



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний Університет водного господарства та
природокористування
Кафедра промислового, цивільного будівництва та
інженерних споруд

03-01-91

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту **«Залізобетонні конструкції
одноповерхової промислової будівлі»**
з навчальної дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції»
здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво»
денної і заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
комісією зі спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
Протокол № 5 від 07.05. 2019 р.

Рівне – 2019



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Залізобетонні конструкції одноповерхової промислової будівлі» з навчальної дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво» денної і заочної форм навчання / Бабич Є. М., Караван В. В. – Рівне : НУВГП, 2019. – 12 с.

Укладачі: Бабич Є. М., доктор технічних наук, професор кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд; Караван В. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

Відповідальний за випуск: Є. М. Бабич, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

© Бабич Є. М., Караван В. В., 2019

© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2019



ВСТУП

Навчальним планом підготовки бакалаврів за галуззю знань 19 “Архітектура та будівництво” спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”, спеціалізацією “Промислове та цивільне будівництво” при вивченні навчальної дисципліни „Залізобетонні та кам’яні конструкції” передбачено виконання курсового проекту на тему: „Залізобетонні конструкції одноповерхової промислової будівлі”.

Мета виконання курсового проекту: закріпити знання теоретичного матеріалу, набути навички практично використовувати методики розрахунку та конструювання залізобетонних конструкцій одноповерхових багатопролітних промислових будівель з мостовими кранами середнього режиму роботи зі збірного залізобетону, закріпити вміння користуватися нормативною і технічною літературою, виконувати інженерні креслення. Для компоновання каркасу будівлі використовуються типові серії та каталоги.

Вихідні дані для виконання курсового проекту студенти заочної форми навчання приймають відповідно до таблиць, які наведені у методичці за своїм кодом (шифром залікової книжки), а студенти денної форми навчання – відповідно до індивідуального завдання, виданого викладачем. Приймати інші вихідні дані не дозволяється.

В курсовому проекті передбачається виконання компоновки каркасу будівлі, збір навантажень на раму, статичний розрахунок поперечної рами, вибір фізико-механічних характеристик матеріалів конструкцій, розрахунок і конструювання колони крайнього або середнього ряду, фундаменту під колону та кроквяної конструкції покриття будівлі із збірного залізобетону згідно чинних норм проектування та з дотриманням системи фізичних одиниць СІ.

В даних методичних вказівках наведені посилання на літературні джерела по розрахунку та проектуванню залізобетонних конструкцій каркасу. Також наведені питання для самоконтролю знань студентів щодо виконання та захисту курсового проекту.



1. Вихідні данні до виконання курсового проекту

1. Довжина будівлі $A = \dots\text{м}$ (див. табл. 1)
2. Проліт рами $L = \dots\text{м}$ (табл. 2)
3. Кількість прольотів $n = \dots$ (табл. 1)
4. Крок колон $a = \dots\text{м}$ (табл. 1)
5. Умовний розрахунковий тиск на ґрунт $R_0 = \dots\text{МПа}$ (табл. 2)
6. Конструкції, які підлягають проектуванню (табл. 2)
7. Район будівництва (табл. 2)
8. Відмітка рівня чистої підлоги – 0,000м
9. Висота від підлоги до низу кроквяних конструкцій $H = \dots\text{м}$ (табл. 3)
10. Вантажопідйомність мостового крана $Q = \dots\text{т}$ (табл. 3)
11. Матеріали конструкцій (табл. 4)

Таблиця 1

Параметри будівлі	Остання цифра шифру залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Довжина A , м	84	120	102	96	132	120	78	114	108	90
Крок колон a , м	6	12	6	12	6	12	6	6	12	6
Кі-ть прольотів n , шт.	3	3	2	3	2	3	4	2	4	2

