

Міністерство освіти і науки України  
Харківська національна академія міського господарства

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до самостійної роботи та практичних занять студентів  
з курсу “Будівельні конструкції”  
(для студентів денної і заочної форм навчання спеціальностей  
6.092100 (6.060101) – “Міське будівництво та господарство” і  
спеціалізації “Технічне обслуговування, ремонт  
і реконструкція будівель”)**

Харків- ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з курсу “Будівельні конструкції” (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальностей 6.092100 (6.060101) – “Міське будівництво та господарство” і спеціалізації “Технічне обслуговування, ремонт і реконструкція” /Укл. Пустовойтова О.М., Жиляков В.Я., Золотов С.М., Пустовойтов О.В. – Харків, ХНАМГ, 2009. – С. 15.

Укладачі: О.М. Пустовойтова, В.Я. Жиляков, С.М. Золотов,  
О.В. Пустовойтов

Рецензент: Псурцева Н.О.

**Практичні заняття**  
**з курсу “Будівельні конструкції”**  
**Модуль 1**

**Практичне заняття № 1**

Визначаємо навантаження від маси покриття, розрахунок виконуємо в табличній формі.

Вид навантаження	Нормативне навантаження кН/м <sup>2</sup> .	Коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f$ .	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>

Позитивне значення зусилля в елементі означає, що стрижень розтягнутий, негативне – що стрижень стиснутий

**Практичне заняття № 2**

Підбор перетинів елементів ферми, виконаної з рівносороніх кутків.

Перетин поясів кроквяних ферм підбирають на дію максимальних зусиль, що виникають у панелях, які примикають до конькового стояка.

*Підбір перетину нижнього пояса.*

За таблицею знаходимо, що  $l_x=600$  см,  $l_y=600$  см, 71, 72

1. Перетин нижнього пояса проектуємо з труби

$$A_{\Pi}^{TP} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

За сортаментом підбираємо кутки  $A \text{ см}^2$ ;  $i_x$

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

**Практичне заняття № 3**

*Підбор перетину верхнього пояса ферми*

$N$  кН;  $\gamma_c = 0,95$ ;  $\lambda_{np} = 120$ ;  $l_x = l_y$  см.

Приймаємо  $\lambda = 0,9 \cdot 120 = 108$ ,  $\xi = 0,491$  ,

$$\sigma = \frac{N}{\xi A} \leq R_y \cdot \gamma_c.$$

$$A^{TP} = \frac{N}{\xi \cdot R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

Приймаємо за сортаментом кутки ( $A \text{ см}^2$ ;  $i_x$ )

#### Практичне заняття № 4

Підбір перетину розтягнутого розкоса:

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

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y \cdot \gamma_c.$$

$$A^{TP} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

Приймаємо за сортаментом кутки ( $A \text{ см}^2$ ;  $i_x$ )

#### Практичне заняття № 5

Підбір перетину стиснутого розкоса:

$$N = \text{кН}; \quad \gamma_c = 0,95; \quad \lambda_{np} = 120; \quad l_x = l_y \text{ см.}$$

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

$$\sigma = \frac{N}{\xi A} \leq R_y \cdot \gamma_c.$$

$$A^{TP} = \frac{N}{\xi \cdot R_y \cdot \gamma_c} \text{ см}^2.$$

Приймаємо за сортаментом кутки ( $A \text{ см}^2$ ;  $i_x$ )

#### Практичне заняття № 6

Розрахунок зварених швів кріплення елементів ферми

$$l_{\omega}^{об} = \frac{N \cdot z_0}{2b \cdot k_p^{об} \cdot \beta_f \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} + 1,$$

$$k_f^{об} = 0,72 \text{ см}; \quad k_f^n = 0,6 \cdot 0,8 = 0,48 \text{ см.}$$

Зусилля, передане на зварені шви:

$$N = \sqrt{(N_{24} - N_{23})^2 + P^2} ,$$

$$l_{\omega}^n = l_{\phi} - 1 \text{ см} ,$$

$$l_{\omega}^{oo} = l_{\phi} - 2 \text{ см}.$$

## Практичне заняття № 7

Конструювання вузлів ферми

## Модуль 2

### Практичне заняття № 1

1. Розробити компоновку конструктивної схеми будівлі без підвалу з вибором розбивочних осей, прив'язати до них колони і зовнішні стіни, розкласти плити збірного перекриття
2. Збір фактичних навантажень на елементи будівель, що експлуатуються.

