

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«СПЕЦІАЛЬНІ ФУНДАМЕНТИ»

*(для студентів 4 (3-го прискореного) курсу
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,
освітня програма «Промислове та цивільне будівництво»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Спеціальні фундаменти» для студентів 4 (3-го прискореного) курсу спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Г. М. Левенко, О. В. Гаврилюк. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 19 с.

Укладачі: канд. техн. наук Г. М. Левенко,
ст. викл. О. В. Гаврилюк

Рецензент

О. В. Кічаєва, доктор технічних наук, доцент, кафедра механіки ґрунтів, фундаментів та інженерної геології (Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою механіки ґрунтів, фундаментів та інженерної геології, протокол № 1 від 28.08.2021.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Вихідні дані для проектування.....	4
2 Склад роботи.....	6
3 Вказівки щодо виконання розділів розрахункової роботи.....	7
Список використаних джерел.....	12
Додаток А.....	13
Додаток Б.....	14
Додаток В.....	15
Додаток Г.....	17

ВСТУП

Згідно з цими методичними вказівками студенти розробляють спеціальні міські інженерні споруди, призначені для стабілізації похилих або відкосних ґрунтових профілів. З цією метою необхідно здійснювати розрахунок і конструювання збірної залізобетонної підпірної стіни.

Роботу виконують відповідно до робочої програми дисципліни.

Топографічний план ділянки міської території приймається за таблицею 1 і згідно додатку А.

Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Спеціальні фундаменти» є комплексною, в зв'язку з чим передбачається можливість використання графічного матеріалу з проекту з благоустрою території групи житлових будинків, виконаного студентами раніше на кафедрі містобудування або ландшафтного проектування.

1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

Вихідні дані для проектування наведені у таблицях 1, 2, 3, 4 і в додатку 1.

Студенти використовують зазначені таблиці, вибравши варіант з особистого шифру (номер залікової книжки) і по першій букві свого прізвища.

При необхідності завдання може бути видано окремо з набором вихідних даних на розсуд керівника.

Номер залікової книжки і вибрані вихідні дані повинні бути виписані студентом на окремому аркуші пояснювальної записки.

Таблиця 1 – Вихідні дані для виконання РГР

Вихідні дані	Остання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Висота підпору Н, м	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8
Топографічний план план (номер ділянки)	№ 1	№ 1	№ 1	№ 2	№ 2	№ 2	№ 3	№ 3	№ 4	№ 4

Таблиця 2 – Характеристики ґрунту основи

Характеристики ґрунту основи	Передостання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$\gamma_I, \text{кН/м}^3$	6,5	7,0	8,0	9,0	0,0	6,5	7,5	8,5	9,5	0,5
$\gamma_{II}, \text{кН/м}^3$	6,5	7,0	8,0	9,0	0,0	6,5	7,5	8,5	9,5	0,5
$\varphi_I, \text{град}$	0,0	1,0	6,0	6,0	7,0	2,0	8,0	5,0	8,0	5,0
$\varphi_{II}, \text{град}$	4,0	6,0	8,0	9,0	9,0	5,0	2,0	8,0	0,0	7,0
$C_I, \text{кПа}$	5,0	4,0	2,0	5,0	6,0	2,0	0,0	8,0	7,0	0,0
$C_{II}, \text{кПа}$	7,0	5,0	8,0	7,0	4,0	6,0	0,0	1,0	0,0	0,0

Таблиця 3 – Характеристики ґрунту засипки

Характеристики ґрунту засипки	Перша літера прізвища студента									
	Є, Е, Л	У, Ъ, Н	І, Ч, С	Ж, Ш, У	Ф, Х, Щ	Г, Д, В	А, Б, З	Е, Ю, Я	И, К	О, П, Р
$\gamma'_I, \text{кН/м}^3$	16,5	16,5	19,0	19,5	17,0	18,0	17,5	20,0	18,5	20,5
$\gamma'_{II}, \text{кН/м}^3$	16,5	16,5	19,0	19,5	17,0	18,0	17,5	20,0	18,5	20,5
$\varphi'_I, \text{град}$	34,0	33,0	30,0	33,0	29,0	32,0	29,0	28,0	29,0	31,0
$\varphi'_{II}, \text{град}$	37,0	36,0	33,0	36,0	32,0	35,0	32,0	31,0	32,0	34,0

Таблиця 4 – Інтенсивність розподіленого навантаження

Інтенсивність розподіленого навантаження	Перша літера прізвища студента									
	Я, И, К	О, Д, Щ	У, С, Х	Є, Ч, Ж	А, Б, Ф	З, Г, І	Р, Н, Ю	Т, У	Л, М, Ш	П, Е, И
$q^H, \text{кН/м}^2$	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0

Характеристики ґрунту в таблицях 2 та 3 мають таке найменування:

– $\gamma_I, \gamma'_I, \varphi_I, \varphi'_I, C_I$ – відповідно питома вага, кут внутрішнього тертя і питоме зчеплення при розрахунках по міцності і стійкості;

– $\gamma_{II}, \gamma'_{II}, \varphi_{II}, \varphi'_{II}, C_{II}$ – відповідно питома вага, кут внутрішнього тертя і питоме зчеплення при розрахунках за деформаціями.

2 СКЛАД РОБОТИ

У розрахунково-пояснювальній записці містяться такі розділи:

Зміст

Вступ

1. Вибір вихідних даних

2. Розрахунок підпірної стіни

2.1 Розрахунок стійкості підпірної стіни проти зсуву.