Таблиця 2

Остання цифра Σ останніх 3-х цифр шифру	Кроквяна конструкція	Проліт L , м	Колона	Розрах. тиск на ґрунт R_0 , МПа	Район будівництва
0	Балка двотаврового перерізу БСД12	12	середня	0,25	м.Рівне
1	Ферма сегментна ФС18	18	крайня	0,35	м.Одеса
2	Балка прямокутного перерізу БДР18	18	середня	0,26	м.Київ
3	Ферма сегментна ФС24	24	крайня	0,28	м.Полтава
4	Балка двотаврового перерізу БСД18	18	середня	0,32	м.Черкаси
5	Балка прямокутного перерізу БДР12	12	крайня	0,3	м.Луцьк
6	Ферма сегментна ФС24	24	середня	0,27	м.Суми
7	Балка двотаврового перерізу БСД18	18	крайня	0,31	м.Львів
8	Ферма сегментна ФС18	18	середня	0,23	м.Харків
9	Балка прямокутного перерізу БДР18	18	крайня	0,33	м.Вінниця

Таблиця 3

Висота від підлоги до низу кроквяних конструкцій Н, м (чисельник)
та вантажопідйомність мостових кранів Q, т (знаменник)

Перед- остання цифра шифру	Остання цифра шифру залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	$\frac{10,0}{15}$	$\frac{8,3}{20/5}$	$\frac{8,6}{30/5}$	$\frac{7,9}{20/5}$	$\frac{10,2}{30/5}$	$\frac{8,0}{30/5}$	$\frac{7,6}{20/5}$	$\frac{7,5}{30/5}$	$\frac{8,8}{30/5}$	$\frac{8,6}{30/5}$
8	$\frac{9,0}{20/5}$	$\frac{9,3}{20/5}$	$\frac{9,8}{20/5}$	$\frac{9,6}{15}$	$\frac{8,7}{20/5}$	$\frac{8,4}{20/5}$	$\frac{9,2}{30/5}$	$\frac{9,6}{15/3}$	$\frac{10,8}{20/5}$	$\frac{10,6}{15}$
7	$\frac{8,4}{15/3}$	$\frac{8,7}{30/5}$	$\frac{9,0}{30/5}$	$\frac{8,7}{20/5}$	$\frac{7,8}{30/5}$	$\frac{8,0}{15/3}$	$\frac{9,3}{15/3}$	$\frac{9,6}{30/5}$	$\frac{8,6}{15/3}$	$\frac{8,2}{20/5}$
6	$\frac{7,8}{15/3}$	$\frac{8,1}{15/3}$	$\frac{8,4}{20/5}$	$\frac{8,6}{30/5}$	$\frac{8,0}{15/3}$	$\frac{9,4}{30/5}$	$\frac{9,3}{30/5}$	$\frac{8,0}{15/3}$	$\frac{8,3}{15}$	$\frac{8,6}{20/5}$
5	$\frac{10,2}{15}$	$\frac{10,5}{30/5}$	$\frac{7,8}{15/3}$	$\frac{9,1}{15}$	$\frac{8,4}{20/5}$	$\frac{8,6}{20/5}$	$\frac{8,7}{20/5}$	$\frac{9,5}{15}$	$\frac{10,2}{30/5}$	$\frac{9,0}{15/3}$
4	$\frac{9,6}{15/3}$	$\frac{7,6}{15/3}$	$\frac{9,7}{30/5}$	$\frac{9,0}{20/5}$	$\frac{9,3}{15/3}$	$\frac{8,8}{30/5}$	$\frac{7,6}{20/5}$	$\frac{7,8}{30/5}$	$\frac{8,8}{20/5}$	$\frac{8,4}{30/5}$
3	$\frac{7,8}{20/5}$	$\frac{9,5}{20/5}$	$\frac{8,1}{20/5}$	$\frac{8,4}{30/5}$	$\frac{8,7}{20/5}$	$\frac{8,4}{20/5}$	$\frac{9,0}{30/5}$	$\frac{9,2}{15/3}$	$\frac{10,8}{15/3}$	$\frac{10,6}{30/5}$
2	$\frac{9,8}{30/5}$	$\frac{8,1}{30/5}$	$\frac{7,5}{20/5}$	$\frac{7,8}{30/5}$	$\frac{8,1}{30/5}$	$\frac{8,2}{15/3}$	$\frac{9,5}{15/3}$	$\frac{9,2}{30/5}$	$\frac{8,0}{15/3}$	$\frac{8,8}{20/5}$
1	$\frac{10,2}{30/5}$	$\frac{10,5}{15}$	$\frac{8,9}{30/5}$	$\frac{7,2}{20/5}$	$\frac{7,5}{15/3}$	$\frac{9,0}{30/5}$	$\frac{9,1}{30/5}$	$\frac{8,0}{15}$	$\frac{9,2}{15}$	$\frac{8,0}{20/5}$
0	$\frac{8,9}{15/3}$	$\frac{8,2}{20/5}$	$\frac{9,3}{30/5}$	$\frac{9,6}{30/5}$	$\frac{8,9}{30/5}$	$\frac{8,4}{20/5}$	$\frac{8,7}{20/5}$	$\frac{9,5}{20/5}$	$\frac{10,0}{30/5}$	$\frac{10,0}{15/3}$

