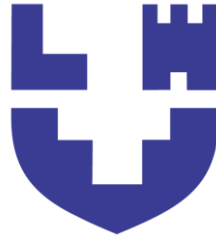


Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет



Основи та фундаменти

Методичні вказівки до виконання курсового проєкту для
здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої
програми «Будівництво та цивільна інженерія»
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

**УДК 625.712 (07)
О13**

До друку
Голова вченої ради
факультету архітектури, будівництва та дизайну _____ О. АНДРІЙЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій
ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Н. ПОЛЩУК

Затверджено вченою радою факультету архітектури,
будівництва та дизайну ЛНТУ, протокол № ___ від «__» _____ 2026 р.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри будівництва
та цивільної інженерії ЛНТУ, протокол № ___ від «__» _____ 2026 р.

Завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії _____ О. УЖЕГОВА

Укладач: _____ І. ПАРФЕНТЬЄВА, к.т.н., доцент кафедри БЦІ ЛНТУ

Рецензент: _____ О. УЖЕГОВА, к.т.н., доцент кафедри БЦІ ЛНТУ

Відповідальна
за випуск: _____ О. УЖЕГОВА, к.т.н., доцент, завідувач кафедри
будівництва та цивільної інженерії ЛНТУ

О 13 **Основи та фундаменти** [Текст]: Методичні вказівки до виконання курсового проекту для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання/ уклад. І. О. Парфентьєва. – Луцьк: ЛНТУ, 2026– 52 с.

Видання містить вказівки до виконання курсового проекту, довідковий матеріал, необхідний для розрахунків та приклади оформлення елементів графічної частини курсового проекту.

Призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань денної та заочної форм навчання.

З М І С Т

Вступ.....	4
Об'єм і зміст курсового проєкту.....	4
Вказівки до виконання курсового проєкту	
1 Загальні відомості.....	5
2 Інженерно-геологічні умови.....	6
3 Проєктування фундаментів мілкового закладання.....	8
4 Проєктування пальового фундаменту.....	22
5 Загальні відомості проєктування котлованів та рекомендації щодо виробництва робіт.....	37
Рекомендована література.....	39
Додатки	41

ВСТУП

Дисципліна «Основи та фундаменти» є однією з основних будівельних дисциплін, метою якої є вивчення питань проектування, влаштування фундаментів та їх основ для різних споруд, які влаштовують в різних гідрогеологічних та геологічних умовах.

Курсовий проєкт виконується студентами з метою одержання знань щодо проектування збірних фундаментів мілкового закладання та пальових фундаментів.

ОБ'ЄМ І ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Вихідні дані, зведені у завдання (додаток), видаються викладачем. Решта показників, характеристик знаходяться за додатками, результатами натурних спостережень, нормативною, довідковою та ін. літературою.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна складатися з таких розділів: загальні відомості; інженерно-геологічні умови; проектування фундаментів мілкового закладання; проектування пальового фундаменту; загальні відомості проектування котлованів та рекомендації щодо виробництва робіт.

Графічна частина. На перший лист креслення формату А2 (можна скомпонувати креслення на форматі А3) необхідно винести: схему розташування фундаментів та фундаментних балок з прив'язкою до основних розбивочних осей; креслення конструкцій середнього та крайнього стовпчастого фундаменту з відповідними розрізами; за стрічковим фундаментом – розріз; специфікацію до схем розташування фундаментів та фундаментних балок.

На другий лист креслення формату А2 (можна скомпонувати креслення на форматі А3) необхідно винести: схему розташування паль та ростверків; креслення конструкцій середнього ростверку з відповідним розрізом; розріз за стрічковим ростверком; специфікацію до схем розташування паль.

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У загальних відомостях необхідно вказати основні дані стосовно об'єкта будівництва та майданчика будівництва, а саме:

1. Місце будівництва – _____

2. Об'єкт будівництва – _____

3. Конструктивні особливості споруди:

– промислова одноповерхова споруда з повним залізобетонним каркасом,

– висота до низу несучих конструкцій, – _____ м;

– розмір колон: середній ряд _____ см, крайній ряд _____ см,

– продольні стіни – навісні панелі тов.300мм,

– торцеві стіни з цегли тов. _____ мм.,

– фундаменти:

I-й варіант – монолітні з.б. стовпчасті фундаменти під колони каркасу, стрічкові фундаменти під торцеві стіни з бетонних блоків;

II-й варіант – пальові фундаменти.

4. Клас відповідальності – III

5. Площа забудови – _____ м²;

6. Абс. відмітка поверхні землі – _____ ;

7. Абс. планувальна відмітка поверхні землі – _____ ;

8. Відмітка першого поверху (0.000, абс.відмітка) – _____ ;

9. Нормативна глибина промерзання – 90см;

10. Сніговий район – _____ ;

11. Вітровий район – _____ ;

12. Гранично допустиме максимальне осідання основи $[s]_{\text{г}}$ = 8см;

13. Гранично допустима відносна різниця осідання, д.о. – 0,002

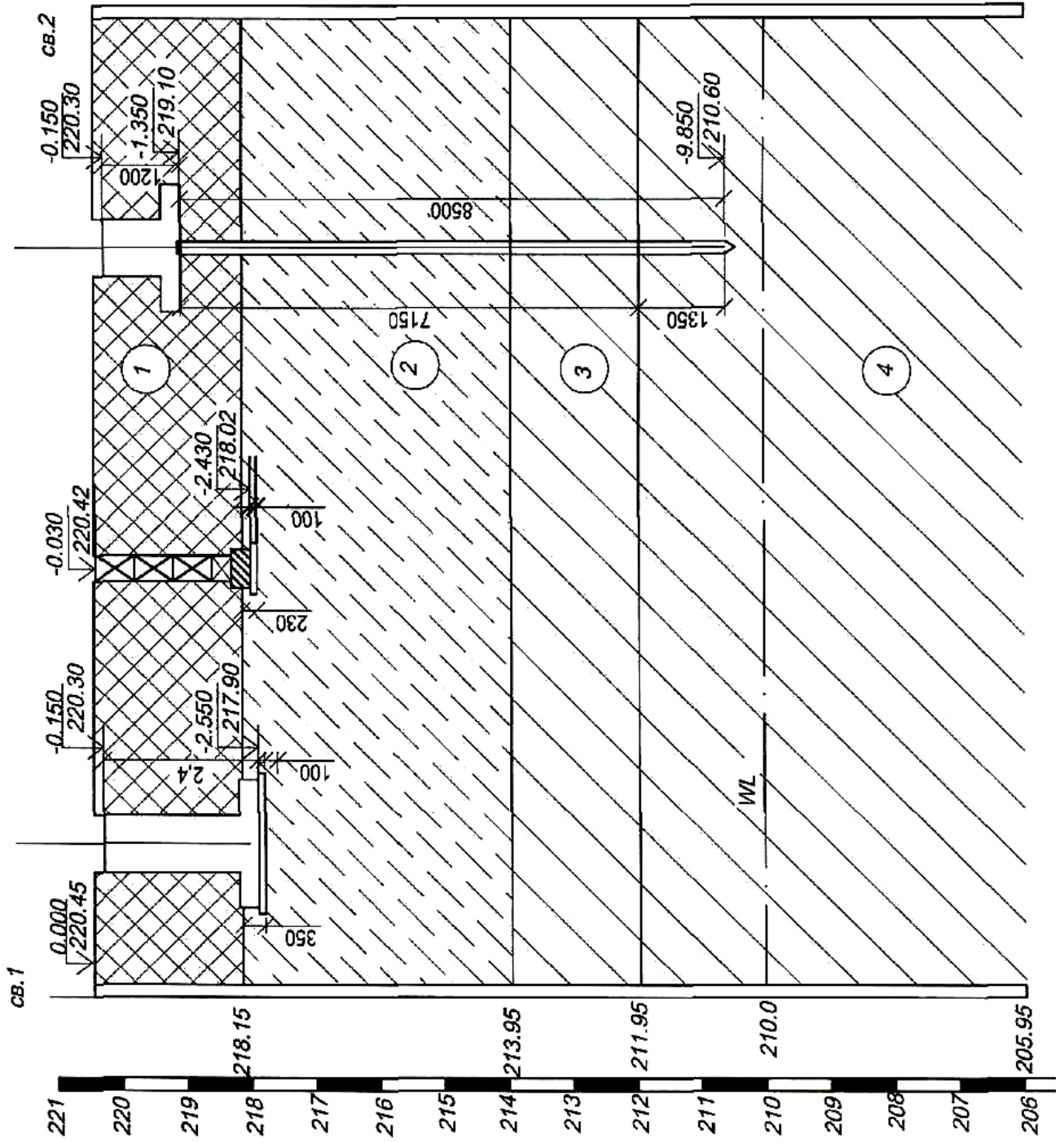
14. Гранично допустимий нахил ,д.о. – -.

