

Національний університет водного господарства та
Природокористування

Кафедра промислового, цивільного будівництва
та інженерних споруд

03-01-151М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуальних завдань з курсу
**«Особливості комп'ютерного моделювання будівельних
конструкцій»**

для здобувачів вищої освіти другого
(магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Промислове і цивільне будівництво» спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
всіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІБА
Протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань з курсу «Особливості комп'ютерного моделювання будівельних конструкцій» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». [Електронне видання] / Філіпчук С. В., Караван Б. В. – Рівне : НУВГП, 2023. – 12 с.

Укладачі: Філіпчук С. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд; Караван Б. В., асистент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

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

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 “Будівництво та цивільна інженерія”

Масюк Г. Х.

© С. В. Філіпчук,
Б. В. Караван, 2023
© НУВГП, 2023

Зміст

Вступ	4
1. Задача 1. Нелінійний розрахунок 2-х пролітної балки з врахуванням повзучості бетону	5
2. Задача 2. Розрахунок мачти в геометрично нелінійній постановці	7
3. Задача 3. Розрахунок шпунта підсиленого анкерами разом з ґрунтовим масивом котловану	8
4. Задача 4. Розрахунок конструкції на ґрунтовій основі із застосуванням системи ГРУНТ	10
Література	12

Вступ

Мета навчальної дисципліни «Особливості комп'ютерного моделювання будівельних конструкцій»: оволодіння методами моделювання та оцінки поведінки будівель, споруд та конструкцій на протязі життєвого циклу, а також з врахуванням роботи матеріалів з дійсними реологічними властивостями, та із врахуванням змінності систем будівель та поетапності їх зведення.

Завдання навчальної дисципліни:

- вивчення методів створення тривимірних систем;
- дослідження методів визначення та формування нелінійності систем;
- ознайомлення з методами врахування реологічних властивостей матеріалів;
- формування систем з урахуванням їх можливої змінності та етапності зведення;
- ознайомлення з можливостями програмних комплексів для проведення нелінійних розрахунків та моделювання нелінійних процесів.

Предметом оволодіння дисципліною є наступні об'єкти:

- нелінійна поведінка конструкцій та будівель;
- реологічні властивості матеріалів;
- життєві цикли будівель та конструкцій;
- методи нелінійного моделювання;
- принципи ідентифікації нелінійності системи;
- методи інтерпретації результатів розрахунків.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен мати наступні компетенції:

знати:

- основні принципи вивчення об'єтного моделювання;
 - основні характеристики нелінійних кінцевих елементів;
 - принципи формування нелінійних навантажень;
 - принципи використання фізичної нелінійності;
 - принципи створення схем в геометрично-нелінійній постановці;
 - методи розрахунків з урахуванням поетапного зведення;
- уміти:

уміти:

- виконувати моделювання роботи залізобетонних конструкцій в умовах фізично-нелінійної постановки з використанням реальних реологічних характеристик матеріалів;
- виконувати розрахунки систем при геометрично-нелінійній роботі;
- виконувати розрахунки систем з врахуванням поетапного зведення та монтажу.

володіти:

- методами нелінійного моделювання;
- методами проведення числових експериментальних досліджень;
- методами проведення розрахунків з використанням розрахункових програмних комплексів.

Задача 1 Нелінійний розрахунок 2-х пролітної балки з врахуванням повзучості бетону**Мета задачі:**

- скласти розрахункову схему балки;
- вивчити процедуру задання характеристик фізичної нелінійності матеріалів з врахуванням повзучості та арматурних включень;
- сформулювати таблицю нелінійних завантажень.

Вихідні дані:

схема балки та її закріплення показано на рис. 1.1

перерізи балки – на рис. 1.2

матеріал балки – бетон С20/25, арматура А400С

стан схеми аналізується після 365 та 730 діб

Навантаження:

Завантаження 1 – власна вага (рис. 1.3)

Завантаження 2 – рівномірне розподілене $q_2=0.3$ т/м (рис. 1.4)

Завантаження 3 – рівномірне розподілене в першому прольоті $q_3=0.87$ т/м (рис. 1.5)

Завантаження 4 – рівномірне розподілене в другому прольоті $q_4=0.87$ т/м (рис. 1.6)

