = \frac{N}{2R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

За сортаментом металопрокату підбираємо такий куток, у якого фактична площа перетину більша або дорівнює $A_n^{\text{мп}}$ та з сортаменту виписуємо фактичні значення площі та радіусів інерції (A (см^2), i_x (см), i_y (см)).

Виконуємо перевірки граничних станів:

$$\sigma = \frac{N}{2A} \leq R_y \cdot \gamma_c; \quad \lambda_y \leq \lambda_{np} = 400.$$

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Підбір перетину верхнього поясу ферми та стиснутих опорних розкосів.

Перетин верхнього поясу проектуємо зі спарених рівнобічних кутків

$$N \text{ (кН)}; \quad \gamma_c = 0,95; \quad \lambda_{np} = 120;$$

$$\text{Приймаємо } \lambda = 0,9 \cdot 120 = 108, \quad \varphi = 0,491;$$

$$\sigma = \frac{N}{2\varphi A} \leq R_y \cdot \gamma_c. \quad A_n^{\text{об}} = \frac{N}{2\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

Приймаємо з сортаменту куток, площа якого приблизно дорівнює $A^{\text{мп}}$ та з сортаменту виписуємо фактичні значення площі та радіусів інерції (A (см^2), i_x (см), i_y (см)). Далі виконуємо перевірку по граничних станах з урахуванням фактичних значень площі перетину та радіусів інерції.

Підбір перетину стиснутого опорного розкосу.

Перетин стиснутого опорного розкосу проектуємо зі спарених нерівобічних кутків, з'єднаних більшими полками.

$$N = \text{кН}; \quad \gamma_c = 0,95; \quad \lambda_{np} = 120; \quad l_x = l_y = l_{geom} \text{ (див. [13])}.$$

$$\text{Приймаємо } \lambda = 0,9 \cdot 120 = 108, \quad \varphi = 0,491;$$

$$\sigma = \frac{N}{2\varphi A} \leq R_y \cdot \gamma_c \cdot \varphi. \quad A^{\dot{0}D} = \frac{N}{2\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

Приймаємо з сортаменту куток, площа якого приблизно дорівнює A^{mp} та з сортаменту вписуємо фактичні значення площі та радіусів інерції (A (см^2), i_x (см), i_y (см)). Далі виконуємо перевірку по граничних станах з урахуванням фактичних значень площі перетину та радіусів інерції.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Підбор перетину розтягнутого розкосу.

Перетин розтягнутих розкосів проектуємо зі спарених рівнобоких кутків.

$$N (\text{кН}); \quad \gamma_c = 0,95; \quad \lambda_{np} = 120 \text{ згідно [1,13]}.$$

$$\sigma = \frac{N}{2A} \leq R_y \cdot \gamma_c. \quad A^{\dot{0}D} = \frac{N}{2R_y \cdot \gamma_c} (\text{см}^2).$$

З сортаменту металопрокату підбираємо такий куток, у якого фактична площа перетину більша або дорівнює A_n^{mp} та з сортаменту вписуємо фактичні значення площі та радіусів інерції (A (см^2), i_x (см), i_y (см)).

Виконуємо перевірки граничних станів:

$$\sigma = \frac{N}{2A} \leq R_y \cdot \gamma_c; \quad \lambda_y \leq \lambda_{np} = 400.$$

При використанні у перетинах елементів ферми труб (замість кутків), формули розрахунку мають наступний вигляд:

$$N (\text{кН}); \quad \gamma_c = 0,95; \quad \lambda_{np} = 120 \text{ згідно з [1,13]}.$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y \cdot \gamma_c. \quad A^{\dot{0}D} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} (\text{см}^2).$$

Перевірка по граничних станах:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y \cdot \gamma_c; \quad \lambda_y \leq \lambda_{np} = 400.$$

МОДУЛЬ 2

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Розрахунок зварених швів кріплення елементів ферми до фасонки та конструювання вузлів ферми.

Розрахунок зварених швів кріплення розкосів ферми:

$$l_{\omega}^{ia} = \frac{N \cdot (b - z_0)}{2b \cdot k_p^{ia} \cdot \beta_f \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см}; \quad l_{\omega}^n = \frac{N \cdot z_0}{2b \cdot k_p^g \cdot \beta_f \cdot \gamma_{of} \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см}.$$

Для кутків, катет яких дорівнює 8мм

$$k_f^{ia} = 0,72 \text{ см}; \quad k_f^n = 0,6 \cdot 0,8 = 0,48 \text{ см—див. [13]}.$$

Розрахунок зварених швів кріплення елементів верхнього поясу ферми.