2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ

2 Інженерно-геологічні умови																
2.1 Зведена інженерно-геологічна колонка з таблицю нормативних і розрахункових значень показників властивостей ґрунтів																
Літологічний розріз і номер інженерно-геологічного елементу	Інженерно-геологічні елементи - ІЕГ	Класифікація і нормативні значення (Хп)								Розрахункі значення (Х)						
		Вологість природна	Число пластичності	Показник текучості	Щільність т/м ³	коэф. пористості	степінь вологості	Модуль деформації МПа	Питома вага, кН/м ³	Питома зчеплення кН/м ²	Кут внутріш. тертя, град.	φ	φ	φ		
		W	Ip	I _L	p	e	S	E	q	q _I	c _I	c _{II}	φ	φ	φ	
①	ґрунт насипний				1,78											
②	Супісок твердий	0,14	0,06	0,83	1,73	0,77	0,49	11,5	17	16,9	4	3	21	19		
③	Суглинок текучепластичний	0,28	0,09	1,0	1,97	0,76	1,00	12	19,5	19,4	20	18	18	17		
④	Суглинок пластичний	0,23	0,07	0,57	1,97	0,69	0,9	14	19,5	19,4	12	10	23	20		

Приклад

2.2 Інженерно-геологічний розріз з умовним позначенням інженерно-геологічних елементів



Приклад

3. ПРОЄКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

3.1. Вибір глибини занурення фундаментів

Глибина занурення фундаментів мілкового закладання залежить від кліматичних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних, конструктивних та інших факторів і приймається за результатами техніко-економічних порівнянь варіантів.

Розрахункова глибина сезонного промерзання становить – ____

Прийнята глибина занурення стовпчастого фундаменту $d = \text{_____}$ м і залежить (вказати фактор вибору) від інженерно-геологічних умов площадки будівництва.

Прийнята глибина занурення стрічкового фундаменту $d = \text{_____}$ м і залежить (вказати фактор вибору) від інженерно-геологічних умов площадки будівництва.

3.2. Розрахункові навантаження на фундамент

Для стовпчастих фундаментів навантаження заносяться в табл.1. Для першого граничного стану значення $N_{0/}$, $M_{y/}$, $T_{y/}$ вибираються згідно з завданням. Для визначення навантаження для другого граничного стану значення $N_{0/}$, $M_{y/}$, $T_{y/}$ потрібно розділити на коефіцієнт 1.15.

Таблиця 1

Ряд колон	Розрахункові навантаження для граничних станів					
	другого			першого (згідно завданню)		
	$N_{0//}$,кН	$M_{y//}$,кН·м	$T_{y//}$,кН	$N_{0/}$,кН	$M_{y/}$,кН·м	$T_{y/}$,кН
Крайній						
Середній						

Вісь x співпадає з буквеною віссю, а вісь y з цифровою віссю.

Навантаження для стрічкового фундаменту визначається на один метр погонний фундаменту за формулами відповідно для першого та другого граничних станів.

$$q_{\perp} = h \cdot a \cdot 18 \cdot 1,1, \text{ (кПа)} \quad q_{\perp} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$q_{\parallel} = h \cdot a \cdot 18 \text{ (кПа)} \quad q_{\parallel} = \underline{\hspace{10cm}}$$

де h – висота до низу несучих конструкцій плюс 3м;

a – товщина торцевої стіни, м;

18 – питома вага цегли, кН/м³;

3.3. Розрахунок площі підшви фундаменту

Визначаємо розміри підшви стовпчастого фундаменту окремо під середні та крайні колони.

Фундамент Фм1

Навантаження на обрізі фундаменту (середня колона) згідно з табл.1:

$N_{0\parallel}$, кН _____ – вертикальне розрахункове навантаження для II групи граничного стану на обрізі фундаменту;

$M_{y\parallel}$, кН·м _____ – момент відносно головних осей інерції для II групи граничного стану на обрізі фундаменту.

Фундамент розглядаємо як центрально навантажений.

Площа підшви стовпчастого фундаменту A_{ϕ} визначається за формулою:

$$A_{\phi} = \frac{N_{0\parallel}}{R - \gamma_{m\parallel} d},$$

де $N_{0\parallel}$ – вертикальне розрахункове навантаження для II групи граничного стану на обрізі фундаменту, кН;

$\gamma_{m//}$ – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту і матеріалу фундаменту, кН/м³ (приймається: за наявності підвалу 17 кН/м³, при відсутності підвалу – 20 кН/м³);

d – глибина закладання фундаменту, рахуючи від відмітки планування, м;

R , кПа – розрахунковий опір ґрунту визначається за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{//} + M_q d_j \gamma'_{//} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right],$$

де γ_{c1}, γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи згідно табл. Е7 ДБН В.2.1-10-2009 “Основи та фундаменти споруд” (додаток)

$k = 1$ (вважаємо, що характеристики властивостей ґрунтів прийняті дослідним шляхом);

$k_z = 1$ – коефіцієнт при $b < 10$ м;

b – ширина подошви фундаменту, м;

$d_b = 0$ – при відсутності підвалу;

$d_j = d = \underline{\hspace{2cm}}$ – глибина закладання фундаменту рахуючи від відмітки планування, м;

M_{γ}, M_q, M_c – коефіцієнти, що визначаються за табл. Е8 ДБН В.2.1-10-2009 “Основи та фундаменти споруд” (додаток) і залежать від кута внутрішнього тертя φ ґрунту основи.

$\gamma_{//}$ – розрахункову значення питомої ваги ґрунту, що залягає нижче подошви фундаменту, кН/м³;

$\gamma'_{//}$ – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту, що залягає вище подошви фундаменту, кН/м³ (питома вага ґрунту засипки, приймають $\gamma'_{//} = 17$ кН/м³);

$c_{//}$ – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту нижче подошви фундаменту, кПа;

Основою фундаменту буде служити ґрунт _____ з такими фізико-механічними характеристиками:

$$\gamma_{//} = \text{___ кН/м}^3, \varphi_{//} = \text{___}^\circ, c_{//} = \text{___ кПа (вибрати за завдання)}.$$

$$\text{Згідно додатку 1 приймаємо: } \gamma_{c1} = \text{___}; \gamma_{c2} = \text{___}.$$

$$\text{Згідно додатку 2 приймаємо: } M_\gamma = \text{___}; M_q = \text{___}; M_c = \text{___}.$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для фундаменту шириною $b = 1$ м:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_\gamma k_z b \gamma_{//} + M_q d' \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right] =$$

Одержане значення розрахункового опору ґрунту підставляємо у формулу для визначення площі підшви стовпчастого фундаменту:

$$A_\phi = \frac{N_{o//}}{R - \gamma_{m//} d} = \text{_____}$$

Отримане значення площі підшви збільшуємо на 20% (можна більше) в залежності від ексцентриситету зовнішніх сил:

$$A'_\phi = A_\phi \cdot 1,2 = \text{_____}$$

Розмір фундаменту встановлюємо:

- у випадку квадратної підшви $b = \sqrt{A'_\phi}$;

- у випадку прямокутної підшви $b = \sqrt{\frac{A'_\phi}{\eta}}$,

де η – коефіцієнт співвідношення більшої сторони l до ширини b (приймається 1,1...2).

Знайдені розміри підшви заокруглюємо з урахуванням прийнятої модульності й уніфікації елементів конструкцій.

$$\text{Приймаємо розмір підшви фундаменту } b = \text{___}, l = \text{___}.$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для фундаменту Фм1 з прийнятою шириною $b = \underline{\hspace{2cm}}$:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{//} + M_q d_{//} \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right] = .$$

Проводимо перевірку виконання таких умов:

- середній тиск під подошвою фундаменту $p_{//} \leq R$,

$$p_{//} = \frac{N_{0//}}{\ell \times b} + \gamma_{m//} d = \underline{\hspace{10cm}}$$

- максимальний крайовий тиск під подошвою фундаменту $p_{//\max} \leq 1,2R$,

$$p_{//\max} = \frac{N_{0//}}{\ell \times b} + \gamma_{m//} d + \frac{6M_{y//}}{b \times \ell^2} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Якщо умови не виконуються, то збільшуємо розміри подошви фундаменту b та l знову визначаємо розрахунковий опір ґрунту для прийнятої ширини b та перевіряємо виконання умов: $p_{//} \leq R$; $p_{//\max} \leq 1,2R$.

Фундамент Фм2

Навантаження на обрізі фундаменту (крайня колона) згідно з табл.1:

$N_{0//}$, кН $\underline{\hspace{2cm}}$ – вертикальне розрахункове навантаження для II групи граничного стану на обрізі фундаменту;

$M_{y//}$, кН·м $\underline{\hspace{2cm}}$ – момент відносно головних осей інерції для II групи граничного стану на обрізі фундаменту.

Фундамент розглядаємо як центрально навантажений.

Площу подошви стовпчастого фундаменту A_{ϕ} визначаємо при значенні розрахункового опору ґрунту для ширини фундаменту шириною $b=1\text{м}$ за формулою:

$$A_{\phi} = \frac{N_{0//}}{R - \gamma_{m//} d} = \underline{\hspace{10cm}}$$

де $N_{0//}$ – вертикальне розрахункове навантаження для II групи граничного стану на обрізі фундаменту, кН;

$\gamma_{m//}$ – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту і матеріалу фундаменту, кН/м³ (приймається: за наявності підвалу 17 кН/м³, за відсутності підвалу – 20 кН/м³);

d – глибина закладання фундаменту, рахуючи від відмітки планування, м;

R – розрахунковий опір ґрунту, кПа .