Таблиця 4

Матеріали для проектування конструкцій каркасу будівлі

Конструкції	Остання цифра шифру залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Попередньо напружена арматура крівляної конструкції	A600	K1500	A800	A800	K1400	A600	A1000	A800	K1500	A600
Клас бетону крівляної конструкції	C32/40	C30/35	C25/30	C32/40	C35/45	C40/50	C30/35	C25/30	C35/45	C40/50
Робоча арматура колони та фундаменту	A400C	A500C	A400C	A500C	A400C	A500C	A400C	A500C	A400C	A500C
Клас бетону колони та фундаменту	C16/20	C20/25	C30/35	C25/30	C20/25	C30/35	C25/30	C16/20	C20/25	C25/30
Клас робочої ненапруженої арматури для крівляної конструкції приймається A400C або A500C. Клас поперечної арматури для колони і фундаменту приймається A240C.										



2. Обсяг та зміст курсового проекту

Проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та аркушів робочих креслень. Пояснювальна записка до проекту обсягом 30...40 сторінок містить: титульну сторінку; зміст; вихідні данні; компоновку каркасу будівлі зі збірних залізобетонних конструкцій; збір навантажень та статичний розрахунок поперечної рами будівлі; розрахунок і конструювання колони, фундаменту під неї та попередньо напруженої кроквяної конструкції згідно завдання; літературні джерела.

Пояснювальна записка оформляється на одній стороні аркушів формату А4 у вигляді рукописного чи друкованого тексту з наведенням рисунків та таблиць, нумерація яких приймається наскрізною, або ж у межах окремих розділів. При оформленні записки необхідно уникати зайвих описів, повторень в розшифровці формул тощо.

Креслення виконуються в масштабі на 3-х аркушах формату А2, згідно вимог до оформлення графічної частини проекту та конструкторської документації. Креслення повинні містити: схему розміщення конструкцій будівлі; поперечний та поздовжній розрізи по будівлі; розрахункову схему поперечної рами з діючими навантаженнями; розрахункові схеми, опалубочні креслення та види розрахункових конструкцій (ригель, колона, фундамент); армування та поперечні перерізи розрахункових конструкцій; арматурні вироби по конструкціям (каркаси та сітки); окремі конструктивні елементи конструкцій; вузли (обов'язково опорний) попередньо напруженої кроквяної конструкції; специфікацію арматури по двох на вибір розрахунковим конструкціям; відомість витрат сталі на конструкції; примітки.

Рекомендовані масштаби виконання креслень: для схеми розміщення конструкцій – 1:200, 1:400 або 1:500; для виглядів, перерізів, вузлів конструкцій та арматурних виробів – 1:20, 1:50 або 1:100.

Пояснювальна записка та всі аркуші креслень проекту мають бути підписані студентом з зазначенням дати виконання.



3. Рекомендації до розрахунку курсового проекту

Компонування конструктивної схеми будівлі, забезпечення її просторової жорсткості та стійкості, збір навантажень на поперечну раму будівлі наведені у [8].