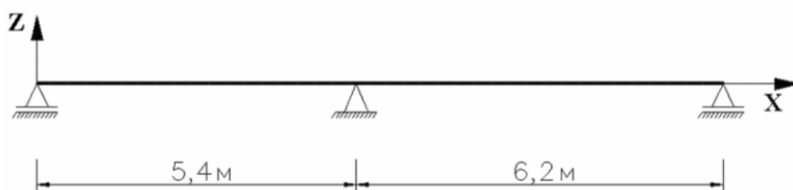


Рис. 1.1 Схема балки

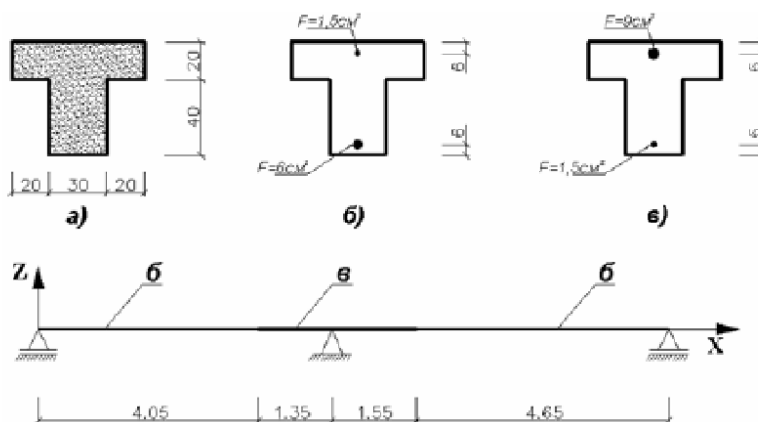


Рис. 1.2 Перерізи елементів балки а) розміри перерізу, б) пролітний переріз, в) опорний переріз.

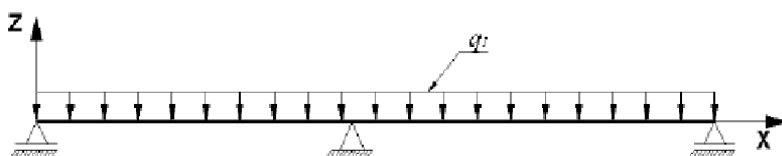


Рис. 1.3 Схема завантаження 1 балки

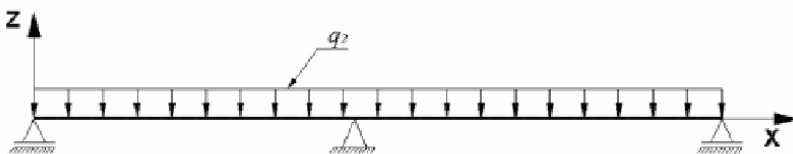


Рис. 1.4 Схема завантаження 1 балки

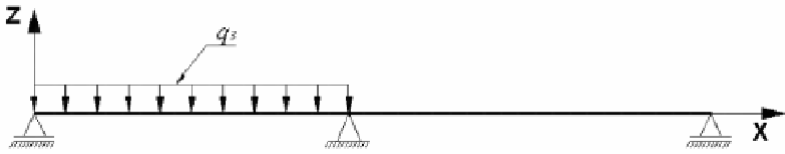


Рис. 1.5 Схема завантаження 1 балки

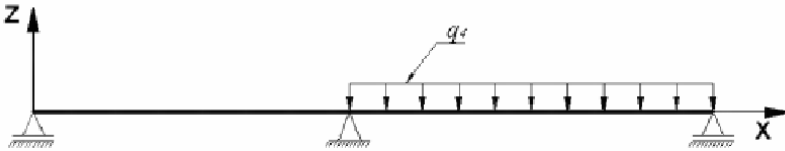


Рис. 1.6 Схема завантаження 1 балки

Задача 2 Розрахунок щогли в геометрично нелінійній постановці

Мета задачі:

- скласти розрахункову схему щогли на відтяжках;
- показати моделювання геометричної нелінійності.

Вихідні дані:

- схема щогли та її закріплення показано на рис. 2.1;
- тип – металева щогла висотою 40 м;
- перерізи елементів щогли:;
стійка – три труби 133x5,
розтяжки – канат, профіль – 20

Навантаження:

- завантаження 1 – власна вага, зосереджена сила $P=0,15\text{т}$, що прикладена на 2-а верхніх вузли;
- завантаження 2 – вітрове навантаження, II вітровий район, тип місцевості – А.
1 - три труби 133x5;
2 - канат $\text{Ø}20$.