Зусилля, передане на зварені шви кріплення верхнього поясу до фасонки:

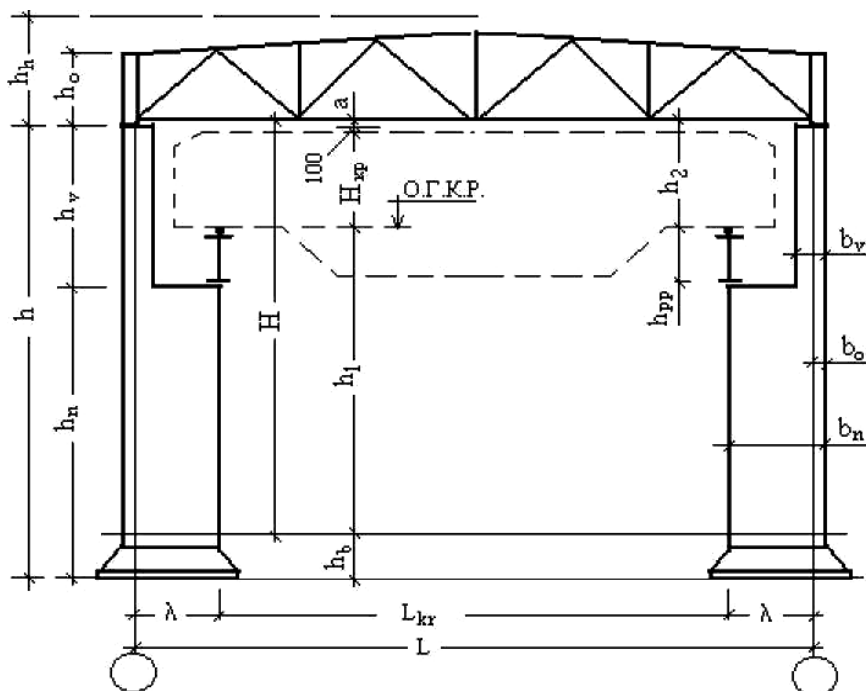
$$N = \sqrt{(N_{i0} - N_{\bar{a}\bar{a}})^2 + P^2}. \quad l_{\omega}^n = l_{\phi} - 1 \text{ см}. \quad l_{\omega}^{ob} = l_{\phi} - 2 \text{ см}.$$

Далі визначаються розміри катетів зварених швів k_f^{ob} та k_f^n .

З урахуванням значень довжин та катетів зварених швів розробляються креслення опорного та рядового вузлів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

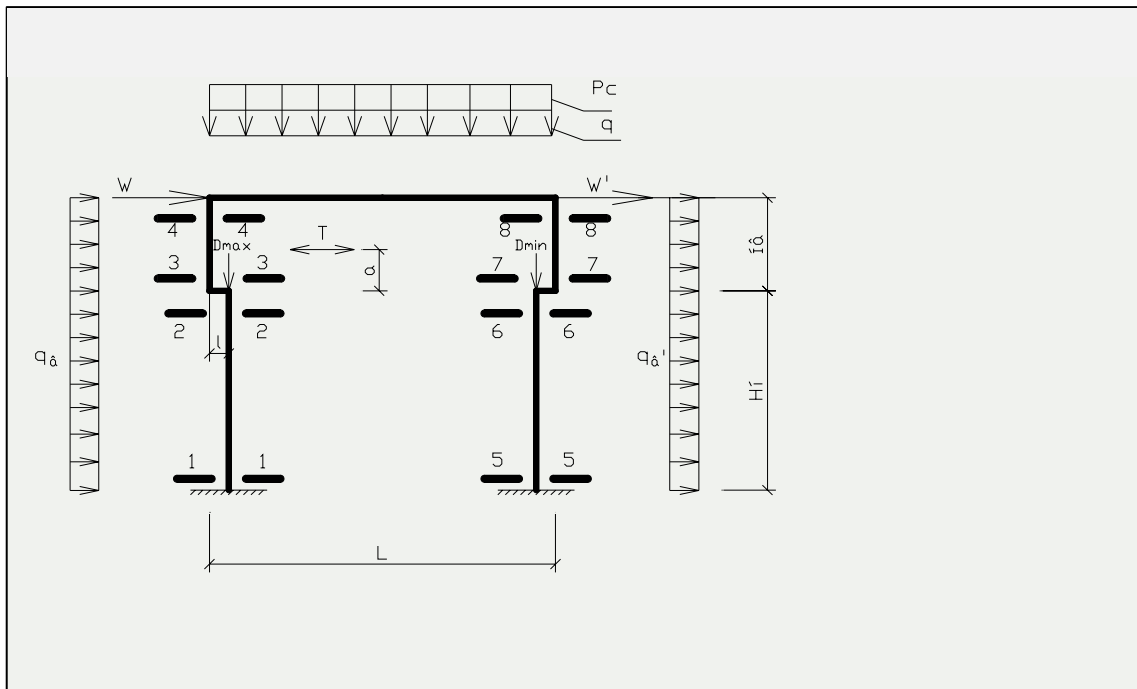
Компоновка рами одноповерхової промислової будівлі з кранами



Компоновочна схема одноповерхової промислової будівлі з кранами

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Розрахункова схема одноповерхової промислової будівлі з кранами



Приклад укладання розрахункової схеми рами.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Визначення навантажень на елементи рами каркасу одноповерхової будівлі з кранами.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Визначення зусиль в елементах рами (табличний метод визначення зусиль, принципи розрахунку рам з застосуванням розрахункового комплексу SCAD та за допомогою інших програм).