2.2 Розрахунок основи за деформаціями.

2.3 Визначення зусиль в елементах підпірної стіни.

2.4 Визначення зусиль в елементах підпірної стіни.

3. Конструктивні заходи

Список використаних джерел.

Розрахунково-пояснювальну записку виконують на папері формату А4.

До складу розрахунково-пояснювальної записки включаються такі схематичні рисунки:

- топографічний план ділянки міської території, що відводиться під забудову на папері формату А4;
- загальний вигляд підпірної стіни;
- схема призми обвалення;
- схема до визначення центру ваги фундаментної і лицьової плити;
- схема до визначення тисків під подошвою фундаментної плити;
- схема до визначення стійкості стіни;
- схема до визначення розрахункових зусиль;
- розрахункова схема підпірної стіни;
- епюри розрахункових значень згинальних моментів і поперечних сил.

Графічна частина роботи виконується на аркуші формату А1 і містить наступні матеріали:

- фрагмент фасаду підпірної стіни, ГМ 1 : 200, ВМ 1 : 40;
- план підпірної стіни з маркуванням і розгортка плит, М 1 : 100;

- розріз підпірної стіни, М 1 : 40;
- опалубні креслення лицьовій і фундаментної плити, М 1 : 50, М 1 : 25, М 1 : 20;
- арматурні креслення лицьовій і фундаментної плити, М 1 : 50, М 1 : 25, М 1 : 20;
- специфікація арматури і відомість витрати сталі;
- специфікація елементів підпірної стіни;
- примітки;
- основний напис.

При оформленні графічного матеріалу слід керуватися матеріалами додатків 2, 3, 4, а також правилами відповідних нормативних документів України.

Допускається використання як міжнародної системи одиниць СІ, так і технічної системи одиниць. Між одиницями обох систем існують такі основні співвідношення:

- $1 \text{ Н} \approx 0,1 \text{ кГс}$
- $1 \text{ кН} \approx 100 \text{ кГс} \approx 0,1 \text{ тс}$
- $1 \text{ кПа} \approx 0,01 \text{ кГс/см}^2$
- $1 \text{ МПа} \approx 10 \text{ кГс/см}^2$

3 ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Вступ слід писати після ознайомлення з рекомендованою літературою. У вступі повинні бути відображені завдання в галузі містобудування і відзначена роль міських інженерних споруд, зокрема підпірних стін, при благоустрою міських територій.

Слід вказати на широкий діапазон застосування підпірних стін. Підпірні стіни застосовуються для утримання від обвалення ґрунтів на схилах і укосах; вони широко використовуються при влаштуванні підземних переходів, в автодорожньому будівництві, в якості берегоукріплювальних споруд. Сумарні витрати на зведення підпірних стін щорічно обчислюються десятками мільйонів гривень.

У розділі «**Вибір вихідних даних і порівняння варіантів**» крім відомостей, що становлять завдання, необхідно помістити матеріали, які також відносяться до вихідних даних, але приймаються студентом самостійно на основі варіантів, які підлягають розгляду.

При порівнянні варіантів слід вказати, що масивні підпірні стіни, хоча і дозволяють використовувати місцеві матеріали, але є дуже трудомісткими в зведенні і відрізняються великою матеріаломісткістю. З цієї причини застосовують, як правило, тонкі підпірні стіни вугolkового типу, виконані зі збірного залізобетону.

Для порівняння в проекті можна також розглянути збірномонолітний варіант підпірної стіни, який вимагає більшої витрати залізобетону і є більш трудомістким, але є менш дорогим і дозволяє виконувати монолітну конструкцію в розмірах, що перевищують розміри серійних лицьових і фундаментних плит.

В даному розділі, використовуючи топографічний план ділянки, необхідно намітити і вказати на плані оптимальний варіант трасування підпірної стіни і визначити її загальну довжину.

Підпірні стіни, що споруджуються в містах та населених пунктах, слід проектувати з урахуванням архітектурних особливостей навколишньої забудови. З цієї причини підлягають вирішенню питання, пов'язані з вибором типу огорожі, облицювання лицьовій поверхні стіни.

У цьому розділі студент виконує вибір арматурної сталі. Для армування елементів збірної підпірної стіни без попереднього напруження рекомендується застосовувати в якості робочої арматури стрижневу гарячекатану арматурну сталь періодичного профілю класів А300С (А-II), А400С (А-III), а в якості монтажної - гарячекатаний арматуру класу А240С (А-I) . Бетон рекомендується застосовувати класів В 25, В 30 або В 35.

Вибір коефіцієнтів надійності за навантаженням проводиться з урахуванням даних таблиці 5. При цьому значення коефіцієнтів, зазначених у дужках, приймаються при розрахунку конструкцій на стійкість в тому випадку, коли зменшення постійного навантаження може погіршити умови роботи конструкцій.

Таблиця 5 – Коефіцієнти надійності за навантаженням

№ з/п	Навантаження	Коефіцієнти надійності за навантаженням γ_f
1	Власна вага конструкції	1,1 (0,9)
2	Вага ґрунту в природному заляганні	1,1 (0,9)
3	Вага ущільненого ґрунту засипки	1,1 (0,9)
4	Рівномірно розподілене навантаження (пригрузка)	1,2

У розділі «**Розрахунок стійкості підпірної стіни проти зсуву**» перш за все необхідно визначити геометрію прийнятої конструкції. Для вуглокової консольної підпірної стіни висота лицьовій панелі h приймається з урахуванням карнизного блоку в залежності від заданої величини підпору H за таблицею 1.