Отримане значення площі подошви збільшуємо на 20% (можна більше) в залежності від ексцентриситету зовнішніх сил:

$$A'_{\phi} = A_{\phi} \cdot 1,2 = \underline{\hspace{10cm}}$$

Розмір фундаменту встановлюємо:

- у випадку квадратної подошви $b = \sqrt{A'_{\phi}}$;

- у випадку прямокутної подошви $b = \sqrt{\frac{A'_{\phi}}{\eta}}$,

де η – коефіцієнт співвідношення більшої сторони l до ширини b (приймається 1,1...2).

Знайдені розміри подошви заокруглюємо з урахуванням прийнятої модульності й уніфікації елементів конструкцій.

Приймаємо розмір подошви фундаменту $b = \underline{\hspace{2cm}}$, $l = \underline{\hspace{2cm}}$.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для фундаменту Фм1 з прийнятою шириною $b = \underline{\hspace{2cm}}$:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{//} + M_q d / \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right] = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Проводимо перевірку виконання таких умов:

- середній тиск під подошвою фундаменту $p_{//} \leq R$,

$$p_{//} = \frac{N_{0//}}{\ell \times b} + \gamma_{m//} d = \underline{\hspace{10cm}}$$

- максимальний крайовий тиск під подошвою фундаменту $p_{//\max} \leq 1,2R$,

$$p_{//\max} = \frac{N_{0//}}{\ell \times b} + \gamma_{m//} d + \frac{6M_{y//}}{b \times \ell^2} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Якщо умови не виконуються, то збільшуємо розміри подошви фундаменту b та ℓ знову визначаємо розрахунковий опір ґрунту для прийнятої ширини b та перевіряємо виконання умов: $p_{//} \leq R$; $p_{//\max} \leq 1,2R$.

3.4. Розрахунок стрічкового фундаменту

Навантаження на один метр стрічкового фундаменту $q_{//} = \underline{\hspace{2cm}}$ кПа

Фундамент розглядаємо як центрально навантажений

Ширина стрічкового фундаменту b визначається за формулою:

$$b = \frac{q_{//}}{R - \gamma_{m//} d},$$

де $q_{//}$ – навантаження на один метр погонний стрічкового фундаменту , кПа;

$\gamma_{m//}$ – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту і матеріалу фундаменту, кН/м³ (приймається: за наявності підвалу 17 кН/м³, при відсутності підвалу – 20 кН/м³);

d – глибина закладання фундаменту, рахуючи від відмітки планування, м;

R , кПа – розрахунковий опір ґрунту визначається за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{//} + M_q d \gamma'_{//} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right],$$

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{//} + M_q d / \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right] =$$

Одержане значення розрахункового опору ґрунту підставляємо у формулу для визначення ширини стрічкового фундаменту :

$$b = \frac{q_{//}}{R - \gamma_{m//} d} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Приймаємо ширину стрічкового фундамент $b = \underline{\hspace{2cm}}$.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту для стрічкового фундаменту з прийнятою шириною $b = \underline{\hspace{2cm}}$:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{//} + M_q d / \gamma'_{//} + M_c c_{//} \right] =$$

.Проводимо перевірку умови:

- середній тиск під подошвою фундаменту $p_{//} \leq R$,

$$p_{//} = \frac{q_{//} + N_{f//} + N_{s//}}{l},$$

де $N_{f//}$ – вага фундаменту, кН;

$$N_{f//} = \gamma_{з.б.} \cdot b \cdot h \cdot l + \gamma_{б.б.} \cdot b_{б.б.} \cdot h_{б.б.} \cdot l_{б.б.} =$$

де $\gamma_{з.б.}$ – питома вага залізобетону $\gamma_{з.б.} = 25 \text{ кН/м}^3$;

b, h, l – ширина, висота та довжина подошви стрічкового фундаменту відповідно, м;

$\gamma_{б.б.}$ – питома вага залізобетону $\gamma_{б.б.} = 24 \text{ кН/м}^3$;

$b_{б.б.}, h_{б.б.}, l_{б.б.}$ – ширина, висота та довжина бетонних блоків стрічкового фундаменту відповідно;

$N_{s//}$ – вага ґрунту на обрізах, кН.

$$N_{s//} = \gamma'_{//} \cdot b_s \cdot h_s \cdot l_s = \underline{\hspace{15em}}$$

де $\gamma'_{//}$ – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту, що залягає вище підшви фундаменту, кН/м³ (питома вага ґрунту засипки, приймають $\gamma'_{//} = 17$ кН/м³);

$b_s \cdot h_s \cdot l_s$ – ширина, висота та довжина ґрунту засипки на уступах стрічкового фундаменту відповідно ($b_s = b - b_{б.б.}$);

Одержані значення підставляємо у формулу:

$$p_{//} = \frac{q_{//} + N_{f//} + N_{s//}}{l} = \underline{\hspace{15em}}.$$

Якщо умова не виконуються, то збільшуємо розміри ширини стрічкового фундаменту b та знову визначаємо розрахунковий опір ґрунту для прийнятої ширини b і перевіряємо виконання умови: $p_{//} \leq R$.

3.5. Розрахунок осідання фундаментів

Розрахунок осідання основи фундаменту виконується за методом пошарового підсумовування. Цей метод може використовуватись в будь-яких інженерно-геологічних умовах майданчика будівництва незалежно від розмірів підшви фундаментів.

Розрахунок проводимо для найбільш навантаженого фундаменту в такій послідовності:

1. Середній тиск на підшву фундаменту:

для стовпчастого
$$p = \frac{N_{//} + \gamma_m db\ell}{b\ell};$$

для стрічкового
$$p = \frac{q_{//} + \gamma_m db}{b},$$

де $q_{//}$ та $N_{//}$, – зовнішні навантаження на рівні обрізу стрічкового та стовпчастого фундаментів;

d – глибина занурення фундаменту;

b та l – ширина та довжина підшви фундаменту;

γ_m – середньозважене значення питомої ваги тіла фундаменту та ґрунту на його уступах, дорівнює 20 кН/м^3 .

Вибираємо найбільш навантажений фундамент і визначаємо середній тиск на його підшви

$$p = \underline{\hspace{15cm}}$$

2. Вертикальні природні напруження на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zq0} = \gamma' \cdot d,$$

де γ' – середньозважене значення питомої ваги ґрунту в межах глибини занурення підшви фундаменту;

d – глибина закладання підшви фундаменту.

$$\sigma_{zq0} = \gamma' \cdot d = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \dots = \underline{\hspace{15cm}}$$

3. Додатковий середній тиск по підшві фундаменту:

$$p_0 = \sigma_{zp0} = p - \sigma_{zq0} = \underline{\hspace{15cm}}.$$

4. Визначаємо шаг характерних точок по глибині від підшви фундаменту:

$$z = \frac{\xi \cdot b}{2},$$

де ξ – коефіцієнт, що приймають рівним $0.4 \dots 0.8$,

b – ширина подошви фундаменту.

5. Додатковий середній тиск під центром фундаменту в характерних точках по глибині:

$$\sigma_{zpi} = \alpha \cdot p_0, \text{ де } \alpha = f\left(\xi = \frac{2 \cdot z}{b}; \eta = \frac{\ell}{b}\right) \text{ (додаток),}$$

а також природні напруження: $\sigma_{zqi} = \sum \gamma_{//i} \cdot h_i$

Примітка: якщо між характерними точками попадає границя між двома ПГЕ, то на границі слід ввести додаткову характерну точку.

6. Характерні точки розбиваємо за глибиною до виконання умови:

$$\text{при } E_i > 5 \text{ Мпа,} \quad \sigma_{zpi} \leq 0.2 \sigma_{zqi};$$

$$\text{при } E_i \leq 5 \text{ Мпа,} \quad \sigma_{zpi} \leq 0.1 \sigma_{zqi}.$$

7. Середнє значення додаткового середнього тиску в межах i -го елементарного шару ґрунту:

$$\sigma_{zpmi} = \frac{\sigma_{zp}^{i} + \sigma_{zp}^{i-1}}{2}.$$

8. Одержані дані заносимо в табл. 2.

Таблиця 2

n	z	$\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$	α	$\sigma_{zqi} = \sum \gamma_{//i} \cdot h_i$	$\sigma_{zpi} = \alpha \cdot p_0$	$\sigma_{zpmi} = \frac{\sigma_{zp}^{i} + \sigma_{zp}^{i-1}}{2}$
0						
1						
2						
3						
...						
...						

9. Осідання основи фундаменту: Осідання i -го елементарного шару ґрунту:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zpmi}}{E_i},$$

де S_i – осідання i -го елементарного шару ґрунту в межах стисливої товщі ґрунту H_c ;

β – коефіцієнт, що враховує наявність горизонтальних деформацій в ґрунтовому масиві, дорівнює 0.8;

$h_i = z_i - z_{i-1}$ – товщина i -го елементарного шару ґрунту;

E_i – модуль деформації i -го елементарного шару ґрунту;

n – кількість елементарних шарів ґрунту.

Визначаємо осідання основи за формулою:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zpmi}}{E_i} = \underline{\hspace{15em}}$$

Осідання основи $S < [S]_u = 8$ см.