Збір навантажень на 1 м<sup>2</sup> здійснюють у табличній формі:

Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт надійності, $\gamma_f$	Розрахункове навантаження, кН/м <sup>2</sup>
1	2	3	4

*Погонне навантаження на плиту перекриття шириною  $b_{пл}$  м:*

$$\text{Повне } q = (g + V) b_{пл} \text{ кН/м.п.}$$

*Погонне навантаження на ригель при вантажній ширині  $b_{sup.} = l_2$  м.*

$$q = (g + V) \cdot b_{sup.} \text{ кН/м.п.}$$

*Навантаження на колону в рівні верху фундаменту з вантажної*

*площі  $A_{sup.} = l_1 \cdot l_2$*

- від покриття ( $N_1$ )

$$N_1 = (g + V) \cdot A_{sup.} \text{ кН};$$

- від перекриття ( $N_2$ )

$$N_2 = (n_{нов.} - 1)(g + V) \cdot A_{sup.} \text{ кН};$$

- від ваги колони ( $N_3$ )

$$N_3 = b_c \cdot h_c (H_{нов.} \cdot n_{нов.} + 0,15) \cdot \rho \cdot \gamma_f \text{ кН}.$$

Повне навантаження

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \text{ кН.}$$

Короткочасне навантаження від снігу  $V_{сн} \cdot A_{sup}$

Короткочасне навантаження від перекриття  $V \cdot n_{нов} \cdot A_{sup}$

Повне короткочасне навантаження:  $N_{sh}$

Тривало діюче навантаження:

$$N_l = N - N_{sh}$$

Навантаження на фундамент дорівнює повному навантаженню на колону  $N$ , кН.

## Практичне заняття № 2

Розрахунок збірної залізобетонної плити

- статичний розрахунок плити: встановити розрахункову схему, визначити зусилля згинального моменту й поперечної сили;
- розрахунок по нормальних перерізах, встановлення діаметра поздовжньої робочої арматури;
- розрахунок по похилих перерізах, встановлення шагу й діаметра поперечної робочої арматури

## Практичне заняття № 3

Конструювання плит перекриття

### Специфікація арматурних виробів

Марка виробу	Поз.	Найменування	Кількість	Маса 1 дет., кг	Маса виробу, кг
С1	1	Ø 16A400C L=3050	7	4,8	36,9
	2	Ø 8 A300C L=650	11	0,3	
С2	3	Ø 12A400C L=2500	1	2,2	7,3
	4	Ø 12A400C L=2400	1	2,1	
	5	Ø 12A400C L=2050	1	1,8	
	6	Ø 6 A300C L=350	1	0,1	
	7	Ø 6 A300C L=650	11	0,1	

#### **Практичне заняття № 4**

Розрахунок збірного залізобетонного ригеля:

- статичний розрахунок ригеля: встановити розрахункову схему, визначити зусилля згинального моменту й поперечної сили;
- розрахунок по нормальних перерізах, встановлення діаметру поздовжньої робочої арматури;
- розрахунок по похилих перерізах, встановлення шагу й діаметру поперечної робочої арматури.

#### **Практичне заняття № 5**

Конструювання ригеля

Специфікація арматурних виробів

#### **Практичне заняття № 6**

Розрахунок колони першого поверху

Підібрати арматуру 4Ø А400С за сортаментом, мінімальний діаметр робочої арматури повинен бути не менше 16 мм.