Розрахунок стійкості підпірної стіни проводять в три послідовні етапи:

➤ **1-й етап:** розрахунок стійкості проти плоского зсуву виконується при $\beta_1 = 0$;

➤ **2-й етап:** площину зсуву розташовується під кутом нахилу до горизонталі $\beta_2 = 0,5\varphi_1$;

➤ **3-й етап:** площину зсуву з кутом нахилу до горизонталі $\beta_3 = \varphi_1$.

Стійкість проти перекидання вуглокової підпірної стіни з сильно розвиненою задньою консоллю дуже висока і зазвичай не розглядається.

У розділі «**Розрахунок основи за деформаціями**» необхідно перевірити крайові тиски під подошвою фундаментної плити та міцності.

У розділі «**Визначення зусиль в елементах підпірної стіни**» розглядається задані (небезпечні) перетини та визначають згинальні моменти і поперечні сили в цих перетинах.

У розділі «**Розрахунок міцності елементів підпірної стіни по нормальним і похилих перерізах**» визначають робочу арматуру в небезпечних перетинах та виконують підбір арматури.

У розділі «**Конструктивні заходи**» необхідно передбачити і відобразити на кресленнях:

- температурно-осадові шви через кожні 30 м шириною 30 мм;
- дренажні отвори діаметром 50 мм через кожні 3 м;
- пристінний дренажний колектор трикутного перетину висотою 400–500 мм з гравію крупністю 20–30 мм з поздовжнім ухилом 0,04;
- гідроізоляцію поверхонь стіни, що контактують з ґрунтом, в вигляді обмазки гарячим бітумом за два рази.

Для зручності розгляду **креслень** (дод. Б, В та Г) введені умовні позначення:

- кількість проміжків між стрижнями;
- діаметр;
- крок арматурних стержнів,

які підлягають визначенню або призначаються в залежності від варіанту завдання, позначені відповідно через n , δ , s .

Зварна плоска сітка С1 містить робочу арматуру (поз. 1) у вигляді стрижнів розрахункового діаметра, площа перетину яких залежить від

величини згинального моменту M_{1-1} . Як приклад на кресленні наведено розміщення робочих стрижнів класу АІІ (А400С) діаметром δ по типу $s \times n = 200 \times 14 = 2\ 800$. Поєднання $s \times n$ на відрізку 2 800 мм може бути представлено в іншому варіанті в залежності від результатів розрахунку.

Для розподільної арматури $\varnothing 8A_I$ (А240С) (поз.2) поєднання $s \times n$ приймається студентом в залежності від висоти лицьовій плити за завданням.

Сітка С2 вводиться в лицьову плиту, виходячи з конструктивних міркувань, і може бути прийнята повністю за додатком 4, однак поєднання $s \times n$ по вертикалі визначається студентом в залежності від висоти лицьовій плити.

Сітка С3 береться однотипна для всіх варіантів завдання і застосовується з метою посилення оголовка лицьовій плити.

Сітка С4 містить робочу арматуру (поз. 8) у вигляді стрижнів розрахункового діаметра, площа перетину яких залежить від величини згинального моменту M_{2-2} . Як приклад на кресленні наведено розміщення робочих стрижнів класу АІІ (А400С) діаметром δ по типу $s \times n = 200 \times 14 = 2\ 800$. Поєднання $s \times n$ на відрізку 2 800 мм може бути представлено в іншому варіанті в залежності від результатів розрахунку.

Поєднання $s \times n$ для розподільної арматури $\varnothing 8A_I$ (А240С) (поз. 7) приймається студентом в залежності від довжини фундаментної плити за завданням.

Сітка С5 містить робочу арматуру (поз. 10) у вигляді стрижнів розрахункового діаметра, площа перетину яких залежить від величини згинального моменту M_{3-3} . На кресленні як приклад показано розміщення робочих стрижнів класу АІІ (А400С) діаметром δ по типу $s \times n = 200 \times 14 = 2\ 800$.

Поєднання $s \times n$ на відрізку 2 800 мм може бути представлено і в іншому варіанті в залежності від результатів розрахунку.

Для розподільної арматури $\varnothing 8A_I$ (А240С) (поз. 9) поєднання $s \times n$ приймається студентом в залежності від довжини фундаментної плити за завданням.

Сітка С6 вводиться в фундаментну плиту з метою посилення щілинного паза і приймається за кресленням додатка Г. При цьому відрізки I повинні бути скоректовані відповідно до висоти фундаментної плити за завданням. На кресленні як приклад приведена сітка С6 для ПФ-5.

Сітка С7 вводиться в фундаментну плиту з тією ж метою, що і С6.

При цьому відрізки I і II повинні бути скоректовані відповідно до висоти фундаментної плити за завданням. На кресленні як приклад приведена сітка С7 для ПФ-5.

Каркаси К1, К2, К3, К4, К5, К6, К7 наведені в додатку Г. Вони встановлюються в обох плитах збірної підпірної стіни. При цьому висота кожного каркаса залежить від його місця розташування в плиті і марки лицьовій або фундаментної плити. Керуючись цією вказівкою, студент визначає висоту каркаса з урахуванням товщини захисного шару $a = 25$ мм.