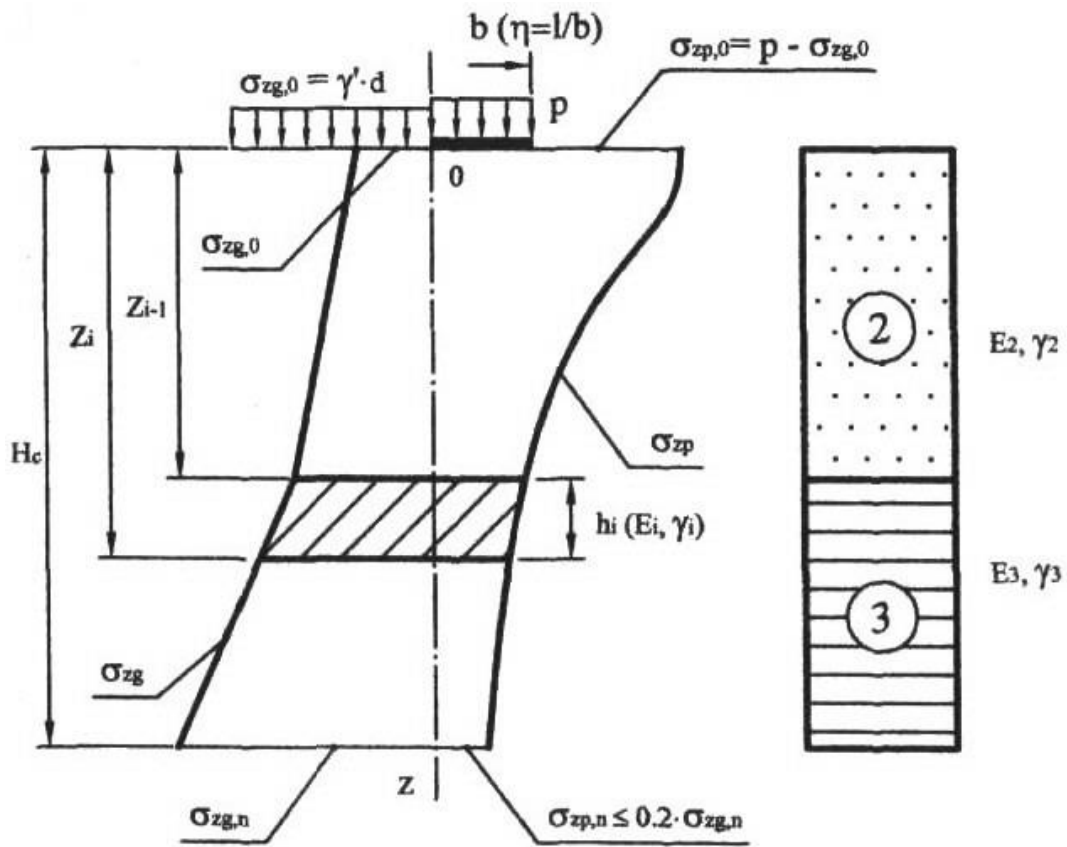
Примітка: якщо умова не виконується, то фундаментна плита підібрана невірно і її розміри потрібно збільшити, та перевірити осадку.

10. Стислива товща ґрунтів:

$$H_c = h_i \cdot n = \underline{\hspace{15em}},$$

n – кількість шарів за глибиною до виконання однієї з умов ($\sigma_{zpi} \leq 0.2\sigma_{zqi}$ або $\sigma_{zpi} \leq 0.1\sigma_{zqi}$).

11. За результатами обчислень зображуємо епюри розподілу додаткового середнього тиску (σ_{zpi}) під центром фундаменту та природних напружень (σ_{zqi}) в характерних точках по глибині в межах стисливої товщі (рис. 2).



приклад

Рис. 2. Епюри розподілу додаткового середнього тиску під центром фундаменту та природних напружень в характерних точках за глибиною в межах стисливої товщі.

4. ПРОЄКТУВАННЯ ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

4.1. Вибір глибини занурення ростверків

Глибина занурення ростверків пальових фундаментів залежить від кліматичних, гідрогеологічних, конструктивних та інших факторів.

Приймаємо глибину занурення ростверку від відмітки планування за конструктивним фактором:

- для фундаменту під колони: $d_g = 0,150 + 1,2 = 1,35$ (м);
- для стрічкового ростверку $d_g = 0,03 + 1,2 = 1,23$ (м).

4.2 Розрахунок несучої здатності паль

При проектуванні палевого фундаменту використовуємо залізобетонні забивні палі. Згідно з ДСТУ Б В.2.6-65:2008 „Палі залізобетонні. Технічні умови” з табл. 1 «Марки і номінальні розміри паль типу ПН (ПН – цільні, суцільного квадратного перерізу з поперечним армуванням стовбура, з напруженою арматурою) приймаємо палі – тип ПН січення палі _____ мм.

Визначаємо:

площа поперечного січення $A = \underline{\hspace{2cm}}$, м².

Периметр поперечного січення $u = \underline{\hspace{2cm}}$, м.

Довжина палі L визначається за формулою:

$$L = \Delta_z + \sum h_{qi} + h_z, \text{ м,}$$

де $\Delta_z = (0,45 + 0,05)$ м - величина заробки палі у ростверк;

$\sum h_{qi}$ – висота прорізаємих палью шарів ґрунту;

h_z – занурення палі в несучий шар ґрунту (мінімальна глибина занурення становить: 0.5 м – для великоуламкових ґрунтів, пісків гравіюватих, крупних та

середньої крупності, а також глинистих ґрунтів з показником текучості $I_L \leq 0.1$; в інші нескельні ґрунти – 1 м).

Несучий шар ґрунту _____.

Враховуючи інженерно-геологічні умови площадки будівництва визначаємо довжину палі:

$$L = \Delta_z + \sum h_{qi} + h_z = \underline{\hspace{15em}}$$

Враховуючі конструктивні ознаки довжину палі L, приймаємо – _____ м.

Глибина занурення нижнього кінця палі від природного рівня ґрунту визначається за формулою:

$$d_c = d_g + \sum h_{qi} + h_z,$$

де d_g – глибина занурення ростверку;

h_z – занурення палі в несучий шар ґрунту враховуючи прийнятну довжину палі.

$$d_c = d_g + \sum h_{qi} + h_z = \underline{\hspace{15em}}$$

Несуча здатність висячої палі на вдавлюючі навантаження по ґрунту визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c \left[\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i \right], \text{ кН}$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, приймається рівним $\gamma_c = 1$;

$\gamma_{cR} = 1, \gamma_{cf} = 1$ – коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем палі та на бічній поверхні приймається згідно з ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Зміна №1 (Пальові фундаменти);

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі приймається згідно ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Зміна №1 (Пальові фундаменти) (додаток), кПа;

A – площа поперечного січення палі, м²;

u – периметр поперечного січення палі, м;

f_i – розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на бічній поверхні палі визначається згідно ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Зміна №1 (Пальові фундаменти), (додаток), кПа;

h_i – товщина i -го шару ґрунту (не більше 2 м), який дотикаються до бічної поверхні палі, м.

Примітка. Схема для розрахунку несучої здатності палі представлена на рис. 3.

Згідно додатку приймаємо $R =$ _____, та визначаємо несучу здатність F_d :

$$F_d = \gamma_c \left[\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i \right] = \underline{\hspace{10cm}}$$

Розрахункове припустиме навантаження на палю по ґрунту визначається за формулою:

$$F_{rs} = \frac{F_d}{\gamma_k} \geq N,$$

де, $\gamma_k = 1,4$ – коефіцієнт надійності;

N – розрахункове навантаження, що передається на палю.

$$F_{rs} = \frac{F_d}{\gamma_k} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