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ЗА КУРСОМ «ПРОЕКТУВАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ»

Самостійна робота студентів за курсом «Проектування металевих конструкцій» передбачає більш поглиблене вивчення лекційного курсу за рекомендованими основними і додатковими джерелами згідно з робочим навчальним планом. У склад самостійної роботи студентів входить виконання курсового проекту.

Модуль 1. Проектування конструкцій покриттів виробничих будівель (3/108)

Модуль 2. Проектування конструкцій одноповерхових виробничих будівель та інженерних споруд (4/144)

Рекомендована тематика

Знайомство з конструкціями та матеріалами. Знайомство з нормативно-методичною літературою, сертифікатами на використані металеві конструкції, які поставляються на об'єкт, паспортами металевих виробів. Встановлення міцнісних та деформативних характеристик металу. Розрахунки несучої здатності металевих елементів. Розрахунки та самостійні приклади конструювання стиснутих та розтягнутих металевих елементів.

Розробка альтернативних варіантів конструювання та проектування, обґрунтування їх переваг або недоліків. Аналіз ефективного використання, прийнятих конструктивних рішень.

Питання для самоконтролю

1. Переваги й недоліки металевих конструкцій.
2. Галузь застосування МК.
3. Матеріали, які застосовуються в МК.
4. Навантаження та впливи на будівельні конструкції.
5. Основи розрахунку МК по граничних станах.
6. Розрахунок стиснутих елементів МК.
7. Розрахунок розтягнутих елементів МК.
8. Конструкція одноповерхової промбудівлі зі стальним каркасом.
9. Конструкція покриття промбудівлі (прогонне й безпрогонне рішення).
10. Конструкція кроквяних ферм, виконаних зі спарених кутків. Визначення навантажень, діючих на вузли кроквяних ферми.
12. Розрахунок стиснутих елементів кроквяних ферм.
13. Розрахунок розтягнутих елементів кроквяних стропильних ферм.
14. Листові конструкції МК (призначення, конструктивні схеми).
15. Розрахунок та конструювання вузлів кроквяних ферм (визначення розмірів зварних швів).
16. Конструкція й призначення балкових клітин.
17. Види з'єднань МК, їх переваги й недоліки.
18. Конструкція й розрахунок зварених з'єднань МК.
19. Конструктивні особливості болтових та заклепочних з'єднань (розрахунок з'єднань).

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции,- М., Стройиздат, 1988.
2. ДБН В.2-2:2006. Нагрузки и воздействия, (с изменениями 2007г).
3. Беленя Е.И. и др. Металлические конструкции.- М., Стройиздат, 1989.
4. ГОСТ 23119-78. Фермы стропильные стальные сварные с элементами из парных уголков для производственных зданий.
5. Серия 1.460.2-10/88. Стальные конструкции покрытий производственных зданий с фермами из спаренных уголков.
6. ЦНИИ Проектстальконструкция им. Мельникова, Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия 2.440-2, Узлы конструкций производственных зданий промышленных предприятий: Выпуск 4. Узлы тормозных конструкций и вертикальных связей. Чертежи КМ. Москва, 1989.
7. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП 23-81*) - М., Центральный институт типового проектирования, 1989.
8. Клечановский А.А. Стальные конструкции одноэтажных промышленных зданий. - М., Стройиздат, 1967.
9. "Примеры расчета металлических конструкций", А. П. Мандриков; М.: Стройиздат, 1991 г.
10. Лугченко О.І. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з будівельних конструкцій (для студентів 3 курсу заочної форми навчання напрямку підготовки 0921 «Будівництво», Х. : ХНАМГ, 2006.
11. Беленя Е.И. Металлические конструкции. -М.: Стройиздат, 1986.
12. СНиП II-23-81*. Нормы проектирования. Стальные конструкции.- М.: Стройиздат, 1982.
13. Жиликов В.Я. МУ №365. Методические указания к выполнению курсовой работы «Расчет и конструирование стропильных ферм покрытия». - Харьков: ХИИКС, 1989
14. Жиликов В. Я. Конспект лекцій з курсу Проектування металевих конструкцій (для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 - «Будівництво» спеціальності ПЦБ та слухачів другої вищої освіти спеціальності ПЦБ), Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни
«Проектування металевих конструкцій»
(для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму
підготовки 6.060101 «Будівництво»
спеціальності «Промислове і цивільне будівництво»)

Укладач **ЖИЛЯКОВ** Валерій Якович

Відповідальний за випуск *В. С. Шмуклер*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2011, поз. 16 М

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Підп. до друку 29.12.2010 | Формат 60 x 84/16 |
| Друк на різнографі. | Ум. друк. арк. 0,58 |
| Зам. № | Тираж 50 пр. |

Видавець і виготовлювач

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011