При необхідності установки поперечної арматури по розрахунку каркаси розміщуються з розрахунковим кроком на $\frac{1}{4}$ висоти або довжини плити, починаючи від розглянутого перерізу, причому число зрізів хомутів у формулі (44) приймається рівним $n = 100$ см.

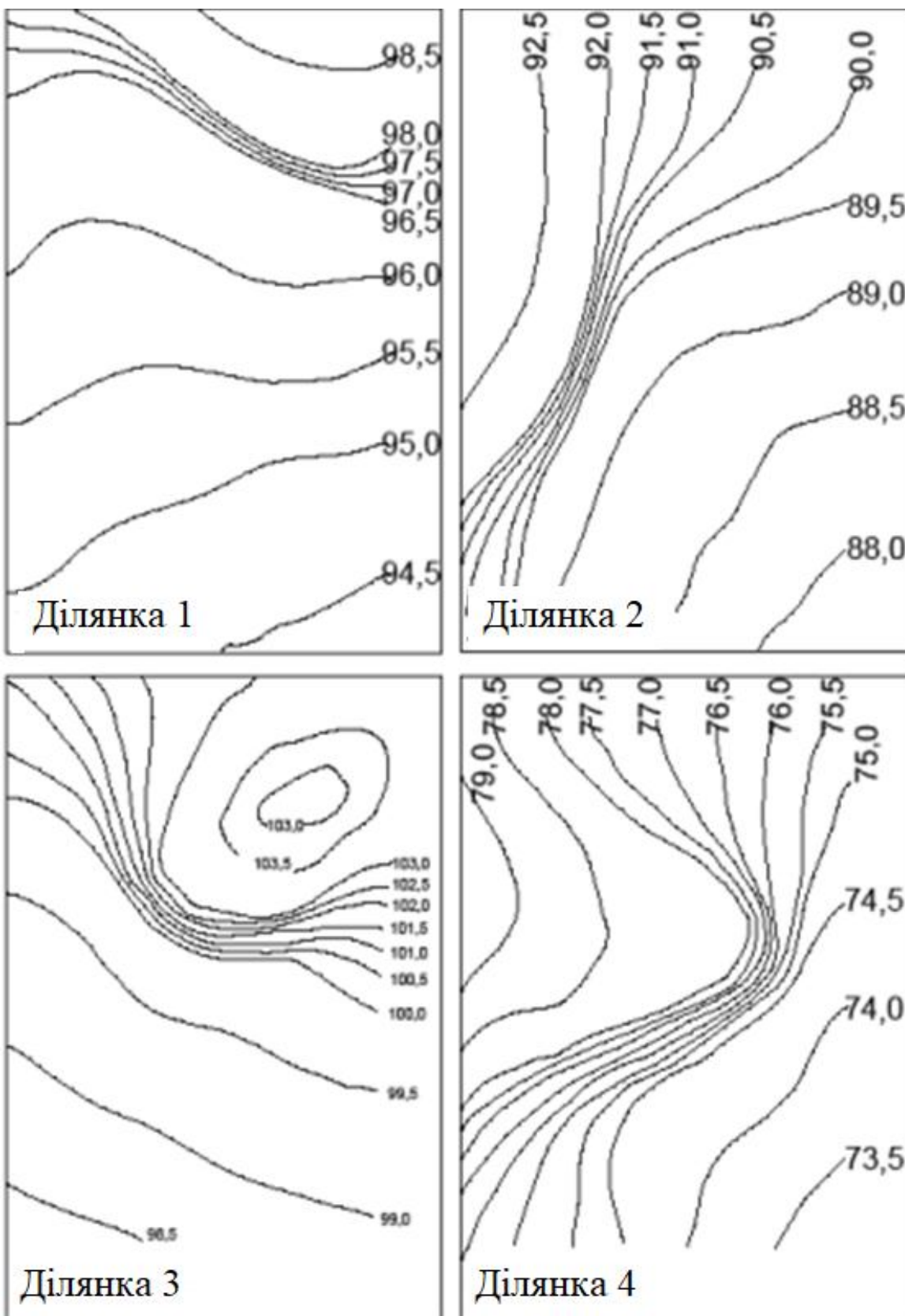
Петлі М1, М2, М3 показані в додатку Г. Висота петлі М3 визначається студентом в залежності від типу фундаментної плити, прийнятого за завданням.

У розрахунковій роботі необхідно помістити перелік технічних джерел, які знадобилися при підготовці розділів. Підбір спеціальної технічної літератури слід виконати на самому початку проектування.