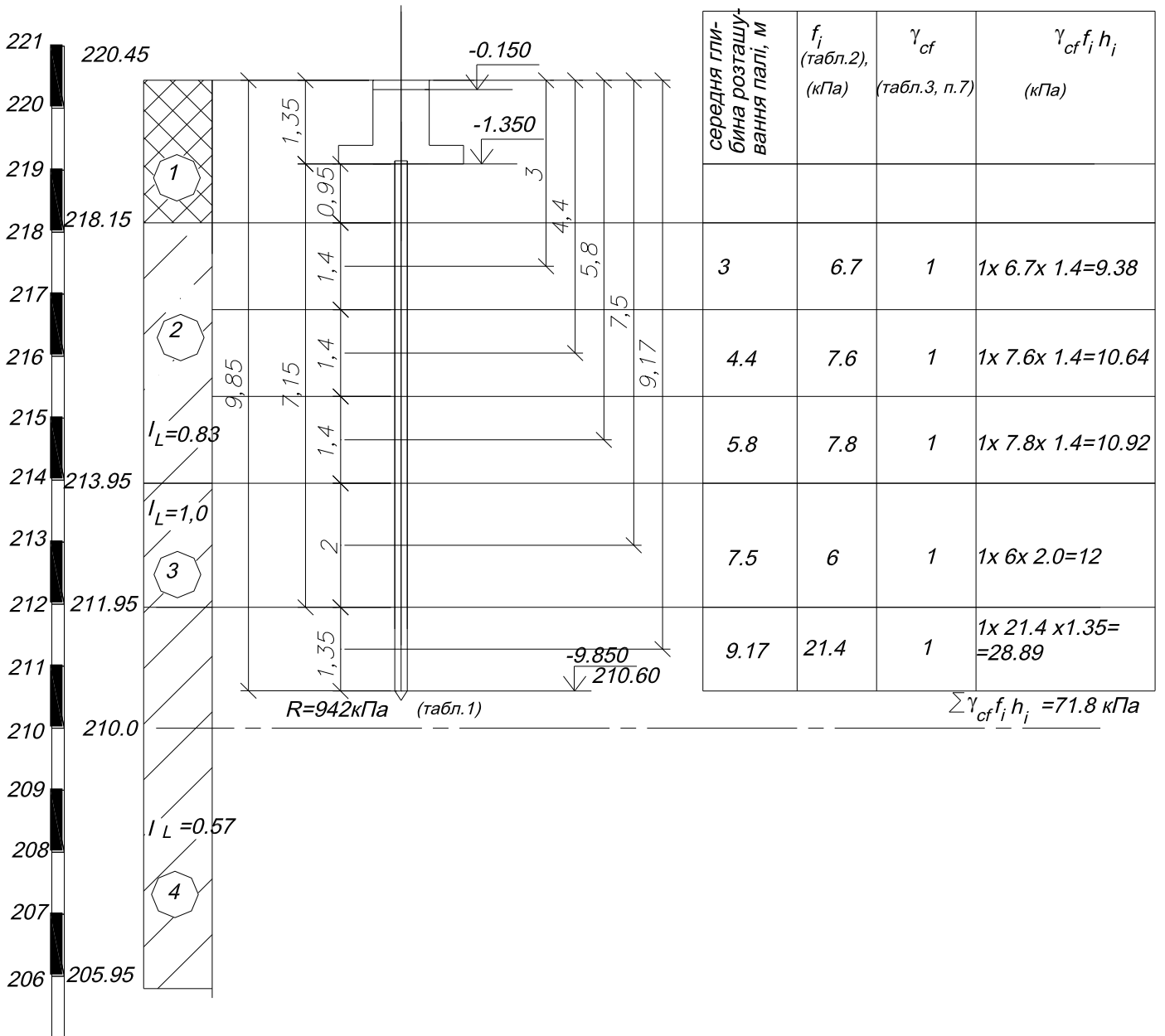


Рис.3. Приклад схеми для визначення несучої здатності палі

4.3. Конструювання пального фундаменту

Конструювання пального фундаменту виконуємо окремо під середні та крайні колони.

Ростверк РСм1

Навантаження на обрізі фундаменту (середня колона) згідно табл.1:

$N_{0/}$, кН _____ – вертикальне розрахункове навантаження для I групи граничного стану на обрізі фундаменту;

$M_{y/}$, кН·м _____ – момент відносно головних осей інерції для I групи граничного стану на обрізі фундаменту.

Конструювання пальового фундаменту виконуємо в такій послідовності:

1. Визначаємо середній тиск під подошвою ростверку за формулою:

$$P_q = \frac{F_{rs}}{(3d)^2}, \text{ кПа,}$$

F_{rs} , кН – розрахункове припустиме навантаження на палю по ґрунту;

d , м – січення палі.

Приймаємо $F_{rs} =$ _____, $d =$ _____.

$$P_q = \frac{F_{rs}}{(3d)^2} = \text{_____}.$$

2. Обчислюємо площу подошви ростверку за формулою:

$$A_q = \frac{N_{0/}}{P_q - \gamma_f \gamma_m d_g}, \text{ м}^2,$$

γ_m – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту і матеріалу ростверку, $\gamma_m = 20$ кН/м³;

$d_g = 1,35$ м – глибина закладання ростверку, рахуючи від відмітки планування;

$\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності по навантаженню (для ґрунту).

$$A_q = \frac{N_{0/}}{P_q - \gamma_f \gamma_m d_g} = \text{_____}$$

3. Визначаємо приблизну вагу ростверку за формулою:

$$N_q = \gamma_f A_q \gamma_m d_g, \text{ кН.}$$

$$N_q = \gamma_f A_q \gamma_m d_g = \underline{\hspace{15em}}$$

4. Попередньо обчислюємо кількість паль:

для куща паль під колону:

$$n_p = \frac{\eta_m (N_{0/} + N_q)}{F_{rs}},$$

де $\eta_m = 1 \dots 1,6$ – коефіцієнт, що враховує дію моментів (задається в залежності від співвідношення нормальної сили і моменту);

F_{rs} , кН – розрахункове припустиме навантаження на палю по ґрунту;

$N_{0/}$, кН – вертикальне розрахункове навантаження для I групи граничного стану на обрізі фундаменту;

N_g , кН – приблизна вага ростверку.

$$n_p = \frac{\eta_m (N_{0/} + N_q)}{F_{rs}} = \underline{\hspace{15em}}.$$

Приймаємо кількість паль в кущі $n_p = \underline{\hspace{5em}}$.

5. Розміщуємо палі в плані (додаток) та визначаємо розміри ростверку (віддаль між осями забивних висячих паль повинна бути не менше $3d$).

Розмір сторони ростверку:

- $3d(n-1) + d + 200$ – для рядового розташування паль;
- $2.6d(n-1) + d + 200$ – для шахматного розташування паль.

n – кількість паль по одній стороні ростверку.

Приймаємо:

b_p , мм – ширина ростверку; $b_p = \underline{\hspace{5em}}$

l_p , мм – довжина ростверку., $l_p = \underline{\hspace{5em}}$

6. Виконуємо перевірку розрахункового навантаження на палю:

для відцентрово-навантаженого фундаменту:

$$N \leq F_{rs}; \quad N_{p \max} \leq 1.2F_{rs}.$$

$$N = \frac{N_{/}}{n_p},$$

де n_p – прийнята кількість палів в ростверку;

$N_{/}$ – зусилля, що передаються на палі на рівні підшви ростверку.

Сумарне розрахункове навантаження на палі в рівні підшви визначається за формулою:

$$N_{/} = N_{0/} + N_q + N_{qq},$$

де $N_{0/}$, кН – вертикальне розрахункове навантаження для I групи граничного стану на обрізі фундаменту;

N_q , кН – вага ростверку визначається за формулою:

$$N_q = \gamma_f V_q \gamma_b, \text{ кН,}$$

де $\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності по навантаженню ;

V_q м³ – об'єм ростверку;

$$V_q = b \cdot h \cdot l + b_{\text{nid.}} \cdot h_{\text{nid.}} \cdot l_{\text{nid.}},$$

де b, h, l – ширина, висота та довжина підшви ростверку відповідно, м;

$b_{\text{nid.}}, h_{\text{nid.}}, l_{\text{nid.}}$ – ширина, висота та довжина підколонника

відповідно, м;

$\gamma_b = 25$ кН/м³ – питома вага залізобетону.

Враховуючи конструктивні особливості ростверку приймаємо: $b = \underline{\hspace{2cm}}$,

$h = \underline{\hspace{2cm}}, l = \underline{\hspace{2cm}}, b_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{2cm}}, h_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{2cm}}, l_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{2cm}},$

Визначаємо об'єм та вагу ростверку:

$$V_q = b \cdot h \cdot l + b_{\text{нид.}} \cdot h_{\text{нид.}} \cdot l_{\text{нид.}} = \underline{\hspace{10cm}};$$

$$N_q = \gamma_f V_q \gamma_b = \underline{\hspace{10cm}}.$$

N_{qq} , кН – вага ґрунту на сходинах ростверку визначається за формулою:

$$N_{qq} = \gamma_f V_{qq} \gamma'_l, \text{ кН,}$$

де γ'_l – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту, що залягає вище підшови ростверку, кН/м³ (питома вага ґрунту засипки, приймають $\gamma'_l = 17$ кН/м³);

$\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності по навантаженню;

V_{qq} , м³ – об'єм ґрунту на сходинах ростверку;

$$V_{qq} = b \cdot d_g \cdot l - V_q,$$

де d_g – глибина занурення ростверку.

Визначимо об'єм та вагу ґрунту на сходинах ростверку:

$$V_{qq} = b \cdot d_g \cdot l - V_q = \underline{\hspace{10cm}};$$

$$N_{qq} = \gamma_f V_{qq} \gamma'_l = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Обчислюємо сумарне розрахункове навантаження на палі в рівні підшови:

$$N_l = N_{0l} + N_q + N_{qq} = \underline{\hspace{10cm}},$$

Виконуємо перевірку умови: $N \leq F_{rs}$

$$N = \frac{N_l}{n_p} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

$$N_{p \max} = \frac{N_{/}}{n_p} + \frac{M_{y/} \cdot x}{\sum y_i^2},$$

де $M_{y/}$, кН·м – момент в рівні підшви ростверку;

x , м – відстань від осі ОУ до осі палі, для якої обчислюється фактичне навантаження;

$\sum y_i^2$, м² – сума квадратів відстаней від осі ОУ до кожної i -ї палі.

Враховуючи схему розташування паль визначаємо:

$$x = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \sum y_i^2 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Виконуємо перевірку умови: $N_{p \max} \leq 1.2F_{rs}$.

$$N_{p \max} = \frac{N_{/}}{n_p} + \frac{M_{y/} \cdot x}{\sum y_i^2} = \underline{\hspace{4cm}}$$

Якщо умова не виконуються, то збільшуємо кількість паль в куці або їх довжину та знову перевіряємо виконання умови: $N \leq F_{rs}$, $N_{p \max} \leq 1.2F_{rs}$.