Перевірити міцність колони:

$$N \leq N_u,$$

$$N_u = \eta \cdot \varphi (R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot A + R_{sc} A'_s)$$

#### **Практичне заняття № 7**

Конструювання колон.

Поперечну арматуру каркасів приймаємо з умови зварювання Ø6 А240С з кроком  $S \leq 20d_s$  см, але не більше ширини колони. У зоні стику колон встановлюють сітки непрямого армування. Крок сіток не менше 60 мм, але не більше  $h_c/3$  і 150 мм. Крок стержнів сіток не менше 45 мм, але не більше  $h_c/4$  і 100 мм. Мінімальна кількість сіток - 4 шт. Сітки встановлюємо за довжиною колони від торця не менше  $10d$  ( $d$  - діаметр робочої поздовжньої арматури).

Специфікація арматурних виробів.

## Практичне заняття № 8

Розрахунок монолітного залізобетонного фундаменту під колонну

Збір даних для проектування.

Розрахунок підосви фундаменту.

Необхідна площа підосви фундаменту  $A = \frac{N_{n.ser}}{R_{ser} - \rho_m \cdot d} \text{ м}^2$ .

Розмір сторони підосви  $a = b = \sqrt{A} \text{ м}$ .

Приймаємо  $a = b \text{ м}$  (кратно 30 см).

Фактична площа підосви  $A \text{ м}^2$ .

Тиск на фундамент під підосвою фундаменту  $p = \frac{N}{A} \text{ кН/м}^2$

Визначення висоти фундаменту

Перевірка міцності нижнього уступу на продавлювання

$$P \leq \varphi_b \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_0, \quad \text{або} \quad N - p(a_1 + 2h_{01})^2 \leq \varphi_b \cdot R_{bt} \cdot 4(a_1 + h_{01}) \cdot h_{01};$$

Розрахунок арматури фундаменту

Приймаємо для армування по підосві зварну сітку з робочими поздовжніми стержнями в обох напрямках.

## Практичне заняття № 9

Конструювання фундаменту

За умови роботи фундаменту на згин нижній його уступ армують сіткою. Стікан армують сітками конструктивно. Крок сіток – не більше 200 мм, першу сітку розташовують на 50 мм нижче верхньої межі фундаменту, діаметр арматури сіток - 6÷8 мм. Сітки стакана утримують у проектному положенні стержнями діаметром 8÷10 мм.



## **Самостійна робота**

### **з курсу «Будівельні конструкції»**

Самостійна робота студентів з курсу «Будівельні конструкції» передбачає більш поглиблене вивчення лекційного матеріалу за рекомендованою основною навчальною літературою і за додатковими джерелами згідно з робочим навчальним планом. До складу самостійної роботи студентів входить виконання курсового проекту.

**Модуль 1.1. Металеві конструкції. (62 годин СРС).**

**Рекомендована тематика.** Знайомство з конструкціями та матеріалами. Знайомство з нормативно-методичною літературою, сертифікатами на використання металевих конструкцій, які поставляються на об'єкт. Встановлення міцнісних і деформативних характеристик металу. Розрахунки несучої здатності металевих елементів. Розрахунки й самостійні приклади конструювання стиснутих й розтягнутих металевих елементів. Розробка альтернативних варіантів конструювання та проектування, обґрунтування їх переваг і недоліків. Аналіз ефективного використання прийнятих конструктивних рішень

*Питання для самоконтролю*

1. Достоїнства й недоліки металевих конструкцій.
2. Область застосування МК.
3. Матеріали, застосовувані в МК.
4. Навантаження і впливи на будівельні конструкції.
5. Основи розрахунку МК за граничними станами.
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 стропильних ферм, виконаних із спарених кутків. Визначення навантажень, що діють на вузол стропильної ферми.