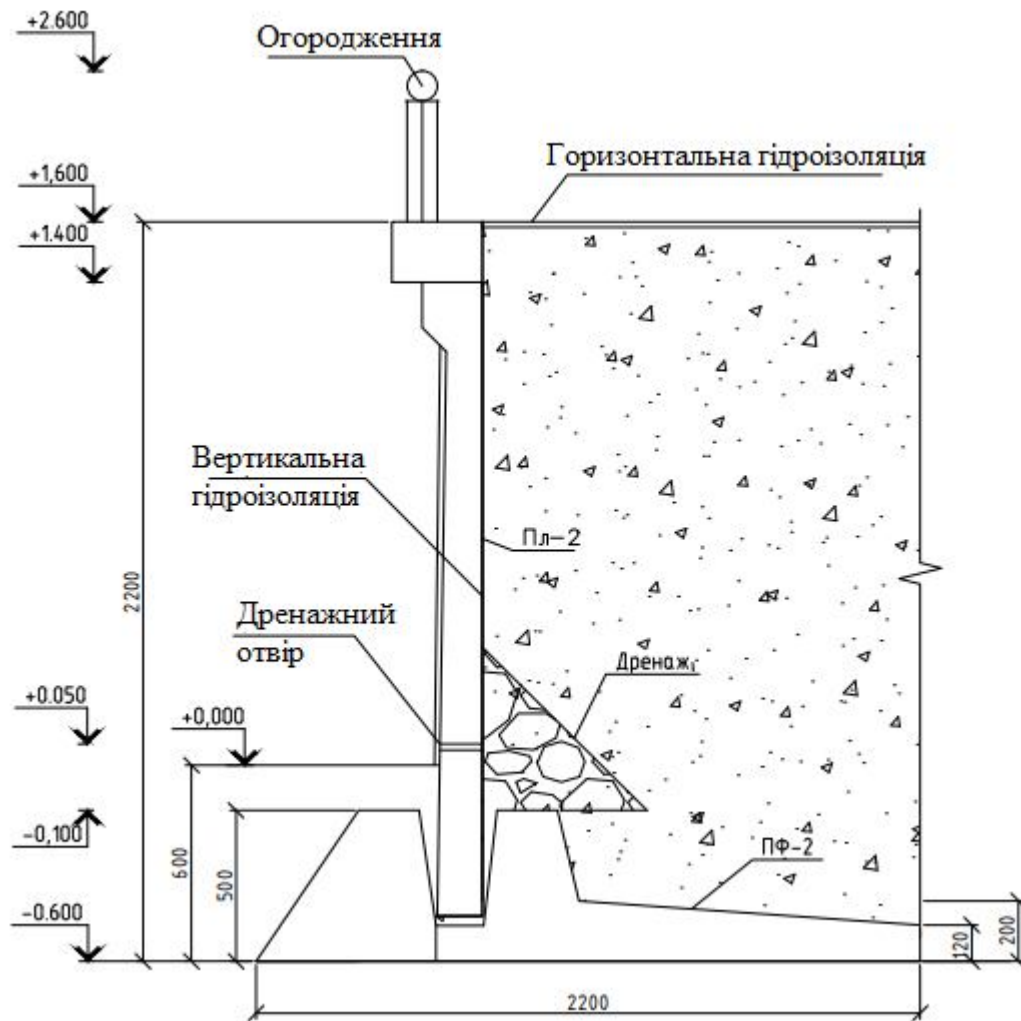
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства. – М. : Стройиздат, 1984. – 326 с.
2. Бондаренко В. М. Расчет строительных конструкций. Железобетонные и каменные конструкции / В. М. Бондаренко, А. И. Судницын. – М. : Высшая школа, 1984. –209 с.
3. Основания, фундаменты и подземные сооружения : Справочник проектировщика. – М. : Стройиздат, 1985. – 479 с.
4. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. –82 с.

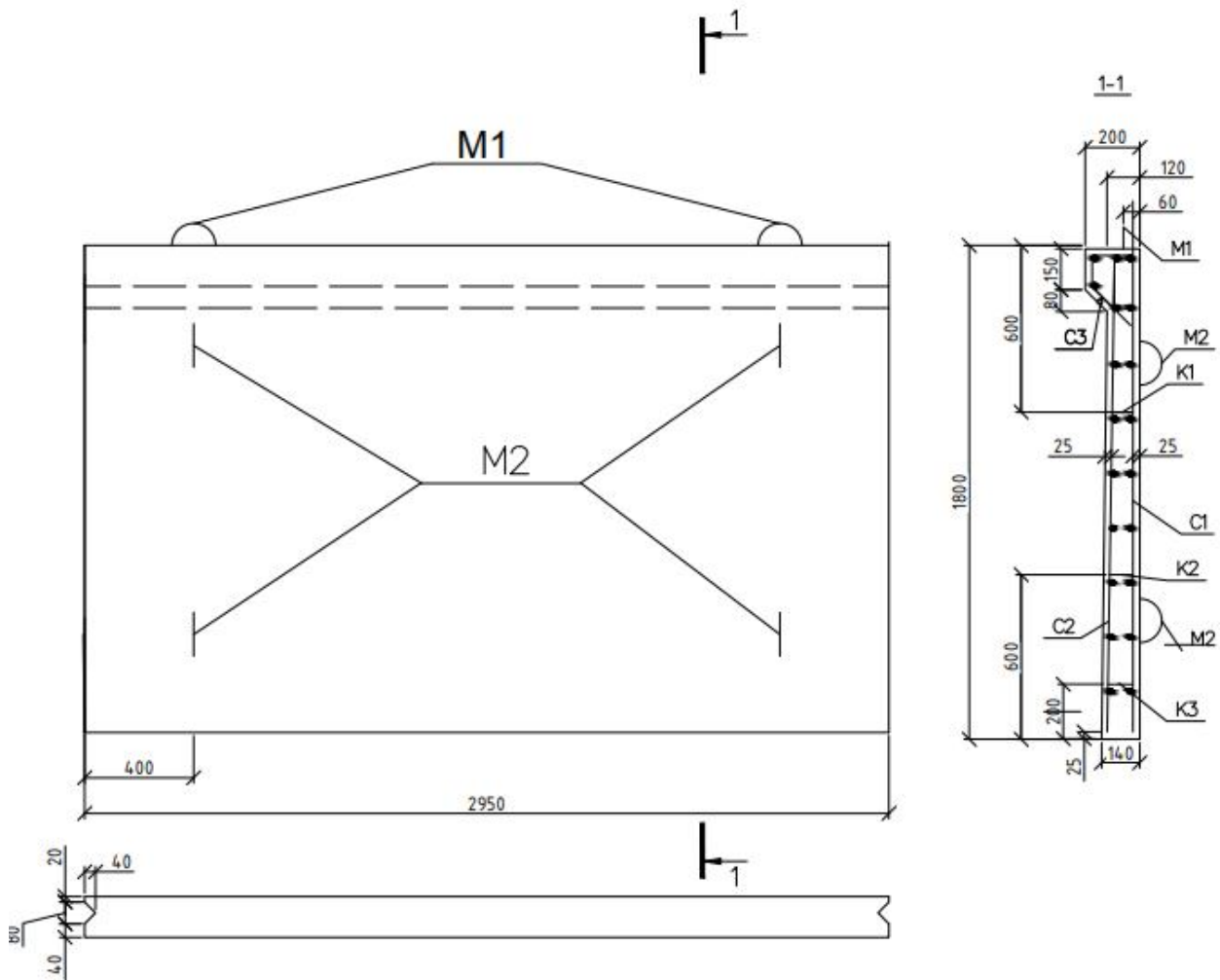
ДОДАТОК А
Топографічний план ділянок міської території
М 1:1000