Ростверк РСм2

Навантаження на обрізі фундаменту (крайня колона) згідно з табл.1:

$N_{0/}$, кН $\underline{\hspace{2cm}}$ – вертикальне розрахункове навантаження для І групи граничного стану на обрізі фундаменту;

$M_{y/}$, кН·м $\underline{\hspace{2cm}}$ – момент відносно головних осей інерції для І групи граничного стану на обрізі фундаменту.

Конструювання пального фундаменту виконуємо в такій послідовності:

1. Визначаємо середній тиск під підшвою ростверку за формулою:

$$P_q = \frac{F_{rs}}{(3d)^2}, \text{ кПа,}$$

F_{rs} , кН – розрахункове припустиме навантаження на палю по ґрунту;

d , м – січення палі.

Приймаємо $F_{rs} = \underline{\hspace{2cm}}$, $d = \underline{\hspace{2cm}}$.

$$P_q = \frac{F_{rs}}{(3d)^2} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

2. Обчислюємо площу підшви ростверку за формулою:

$$A_q = \frac{N_{0/}}{P_q - \gamma_f \gamma_m d_g}, \text{ м}^2,$$

γ_m – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту і матеріалу ростверку, $\gamma_m = 20$ кН/м³;

$d_g = 1,35$ м – глибина закладання ростверку, рахуючи від відмітки планування;

$\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності по навантаженню (для ґрунту).

$$A_q = \frac{N_{0/}}{P_q - \gamma_f \gamma_m d_g} = \underline{\hspace{10cm}}$$

3. Визначаємо приблизну вагу ростверку за формулою:

$$N_q = \gamma_f A_q \gamma_m d_g, \text{ кН.}$$

$$N_q = \gamma_f A_q \gamma_m d_g = \underline{\hspace{10cm}}$$

4. Попередньо обчислюємо кількість палей:

для куца палей під колону:

$$n_p = \frac{\eta_m (N_{0/} + N_q)}{F_{rs}},$$

де $\eta_m = 1 \dots 1,6$ – коефіцієнт, що враховує дію моментів (задається в залежності від співвідношення нормальної сили і моменту);

F_{rs} , кН – розрахункове припустиме навантаження на палю по ґрунту;

$N_{0/}$, кН – вертикальне розрахункове навантаження для І групи граничного стану на обрізі фундаменту;

N_g , кН – приблизна вага ростверку.

$$n_p = \frac{\eta_m (N_{0/} + N_q)}{F_{rs}} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Приймаємо кількість палей в куці $n_p = \underline{\hspace{5cm}}$.

5. Розміщуємо палі в плані (додаток) та визначаємо розміри ростверку (віддаль між осями забивних висячих палей повинна бути не менше $3d$).

Розмір сторони ростверку:

- $3d(n-1) + d + 200$ – для рядового розташування палей;
- $2.6d(n-1) + d + 200$ – для шахматного розташування палей.

n – кількість палей по одній стороні ростверку.

Приймаємо:

b_p , мм – ширина ростверку; $b_p = \underline{\hspace{5cm}}$

l_p , мм – довжина ростверку., $l_p = \underline{\hspace{5cm}}$

6. Виконуємо перевірку розрахункового навантаження на палю: для відцентрово-навантаженого фундаменту:

$$N \leq F_{rs}; \quad N_{p \max} \leq 1.2F_{rs}.$$

$$N = \frac{N_l}{n_p},$$

де n_p – прийнята кількість палей в ростверку;

N_l – зусилля, що передаються на палі на рівні підшви ростверку.

Сумарне розрахункове навантаження на палі в рівні підшви визначається за формулою:

$$N_{/} = N_{0/} + N_q + N_{qq},$$

де $N_{0/}$, кН – вертикальне розрахункове навантаження для І групи граничного стану на обрізі фундаменту;

N_q , кН – вага ростверку визначається за формулою:

$$N_q = \gamma_f V_q \gamma_b, \text{ кН,}$$

де $\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності по навантаженню ;

V_q м³ – об'єм ростверку;

$$V_q = b \cdot h \cdot l + b_{\text{nid.}} \cdot h_{\text{nid.}} \cdot l_{\text{nid.}},$$

де b, h, l – ширина, висота та довжина підошви ростверку відповідно, м;

$b_{\text{nid.}}, h_{\text{nid.}}, l_{\text{nid.}}$ – ширина, висота та довжина підколонника відповідно, м;

$\gamma_b = 25$ кН/м³ – питома вага залізобетону.

Враховуючи конструктивні особливості ростверку приймаємо: $b = \underline{\hspace{2cm}}$,

$h = \underline{\hspace{2cm}}, l = \underline{\hspace{2cm}}, b_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{2cm}}, h_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{2cm}}, l_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{2cm}},$

Визначаємо об'єм та вагу ростверку:

$$V_q = b \cdot h \cdot l + b_{\text{nid.}} \cdot h_{\text{nid.}} \cdot l_{\text{nid.}} = \underline{\hspace{4cm}};$$

$$N_q = \gamma_f V_q \gamma_b = \underline{\hspace{4cm}}.$$

N_{qq} , кН – вага ґрунту на сходах ростверку визначається за формулою:

$$N_{qq} = \gamma_f V_{qq} \gamma'_{/}, \text{ кН,}$$

де γ'_l – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунту, що залягає вище підосви ростверку, кН/м^3 (питома вага ґрунту засипки, приймають $\gamma'_l = 17 \text{ кН/м}^3$);

$\gamma_f = 1,1$ – коефіцієнт надійності по навантаженню;

$V_{qq}, \text{ м}^3$ – об'єм ґрунту на сходах ростверку;

$$V_{qq} = b \cdot d_g \cdot l - V_q,$$

де d_g – глибина занурення ростверку.

Визначаємо об'єм та вагу ґрунту на сходах ростверку:

$$V_{qq} = b \cdot d_g \cdot l - V_q = \underline{\hspace{15cm}};$$

$$N_{qq} = \gamma_f V_{qq} \gamma'_l = \underline{\hspace{15cm}}.$$

Обчислюємо сумарне розрахункове навантаження на палі в рівні підосви:

$$N_l = N_{0l} + N_q + N_{qq} = \underline{\hspace{15cm}},$$

Виконуємо перевірку умови: $N \leq F_{rs}$

$$N = \frac{N_l}{n_p} = \underline{\hspace{15cm}}.$$

$$N_{p \max} = \frac{N_l}{n_p} + \frac{M_{y/l} \cdot x}{\sum y_i^2},$$

де $M_{y/l}, \text{ кН}\cdot\text{м}$ – момент в рівні підосви ростверку;

$x, \text{ м}$ – відстань від осі ОУ до осі палі, для якої обчислюється фактичне навантаження;

$\sum y_i^2, \text{ м}^2$ – сума квадратів відстаней від осі ОУ до кожної i -ї палі.

Враховуючи схему розташування палей визначаємо:

$$x = \underline{\hspace{2cm}}; \sum y_i^2 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

Виконуємо перевірку умови: $N_{p \max} \leq 1.2F_{rs}$.

$$N_{p \max} = \frac{N_l}{n_p} + \frac{M_{y_l} \cdot x}{\sum y_i^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Якщо умова не виконується, то збільшуємо кількість паль в куці або їх довжину та знову перевіряємо виконання умови: $N \leq F_{rs}$, $N_{p \max} \leq 1.2F_{rs}$.

4.4. Конструювання стрічкового ростверку

Вертикальне розрахункове навантаження стрічкового фундаменту для I групи граничного стану на обрізі фундаменту $q_l = \underline{\hspace{2cm}}$ кПа.

Для стрічкового ростверку визначаємо крок паль під стіни за формулою:

$$l_p = \frac{k_n F_{rs}}{q_l + q_{l/g}}, \text{ м}$$

де $k_n = 1$ – число рядів паль;

F_{rs} , кН – розрахункове припустиме навантаження на палю по ґрунту;

q_l , кПа – вертикальне розрахункове навантаження на один метр погонний стрічкового фундаменту для I групи граничного стану на обрізі фундаменту;

$q_{l/g}$, кПа – середнє навантаження на один метр погонний від ваги ростверку і ґрунту визначається за формулою:

$$q_{l/g} = b \cdot d_g \cdot \gamma,$$

де $b = d + 200$ – ширина ростверку, мм

d – січення палі, мм;

$$b = d + 200 = \underline{\hspace{10em}}.$$

Приймаємо $b = \underline{\hspace{2em}}$, м.

$d_g = 1,23$ м – глибина закладання ростверку, рахуючи від відмітки

планування;

$\gamma = 22 \text{ кН/м}^3$ – питома вага ростверку і ґрунту на його обрізах.

Визначаємо середнє навантаження на один метр погонний від ваги ростверку і ґрунту та крок паль під стіни:

$$q_{/g} = b \cdot d_g \cdot \gamma = \underline{\hspace{10em}}.$$

$$l_p = \frac{k_n F_{rs}}{q_l + q_{/g}} = \underline{\hspace{10em}}.$$

Приймаємо крок паль $l_p = \underline{\hspace{2em}}$.

5. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ КОТЛОВАНІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИРОБНИЦТВА РОБІТ

На експлуатаційну надійність фундаментів у відкритих котлованах впливає технологія розробки котлованів та обладнання основ фундаментів, для паливних фундаментів – технологія занурення забивних паль та виготовлення в ґрунті набивних паль (технологія виготовлення котлованів під ростверки – практично не впливає). При проєктуванні котлованів вирішуємо такі питання:

1. Встановлюємо розміри дна котловану в плані з урахуванням розмірів між крайніми уступами фундаментів (ростверків), додатковими конструкціями (пристінний дренаж, тимчасові водовідводні канали) та стінкою котловану.

2. Приймаємо глибину котловану, що визначається глибиною занурення фундаментів (ростверків) та додаткових пристроїв (піщана подушка, пластовий дренаж).

3. Встановлюємо припустиму крутизну відкосів та розміри котловану по верху, в складних інженерно-геологічних та гідрогеологічних умовах кріпимо стінки котловану. Обчислюємо об'єм котловану.

4. Розробляємо заходи по поверхневому водовідведенню, будівельному водозниженню.

5. Для фундаментів у відкритих котлованах розробляємо заходи із захисту природної структури при роботі будівельних машин та механізмів, а також від промерзання в зимовий період (захисний шар ґрунту, утеплення).

6. При зведенні паливних фундаментів у зимовий період передбачаємо заходи із проходження мерзлого шару ґрунту (буріння лідерних свердловин, відтаювання ґрунту).

Характеристики котлованів для фундаментів у відкритих котлованах та
пальових фундаментів.

Характеристики котлованів	Фундаменти у відкритих котлованах	Пальові фундаменти
Ґрунти (ІГЕ): основи котловану в межах глибини розробки котловану		
Розміри по підосві котловану, м: ширина і довжина		
Глибина котловану відносно планувальної відмітки (абс. відм. _____) м: Відм. дна котловану абс. Абс. відм. РПВ		
Крутизна відкосів	1:1,00	1:0.00
Розміри по верху котловану, м: ширина і довжина		
Об'єм котловану, м ³		
Захисний шар ґрунту, см: при роботі буд. механізмів від промерзання	10...20	
	90	—
Поверхнєве водовідведення	в тимчасові водовідводні канали	
Будівельне водозниження	відкритий водовідлив	—

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.1-10-2018 Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення
2. ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань
3. ДБН В.1.1-12:20014 Будівництво у сейсмічних районах України
4. ДБН А.2.1-1-2014: Інженерні вишукування для будівництва
5. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи.
6. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"
8. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування
9. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"
10. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд . Грунти. Класифікація.
11. ДСТУ Б В.2.6-65:2008 Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні умови
12. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій
13. ДСТУ Б В.2.6-173:2011. Сітки арматурні зварні для залізобетонних конструкцій та виробів. Загальні технічні умови
14. ДСТУ Б В.2.6-108:2010 Блоки бетонні для стін підвалів.
15. ДСТУ Б В.2.6-109:2010 „Плити залізобетонні стрічкових фундаментів. Технічні умови".
16. Основи і фундаменти : навчальний посібник / М. В. Корнієнко, А. М. Ращенко, Т. В. Диптан. – Київ : КНУБА. 2024. – 168 с.
17. Тютькін О.Л., Купрій В.П., Дубінчик О.І. Основи та фундаменти : навч. посіб. / О. Л. Тютькін, В. П. Купрій, О. І. Дубінчик. – Електрон. вид. – Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022. – 126 с.

18. Л.В. Шайдицька, О.В. Ган, О.О. Вовк, Підвалини та фундаменти:
Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 160 с.

ДОДАТКИ

Таблиця 1. Коефіцієнти умов роботи γ_{c1} , γ_{c2}
(таблиця Е7 ДБН В.2.1-10-2009 “Основи та фундаменти споруд”)

Грунти	Коефіцієнт γ_{c1}	Коефіцієнт γ_{c2} для споруд з жорсткою конструктивною схемою при співвідношенні довжини споруди або його відсіку до висоти L/H, що дорівнює	
		4 і більше	1.5 і менше
Великоуламкові ґрунти з піщаним заповнювачем та піски, крім мілких і пілуватих	1.4	1.2	1.4
Піски мілкі	1.3	1.1	1.3
Піски пілуваті: малою та середнього ступеня водонасичення	1.25	1.0	1.2
насичені водою	1.1	1.0	1.2
Глинисті, а також великоуламкові з глинистим заповнювачем з показником текучості ґрунту або заповнювача $I_L \leq 0.25$	1.25	1.0	1.1
Теж саме при $0.25 \leq I_L \leq 0.5$	1.2	1.0	1.1
Теж саме при $I_L > 0.5$	1.1	1.0	1.0

- Примітка:** 1. До споруд з жорсткою конструктивною схемою відносяться споруди, конструкції яких спеціально пристосовані для сприйняття зусиль від деформацій основи.
2. Для будівель з гнучкою конструктивною схемою значення коефіцієнта γ_{c2} приймається рівним одиниці.
3. При проміжних значеннях L/H коефіцієнт γ_{c2} визначається за інтерполяцією.

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів M_γ , M_q та M_c
 (таблиця Е 8 ДБН В.2.1-10-2009 “Основи та фундаменти споруд”)

Кут внут- рішнього тертя фп, градус	Коефіцієнти			Кут внут- рішнього тертя фп, градус	Коефіцієнти		
	M_γ	M_q	M_c		M_γ	M_q	M_c
0	0	1.0	3.14	23	0.69	3.65	6.24
1	0.01	1.06	3.23	24	0.72	3.87	6.45
2	0.03	1.12	3.32	25	0.78	4.11	6.67
3	0.04	1.18	3.41	26	0.84	4.37	6.90
4	0.06	1.25	3.51	27	0.91	4.64	7.14
5	0.08	1.32	3.61	28	0.98	4.93	7.40
6	0.10	1.39	3.71	29	1.06	5.25	7.67
7	0.12	1.47	3.82	30	1.15	5.59	7.95
8	0.14	1.55	3.93	31	1.24	5.95	8.24
9	0.16	1.64	4.05	32	1.34	6.34	8.55
10	0.18	1.73	4.17	33	1.44	6.76	8.88
11	0.21	1.83	4.29	34	1.55	7.22	9.22
12	0.23	1.94	4.42	35	1.68	7.71	9.58
13	0.26	2.05	4.55	36	1.81	8.24	9.97
14	0.29	2.17	4.69	37	1.95	8.81	10.37
15	0.32	2.30	4.84	38	2.11	9.44	10.80
16	0.36	2.43	4.99	39	2.28	10.11	11.25
17	0.39	2.57	5.15	40	2.46	10.85	11.73
18	0.43	2.73	5.31	41	2.66	11.64	12.24
19	0.47	2.89	5.48	42	2.88	12.51	12.79
20	0.51	3.06	5.66	43	3.12	13.46	13.37
21	0.56	3.24	5.84	44	3.38	14.50	13.98
22	0.61	3.44	6.04	45	3.66	15.64	14.64

Таблиця 3. Коефіцієнт α
(таблиця Д.1. додатка Д ДБН В.2.1-10-2009)

$\xi = \frac{2 \cdot Z}{b}$	Значення коефіцієнта α для фундаментів							
	круг- лих	прямокутних з співвідношенням сторін $\eta = \frac{l}{b}$, що дорівнює						
		1.0	1.4	1.8	2.4	3.2	5	стріч- кових ($\eta \geq 10$)
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.4	0.949	0.960	0.972	0.975	0.976	0.977	0.977	0.977
0.8	0.756	0.800	0.848	0.866	0.876	0.879	0.881	0.881
1.2	0.547	0.606	0.682	0.717	0.739	0.749	0.754	0.755
1.6	0.390	0.449	0.532	0.578	0.612	0.629	0.639	0.642
2.0	0.285	0.336	0.414	0.463	0.505	0.530	0.545	0.550
2.4	0.214	0.257	0.325	0.374	0.419	0.449	0.470	0.477
2.8	0.165	0.201	0.260	0.304	0.349	0.383	0.410	0.420
3.2	0.130	0.160	0.210	0.251	0.294	0.329	0.360	0.374
3.6	0.106	0.131	0.173	0.209	0.250	0.285	0.319	0.337
4.0	0.087	0.108	0.145	0.176	0.214	0.248	0.285	0.306
4.4	0.073	0.091	0.123	0.150	0.185	0.218	0.255	0.280
4.8	0.062	0.077	0.105	0.130	0.161	0.192	0.230	0.258
5.2	0.053	0.067	0.091	0.113	0.141	0.170	0.208	0.239
5.6	0.046	0.058	0.079	0.099	0.124	0.152	0.189	0.223
6.0	0.040	0.051	0.070	0.087	0.110	0.136	0.173	0.208
6.4	0.036	0.045	0.062	0.077	0.099	0.122	0.158	0.196
6.8	0.031	0.040	0.055	0.064	0.088	0.110	0.145	0.185
7.2	0.028	0.036	0.049	0.062	0.080	0.100	0.133	0.175
7.6	0.024	0.032	0.044	0.056	0.072	0.091	0.123	0.166
8.0	0.022	0.029	0.040	0.051	0.066	0.084	0.113	0.158
8.4	0.021	0.026	0.037	0.046	0.060	0.077	0.105	0.150
8.8	0.019	0.024	0.033	0.042	0.055	0.071	0.098	0.143
9.2	0.017	0.022	0.031	0.039	0.051	0.065	0.091	0.137
9.6	0.016	0.020	0.028	0.036	0.047	0.060	0.085	0.132
10.0	0.015	0.019	0.026	0.033	0.043	0.056	0.079	0.126
10.4	0.014	0.017	0.024	0.031	0.040	0.052	0.074	0.122
10.8	0.013	0.016	0.022	0.029	0.037	0.049	0.069	0.117
11.2	0.012	0.015	0.021	0.027	0.035	0.045	0.065	0.113
11.6	0.011	0.014	0.020	0.025	0.033	0.042	0.061	0.109
12.0	0.010	0.013	0.018	0.023	0.031	0.040	0.058	0.106

Примітка: b - ширина або діаметр фундаменту, l - довжина фундаменту. Для фундаментів, що мають підшву в формі правильного багатокутника з площею A , значення α приймаються як для круглих фундаментів радіусом $r = \sqrt{A/\pi}$. Для проміжних значень ξ та η коефіцієнт α визначається інтерполяцією.