Методика виконання статичного розрахунку поперечної рами будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА» наведена у [9].

Розрахунок та конструювання колон каркасу, а також збірного фундаменту мілкого закладання стаканного типу під колону наведені у [10, 13, 14, 15].

Двосхилі попередньо напружені балки покриття двотаврового перерізу БСД12(18) розраховуються за першою (міцність нормальних і похилих перерізів) та другою групами граничних станів згідно чинних норм проектування [4, 5] та рекомендованих літературних джерел [12, 13, 14, 15, 16]. Для балок необхідно обчислити величину та втрати (миттєві і залежні від часу) попереднього напруження в арматурі. Конструкції проектуються з натягуванням попередньо напруженої арматури на упори, спосіб натягу арматури студенти приймають самостійно. Аналогічні розрахунки виконують для двосхилих попередньо напружених балок покриття (решітчастих) прямокутного перерізу БДР12(18) [6, 13, 14, 15].

При розрахунку сегментних ферм ФС18(24) навантаження на верхній пояс передається у вузлах (приймається ширина ребристих плит покриття 3м). Статичний розрахунок ферм можна виконати шляхом побудови діаграми Максвелла-Кремони, за допомогою таблиць із наведеними зусиллями від одиничних навантажень з припущенням шарнірного з'єднання елементів у вузлах, або (рекомендується) за допомогою програмного комплексу «ЛІРА», як для стержневих статично визначених систем. За першою групою граничних станів виконується розрахунок перерізів (підбір робочої арматури) верхнього і нижнього поясів ферм, стиснутих та розтягнутих розкосів, стиснутих стійок [12, 13, 14]. За другою групою граничних станів перевіряється тріщиностійкість ферми.



Для ферм необхідно обчислити величину та втрати (миттєві і залежні від часу) попереднього напруження в арматурі [5, 13, 14, 15]. Конструкції проектуються з натягуванням попередньо напруженої арматури на упори, спосіб натягу арматури студенти приймають самостійно. У курсовому проекті виконується розрахунок опорного вузла ферми на сприйняття поперечної сили та його конструювання.

4. Питання для самоконтролю знань та підготовки студентів до захисту курсового проекту

1. Назвіть конструкції з яких складається каркас промислової будівлі.
2. Призначення фахверкових колон, фундаментних балок у будівлі. Яким чином відбувається кріплення стінових панелей парапетної частини огороження будівлі?
3. Які прив'язки і з якою метою використані в архітектурно-планувальному рішенні будівлі? У яких випадках та навіщо влаштовують температурно-деформаційні (усадовчі) шви?
4. Чим забезпечується просторова жорсткість та стійкість поперечної рами будівлі?
5. Чим забезпечується просторова жорсткість та стійкість поздовжньої рами будівлі? Призначення в'язей каркасу.
6. Назвіть навантаження, що діють на раму будівлі. Як їх класифікують?
7. Який тип колон використаний у каркасі будівлі? Назвіть основні частини (конструктивні елементи) колони.
8. На що працює та як розраховуються колони каркасу будівлі. Навантаження, що діють на колони, які зусилля виникають у колонах від навантажень?
9. Армвання колони, призначення поздовжньої арматури та хомутив. Арматурні вироби у колоні та їх призначення.
10. Яка розрахункова схема колони та її консолі, розрахункові перерізи? Армвання консолі колони, призначення арматури. Закладні деталі у колоні, їх призначення. Риски колони, яке їх призначення? Яким чином здійснюється монтаж колони?
11. З'єднання колон у фундаментах, чим воно забезпечено?