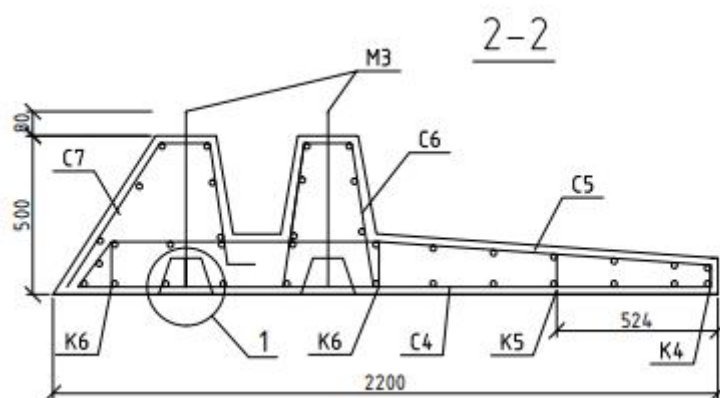
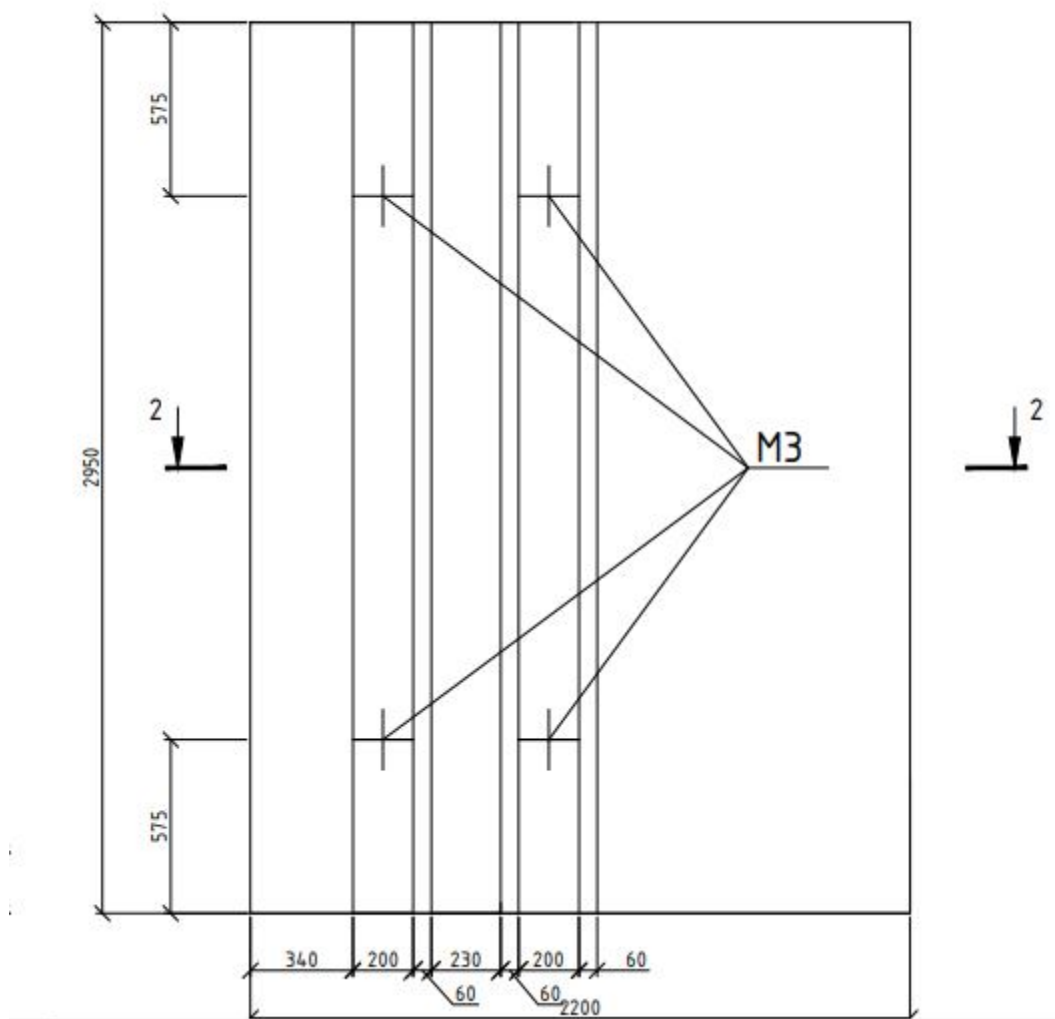
ДОДАТОК Б
Розріз підпірної стіни