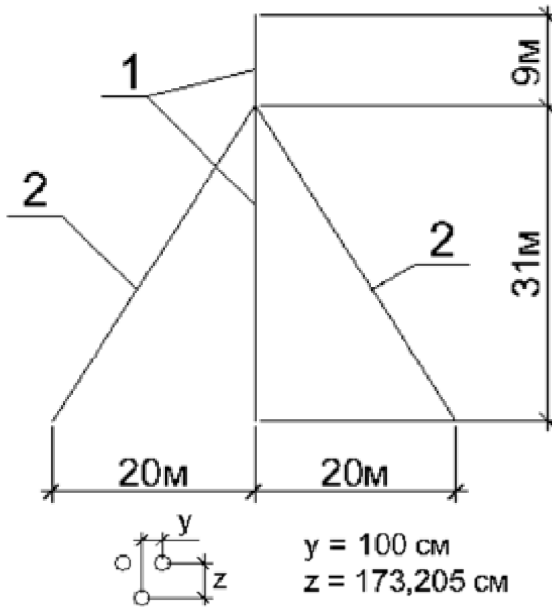


Рис. 2.1 Схема щогли

Задача 3 Розрахунок шпунта підсиленого анкерами разом з ґрунтовим масивом котловану

Мета та задачі:

- демонстрація технології моделювання багатошарової основи із застосуванням теорії міцності Кулона-Мора;
- демонстрація технології побудови розрахункової схеми конструкції огороження котловану в процесі монтажу;
- демонстрація технології нелінійного розрахунку системи «нелінійно - деформована основа – лінійно - деформовані конструкції огороження» з урахуванням процесу монтажу та розробки котловану;
- виконання розрахунку з урахуванням модуля деформацій ґрунту по гілці вторинного навантаження (врахування розвантаження моделі ґрунту).

Вихідні дані:

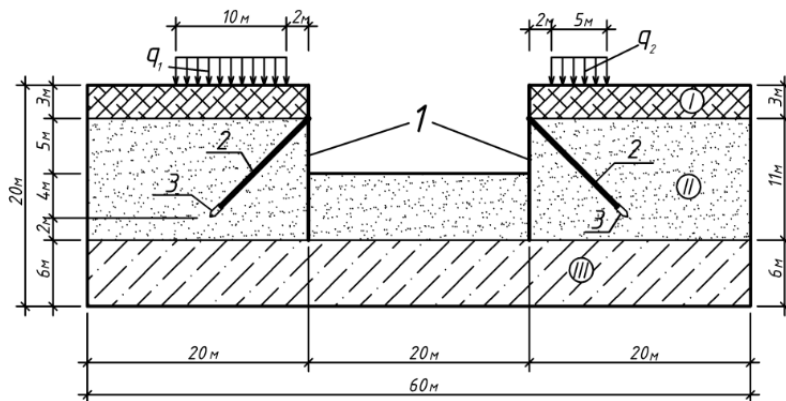
Профіль тришарової основи з розмірами 60x20м, товщина 1 м (рис. 3.1);

Котлован з розмірами 20x8 м;

Вертикальні конструкції огороження – 14 м;

Опори анкерів довжиною 3 м, анкери довжиною 10 м розташовані під кутом 45%.

Розрахунок проводити для сітки профіля основи з розмірами КЕ 1x1 м



1- шпунтова огорожа,

2- анкера,

3- опори анкерів

I – насипний ґрунт, II – пісок, III - суглинок

Рис. 3.1 Схема конструкцій огороження котловану та навантажень на багатшарову основу.

Завантаження 1 – власна вага тришарової основи;

Завантаження 2 – гостійне, рівномірно-розподілене навантаження $q_1 = 1$ т/м, постійне, рівномірно-розподілене навантаження $q_2 = 0.5$ т/м, що прикладені на верх основи, власна вага огорожі;

Завантаження 3 – фіктивне, ескавація котловану;

Завантаження 4 - попередній натяг анкерів $P=5$ т.

Задача 4 Розрахунок конструкції на ґрунтовій основі із застосуванням системи ГРУНТ

Мета та задачі:

- продемонструвати процедуру побудови розрахункової схеми каркасу з використанням абсолютно жорстких тіл, що моделюють жорсткі з'єднання елементів колон та плит;
- показати технологію моделювання багатошарової основи та визначення коефіцієнтів постелі С1 та С2 за даними геологічних вишукувань;
- показати технологію задання навантажень, включаючи додаткові навантаження від сусідніх будівель;
- визначення коефіцієнтів постелі пружної основи;
- показати процедуру ітераційного уточнення коефіцієнтів постелі пружної основи.

Вихідні дані:

Залізобетонна плита перекриття з розмірами в осях колон 4х6 м, товщиною 150 мм.