12. Який тип фундаментів використовується у будівлі?
13. Назвіть конструктивні елементи фундаменту. Від чого залежать та як призначаються розміри підшови і глибина закладання фундаментів?
14. Що таке призма продавлювання фундаменту, як вона визначається і на що впливає?
15. Навантаження, що діють на фундамент.
16. На що працюють підшова та стакан фундаментів? Армування фундаменту, конструктивні вимоги щодо армування.
17. Підготовка під підшовою фундаменту, на що впливає її склад?
18. Розрахункова схема та перерізи кроквяної конструкції (ригеля), навантаження що діють на ригель.
19. Конструктивні елементи ригеля, на що вони працюють, як розраховуються та армуються?
20. Арматурні вироби ригеля та закладні деталі, їх розташування і призначення. Конструювання вузлів ригеля.
21. Навіщо виконують попереднє напруження арматурних стержнів ригеля? Клас попередньо напруженої арматури, її розміщення. Арматуру якого класу можна попередньо напружувати?
22. Передаточна міцність бетону. Зусилля натягу в арматурі та обтиску в бетоні. Способи натягу арматури. Втрати напруження арматурою, як і чому їх розділяють?
23. На що працює ригель в цілому?
24. Яким чином забезпечена міцність похилих перерізів ригеля? Небезпечні перерізи по довжині ригеля.
25. Призначення та порядок складання специфікації арматурних виробів та відомості витрат сталі.



ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Бабич Є. М., Бабич В. Є. Розрахунок і конструювання залізобетонних балок. Навчальний посібник. Видання друге, перероблене і доповнене. Рівне : НУВГП, 2017. 182 с.
2. Бабич В. І., Огороднік В. І., Романюк В. В. Таблиці для проектування будівельних конструкцій. Довідник. Рівне : НУВГП, 1999. 506 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. Київ : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.
4. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 97 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.
6. Железобетонные конструкции: Курсовое и дипломное проектирование / Под. ред. А. Я. Барашикова. К. : Вища шк. Головное изд-во, 1987. 416 с.
7. Залізобетонні конструкції : підручник. / За ред. П. Ф. Вахненка. Київ: Вища шк., 2000. 508 с. іл.
8. Методичні вказівки 03-01-32 до курсового проекту №2 з навчальної дисципліни “Залізобетонні та кам’яні конструкції” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” спеціалізацією “Промислове та цивільне будівництво” усіх форм навчання. «Компонування каркасу та збір навантажень на поперечну раму» / Корнійчук О. І. Рівне : НУВГП, 2019. 33 с.
9. Методичні вказівки 03-01-33 до курсового проекту №2 з навчальної дисципліни “Залізобетонні та кам’яні конструкції” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” спеціалізацією “Промислове та цивільне будівництво” усіх форм навчання. «Статичний розрахунок



- поперечної рами за допомогою програмного комплексу Ліра» / Корнійчук О. І. Рівне: НУВГП, 2019. 25 с.
10. Методичні вказівки 03-01-55 до курсового проектування “Розрахунок і конструювання залізобетонних центрально та позацентрово стиснутих колон й стовпчастих фундаментів під колони” з навчальної дисципліни “Залізобетонні та кам’яні конструкції” для студентів спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія” за / Караван В. В. Рівне : НУВГП, 2017. 30 с.
 11. Мурашко Л. А. Розрахунок за міцністю перерізів нормальних та похилих до поздовжньої осі згинальних залізобетонних елементів за ДБН В.2.6-98:2009 : навч. посіб. / Мурашко Л. А., Колякова В. М., Сморгалов Д. В. К. : Видавництво КНУБА, 2012. 62 с.
 12. Мандриков А. П. Примеры расчёта железобетонных конструкций: Учеб. пособие для строит. техникумов по спец. «ПЦБ». М. : Стройиздат, 1979. 419 с., ил.
 13. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2). / За заг. ред. В. С. Шмуклера. Харків: Золоті сторінки, 2015. 208 с.
 14. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6-98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / Бамбура А. М., Павліков А. М., Колчунов В. І. та ін. К. : Талком, 2017. 627 с.
 15. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А. М. Бамбура, І. Р. Сазонова, О. В. Дорогова, О. В. Войцехівський; За ред. А. М. Бамбура. Київ : Майстер книг, 2018. 240 с.
 16. Проектирование железобетонных конструкций : Справоч. пособие / А. Б. Гольшев и др.; Под ред. А. Б. Гольшева. К. : Будівельник, 1985. 496 с.