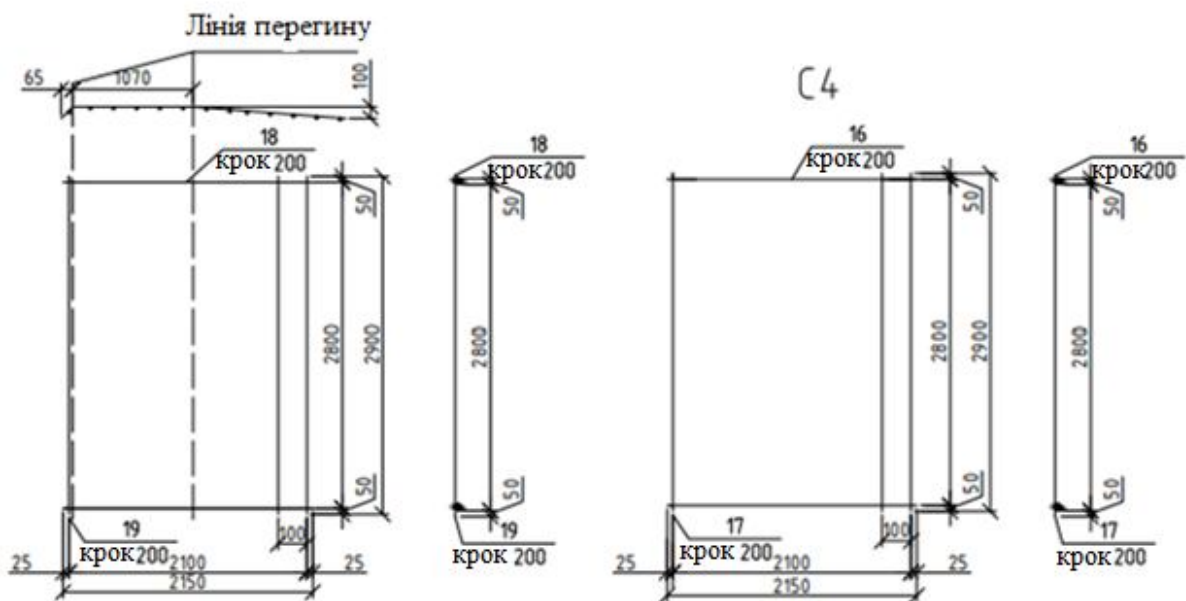
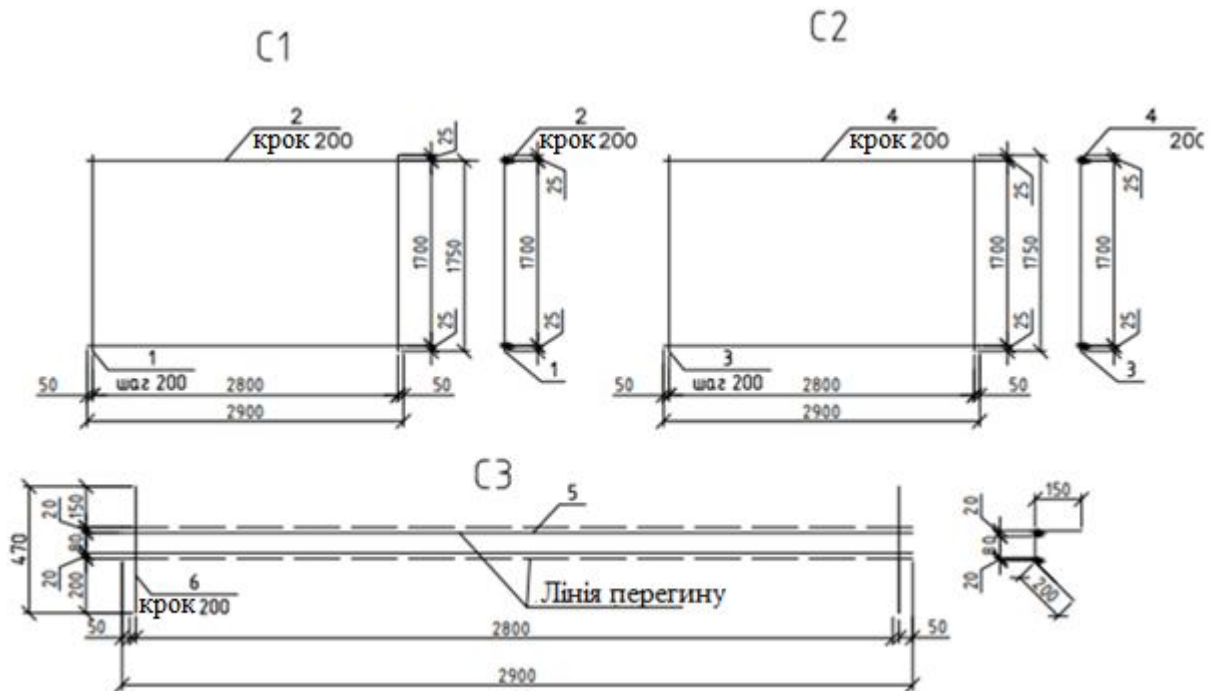
ДОДАТОК В
Опалубні креслення лицьовій і фундаментної плити