12. Розрахунок стиснутих елементів стропильних ферм.
  13. Розрахунок розтягнутих елементів стропильних ферм.
  14. Листові конструкції МК (призначення, конструктивні схеми).
  15. Розрахунок та конструювання вузлів стропильних ферм (визначення розмірів зварних швів).
  16. Конструкція і призначення балкових кліток.
  17. Види з'єднань МК, їх достоїнства й недоліки.
  18. Конструкція й розрахунок зварених з'єднань МК.
- Конструктивні особливості болтових і заклепочних з'єднань (розрахунок з'єднань)

### **Рекомендована література.**

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции. -М.: Стройиздат, 1986
2. Семенов В.И. Унификация и стандартизация проектной документации для строительства. - М.; Стройиздат 1985
3. СНиП Н-23-81\*. Нормы проектирования. Стальные конструкции.- М.: Стройиздат, 1982.
4. СНиП 2.01.07.85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия.- М.: Стройиздат, 1986.
5. Жилияков В.Я. МУ №365. Методические указания к выполнению курсовой работы «Расчет и конструирование стропильных ферм покрытия». - Харьков: ХИИКС, 1989.
6. Жилияков В.Я., Шаповалов А.Л. Методические указания «Использование ЭВМ при определении усилий в элементах ферм произвольного очертания». -Харьков: ХГАГХ, 1998
7. Жилияков В.Я. "Методичні вказівки та завдання на виконання РГР та КРЗ з дисципліни "Будівельні конструкції" (розділ "Металеві конструкції) для студентів 3 курсу денної форми навчання спеціальностей МБГ, ТОР та РБ і заочної форми навчання спеціальностей ПЦБ, МБГ." Харків: ХДАМГ, 2001

8. Рудаков В.Н., Гринь В. И. Методические указания к выполнению курсового проекта по металлическим конструкциям "Расчет и конструирование элементов покрытия производственного здания". Раздел I. "Расчет элементов покрытия" - Харьков: ХИИКС, 1983. - То же. Раздел II. "Конструирование элементов покрытия". - Харьков: ХИИКС, 1983.

## **Модуль 2. Залізобетонні конструкції. (17 годин СРС).**

**Рекомендована тематика.** Знайомство з конструкціями й матеріалами із залізобетону. Знайомство з нормативно-методичною літературою, сертифікатами на використання залізобетонних конструкцій, які поставляються на об'єкт. Встановлення міцнісних і деформативних характеристик матеріалів для залізобетонних конструкцій. Розрахунки несучої здатності залізобетонних елементів. Розрахунки й самостійні приклади конструювання стиснутих і згинальних залізобетонних елементів. Розробка альтернативних варіантів конструювання та проектування, обґрунтування їх переваг і недоліків. Аналіз ефективного використання прийнятих конструктивних рішень.

### *Питання для самоконтролю*

1. Сутність залізобетону. Які властивості сталі й бетону дозволяють створити комплексний будівельний матеріал - залізобетон?
2. Позитивні й негативні властивості залізобетону. Технології зведення ЗБК.
3. Що розуміють під класом бетону, призменною міцністю бетону? Класифікація бетонів.
4. Як впливають форма, розмір зразка і вік бетону на показники його міцності при випробуваннях?
5. Які граничні розтяг і стиск бетону? Сутність усадки і повзучості бетону.
6. Класи арматурної сталі. Нормативні й розрахункові характеристики.

7. Види арматурних сталей за формою, технологією виготовлення і способом їхньої наступної обробки
8. Опишіть стадії напружено-деформованого стану елементів, що згинаються, з ненапруженою арматурою.
9. Основні положення теорії граничної рівноваги.
10. Які коефіцієнти запасу використовують при розрахунку залізобетонних елементів за граничними станами?
11. Основні принципи проектування елементів, що згинаються.
12. Основні принципи розрахунку за нормальними перетинами елементів, що згинаються. Складіть два рівняння рівноваги внутрішніх і зовнішніх сил елемента прямокутного перетину, що згинається.
13. В яких випадках у залізобетонних елементах застосовують перетини з подвійною арматурою? Принципи підбору арматури для прямокутного перетину з подвійним армуванням.
14. Які переваги має володіє тавровий перетин у залізобетонних елементів у порівнянні з прямокутним? Які існують два випадки розрахунку залізобетонних елементів таврового перетину, що згинаються?
15. Граничні коефіцієнти армування для залізобетонних елементів.
16. Основні принципи розрахунку елементів, що згинаються, за похилими перетинами.
17. Конструктивні особливості й область застосування розтягнутих елементів.
18. Основні принципи конструювання колон.
19. Основні принципи розрахунку залізобетонних колон.
20. Конструювання залізобетонного фундаменту.
21. Основні принципи розрахунку залізобетонного фундаменту
22. Матеріали, застосовувані для кам'яних і армокам'яних конструкцій. Види кладок.
23. Стадії роботи кам'яної (цегельної) кладки?