Залізобетонна фундаментна плита з розмірами в осях колон 4х6 м, товщиною 500 мм.

Залізобетонні колони прямокутного перерізу розмірами 400 х 800 мм.

Висота каркасу – 3 м.

Розрахунок проводиться для сітки плити перекриття з розмірами кінцевих елементів 0.2 х 0.2 м сітки фундаментної плити з розмірами КЕ 0.4 х 0.4 м та 0.4 х 0.2 м (рис.4.1).

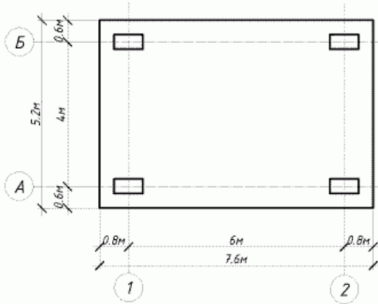
Завантаження 1 – власна вага;

Завантаження 2 – постійне рівномірно розподілене навантаження $g_1 = 0.5$ т/м², додана на плиту перекриття; постійне рівномірно розподілене навантаження $g_2 = 1$ т/м² та постійна зосереджена

вертикальне навантаження $P = 100$ т, прикладені на фундаментну плиту (рис.4.2, завантаження 2);

Завантаження 3 – зосереджене горизонтальне навантаження $F = 2$ т, прикладене на плиту перекриття (рис.4.2, завантаження 3).

План фундаментної плити



План плити перекриття

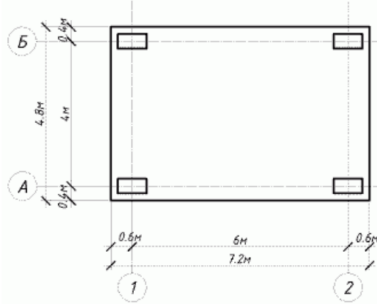
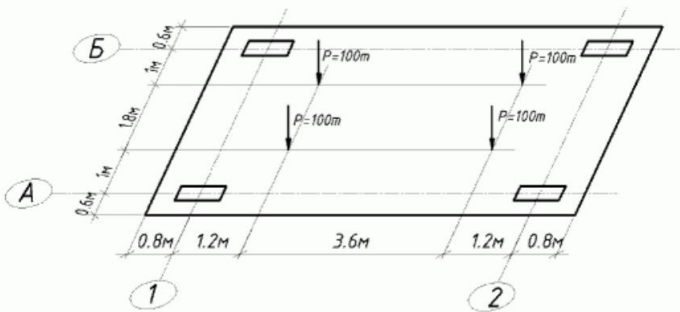
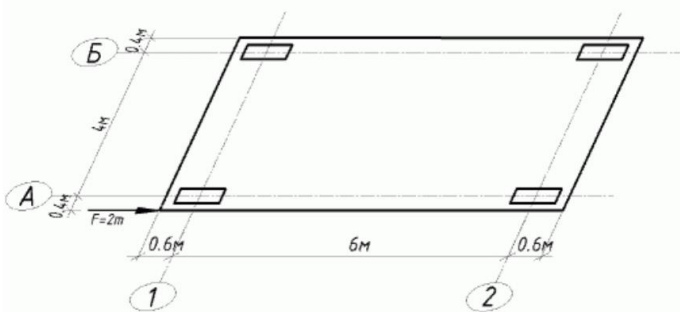


Рис. 4.1 Схема просторового каркасу



Завантаження 2 (фундаментна плита)



Завантаження 3 (плита перекриття)

Рис. 4.2 Схеми завантаження плит каркасу

Література

1. Клованич С. Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики. Запорожье : издательство журнала «Світ геотехніки», 2009. 400 с.
2. Городецкий А. С., Евзеров И. Д. Компьютерные модели конструкций (Издание второе дополненное). Киев : Факт, 2007. 394 с.
3. Клованич С. Ф., Безушко Д. И. Метод конечных элементов в нелинейных расчетах пространственных железобетонных конструкций. Одесса : Издательство ОНМУ, 2009. 89 с.
4. Practitioners` guide to finite element modelling of reinforced concrete structures. State-of-art report / Task Group 4.4 / General Assembly of Fib, bulletin 45. Stuttgart: Sprint-Digital-Druck, 2008. 347 p.
5. Верюжский Ю. В., Колчунов В. И., Барабаш М. С., Гензерский Ю. В. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций. Киев : Книжное издательство Национального авиационного университета, 2006. 804 с.