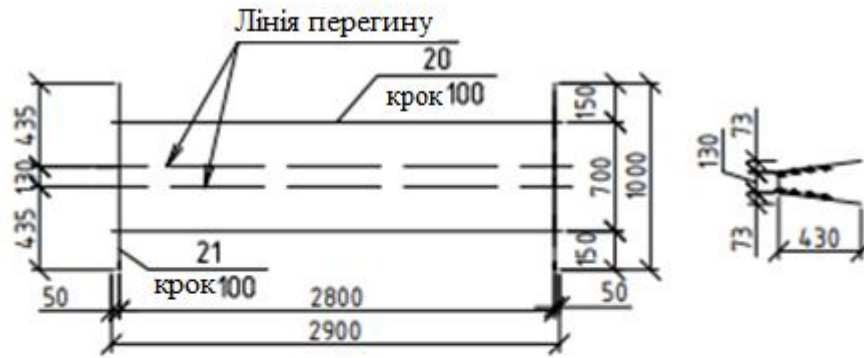
Плита фундаментна ПФ-2



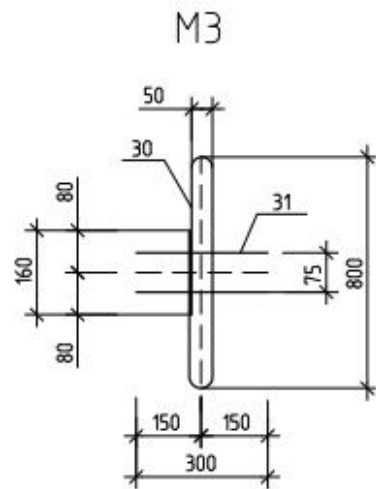
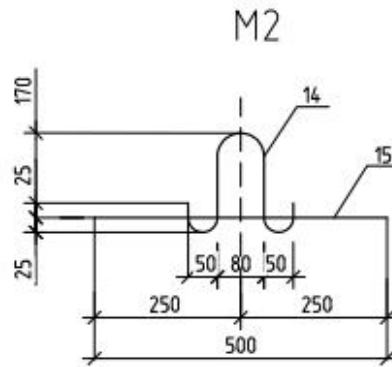
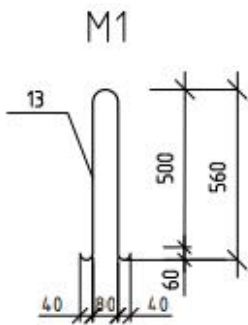
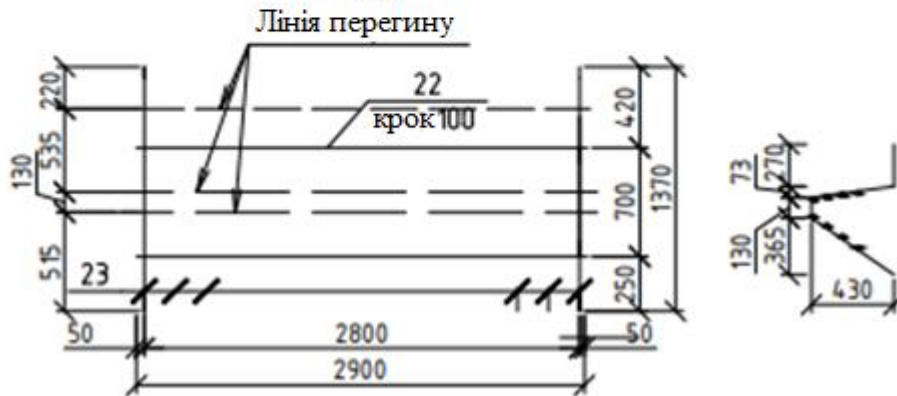
ДОДАТОК Г
Арматурні креслення лицьовій і фундаментної плити



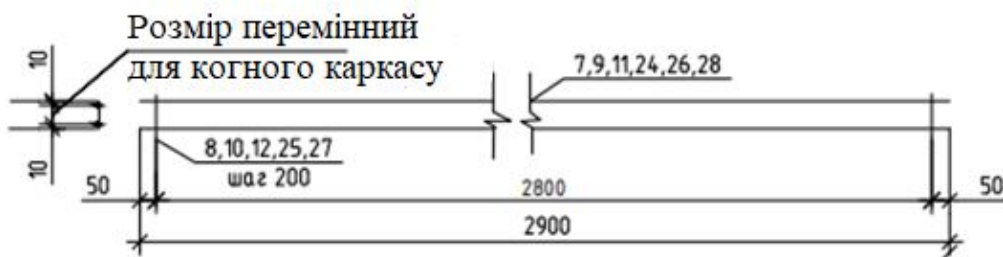
C 6



C 7



K1- K6



Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
для виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

«СПЕЦІАЛЬНІ ФУНДАМЕНТИ»

*(для студентів 4 (3-го прискореного) курсу
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,
освітня програма – Промислове та цивільне будівництво)*

Укладачі: **ЛЕВЕНКО** Ганна Михайлівна,
ГАВРИЛЮК Ольга Володимирівна

Відповідальний за випуск *Г. М. Левенко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Г. М. Левенко*

План 2020, поз. 387М.

Підп. до друку 02.02.2021. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,2.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.