25. Формули розрахунку міцності елементів кам'яних конструкцій при стиску і центральному стиску. Які фактори впливають на міцність кладки при стиску?

26. Робота кам'яних конструкцій на позацентровий стиск.

27. Робота кам'яних конструкцій на вигин.

28. Робота кам'яних конструкцій на зріз.

29. Робота кам'яних конструкцій на розтяг.

30. Яка гранична гнучкість кам'яних стін і стовпів?

31. Які види армування кладки застосовують у будівництві й у яких випадках?

#### *Задачі для самоперевірки*

<p>Дано: <math>b=1200\text{мм}</math> (сборная плита перекрытия, промышленное здание),  <math>q = 22\text{кН/м}^2</math>, <math>l_0 = 580\text{ см}</math>, В25  Определить:  - расчетный случай  - <math>A_s(2\varnothing)</math> ?  Нарисовать расчетную схему, эпюру моментов, расчетное сечение</p>	<p>Дано: <math>b=1200\text{мм}</math> (сборная плита перекрытия, гражданское здание),  <math>q = 18\text{кН/м}^2</math>, <math>l_0 = 630\text{ см}</math>, В15  Определить:  - расчетный случай  - <math>A_s(7\varnothing)</math> ?  Нарисовать расчетную схему, эпюру моментов, расчетное сечение</p>
---	--

#### **.Рекомендована література.**

1. Цай Т.Н., Бородич К., Мандриков А.П. Строительные конструкции. Том 1, 2 М.: Стройиздат, 1984

2. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие под редакцией Гольшева, А.Б. - К: Будівельник, 1985

3. Байков В.Н., Сигалов З.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. М: Стройиздат, 1985

4. Семенов В.И. Унификация и стандартизация проектной документации для строительства, - М., Стройиздат 1985

5. Попов Н.Н., Забегаев А.В. Проектирование и расчет железобетонных конструкций. – М.: Высш. Шк., 1985

6. СНиП 2.01.07.85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия.- М.: Стройиздат, 1986.

7. СНиП 203.01-84 Бетонные и железобетонные конструкций – М.: Стройизда, 1985.

8. СНиП 11-21-81 Каменные и армокаменные конструкции М., Стройиздат, 1982.

9. Молодченко Г.А, Шмуклер В.С., Псурцева Н.О., Пустовойтов О.В, Пустовойтова О.М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по залізобетонним конструкціям (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальностей МБГ і ТОРiРБ). - Харків: ХНАМГ, 2005.

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з курсу  
“Будівельні конструкції” (для студентів денної і заочної форм навчання  
спеціальностей 6.092100 (6.060101) – “Міське будівництво та  
господарство” і спеціалізації “Технічне обслуговування, ремонт і  
реконструкція”

Укладачі: Оксана Михайлівна Пустовойтова,  
Валерій Якович Жиляков,  
Сергій Михайлович Золотов,  
Олег Володимирович Пустовойтов

Редактор: М.З.Аляб'єв

План 2008, поз. 61М

Підп. до друку 1.12.2008	Формат 60х84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовн.-друк.арк.0,6 .	Тираж 50 прим.
Зам. №		

---

61002. Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ.  
610002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12