**Таблиця 4. Розрахункові опори ґрунтів
під нижнім кінцем забивних паль, R, кПа**
(ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд.
Зміна №1 (Пальові фундаменти))

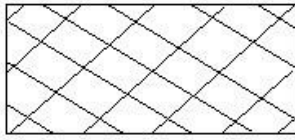
Глибина занурення нижнього кінця пальі, м	Розрахункові опори під нижнім кінцем забивних паль, R, кПа						
	пісків середньої щільності						
	гравію- ватих	крупних	-	серед- ньої круп- ності	мілких	пилу- ватих	-
	глинистих ґрунтів при показнику текучості I _L , що дорівнює						
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
3	7500	<u>6600</u> 4000	3000	3100	2000	1100	600
4	8300	6800	3800	3200	2100	1250	700
5	8800	<u>7000</u> 6200	4000	<u>3400</u> 2800	<u>2200</u> 2000	1300	800
6	9250	<u>7150</u> 6550	4150	<u>3550</u> <u>3050</u>	<u>2300</u> 2100	1350	825
7	9700	<u>7300</u> 6900	4300	<u>3700</u> 3300	<u>2400</u> 2200	1400	850
8	9967	<u>7433</u> 7033	4533	<u>3800</u> 3367	<u>2467</u> 2267	1433	867
9	10233	<u>7567</u> 7167	4767	<u>3900</u> 3433	<u>2533</u> 2333	1467	883
10	10500	<u>7700</u> 7300	5000	<u>4000</u> 3500	<u>2600</u> 2400	1500	900
11	10740	<u>7800</u> 7340	5120	<u>4080</u> 3600	<u>2660</u> 2500	1530	920
12	10980	<u>7900</u> 7380	5240	<u>4160</u> 3700	<u>2720</u> 2600	1560	940
13	11220	<u>8000</u> 7420	5360	<u>4240</u> 3800	<u>2780</u> 2700	1590	960
14	11460	<u>8100</u> 7460	5480	<u>4320</u> 3900	<u>2840</u> 2800	1620	980
15	11700	<u>8200</u> 7500	5600	<u>4400</u> 4000	2900	1650	1000

Примітка: 1. В чисельнику приведені значення R для пісків, в знаменнику – для глинистих ґрунтів. 2. Для проміжних глибин занурення паль та значень показника текучості I_L глинистих ґрунтів значення R в табл. 11 визначається за інтерполяцією. 3. Для щільних пісків значення R слід збільшити на 60%.

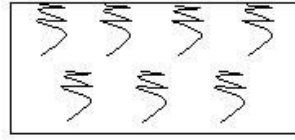
**Таблиця 5. Розрахункові опори ґрунтів
по бічній поверхні забивних паль, f_i , кПа**
(ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд.
Зміна №1 (Пальові фундаменти))

Середня глибина розташування шару ґрунту, м	Розрахункові опори по бічній поверхні забивних паль, f_i , кПа								
	пісків середньої щільності								
	крупних і середньої крупності	мілких	пилуватих	-	-	-	-	-	-
	глинистих ґрунтів при показнику текучості I_L , що дорівнює								
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1	35	23	15	12	8	4	4	3	2
2	42	30	21	17	12	7	5	4	4
3	48	35	25	20	14	8	7	6	5
4	53	38	27	22	16	9	8	7	5
5	56	40	29	24	17	10	8	7	6
6	58	42	31	25	18	10	8	7	6
7	60	43	32	25.5	18.5	10	8	7	6
8	62	44	33	26	19	10	8	7	6
9	63.5	45	33.5	26.5	19	10	8	7	6
10	65	46	34	27	19	10	8	7	6
11	66.4	47	34.8	27.2	19.2	10.2	8	7	6
12	67.8	48	35.6	27.4	19.4	10.4	8	7	6
13	69.2	49	36.4	27.6	19.6	10.6	8	7	6
14	70.6	50	37.2	27.8	19.8	10.8	8	7	6
15	72	51	38	28	20	11	8	7	6

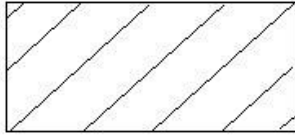
Примітка: 1. Для проміжних глибин занурення паль та значень показника текучості I_L глинистих ґрунтів значення f_i в табл. 12 визначається за інтерполяцією. 2. При визначенні за табл. 12 шари ґрунтів слід розбивати на однорідні шари товщиною не більше 2 м. 3. Для щільних пісків значення f_i слід збільшити на 30%.

Умовні позначення основних ґрунтів

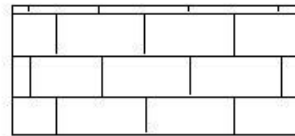
ґрунт насипний



Рослинний шар



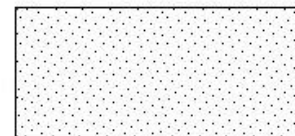
Суглинок



Крейда

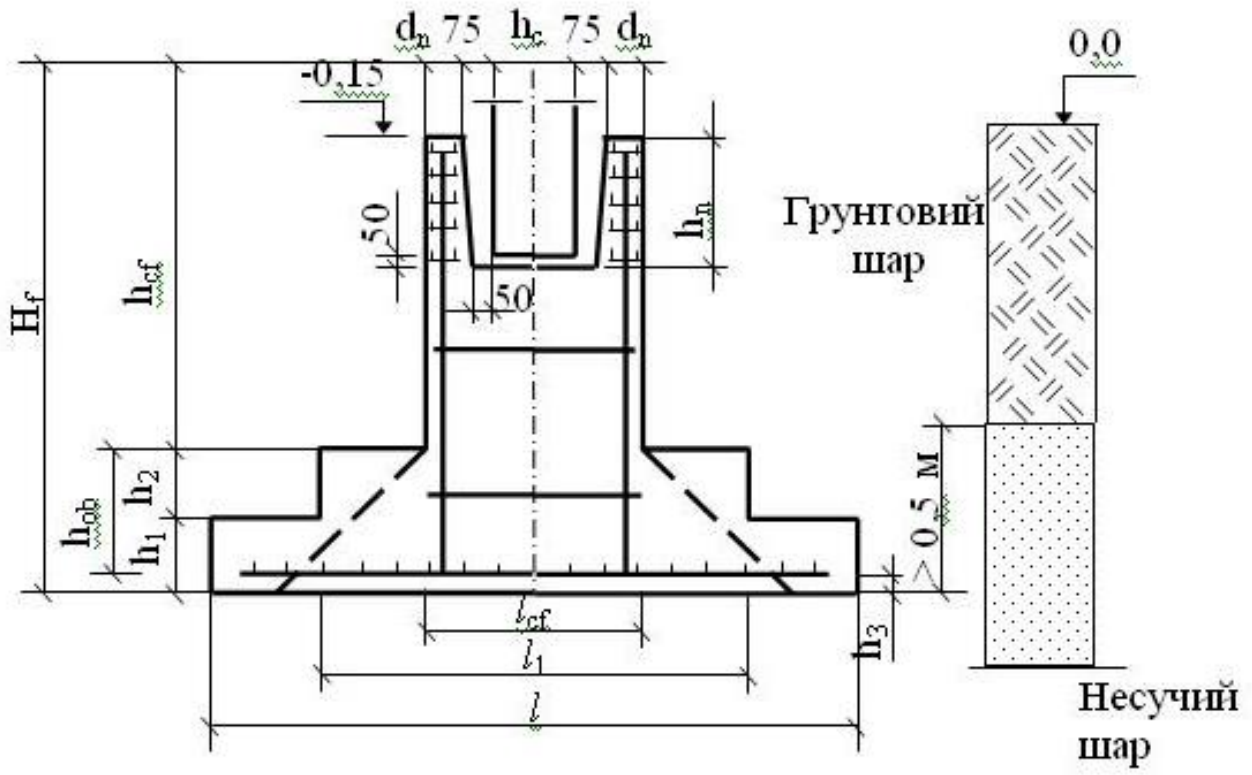


Супісок

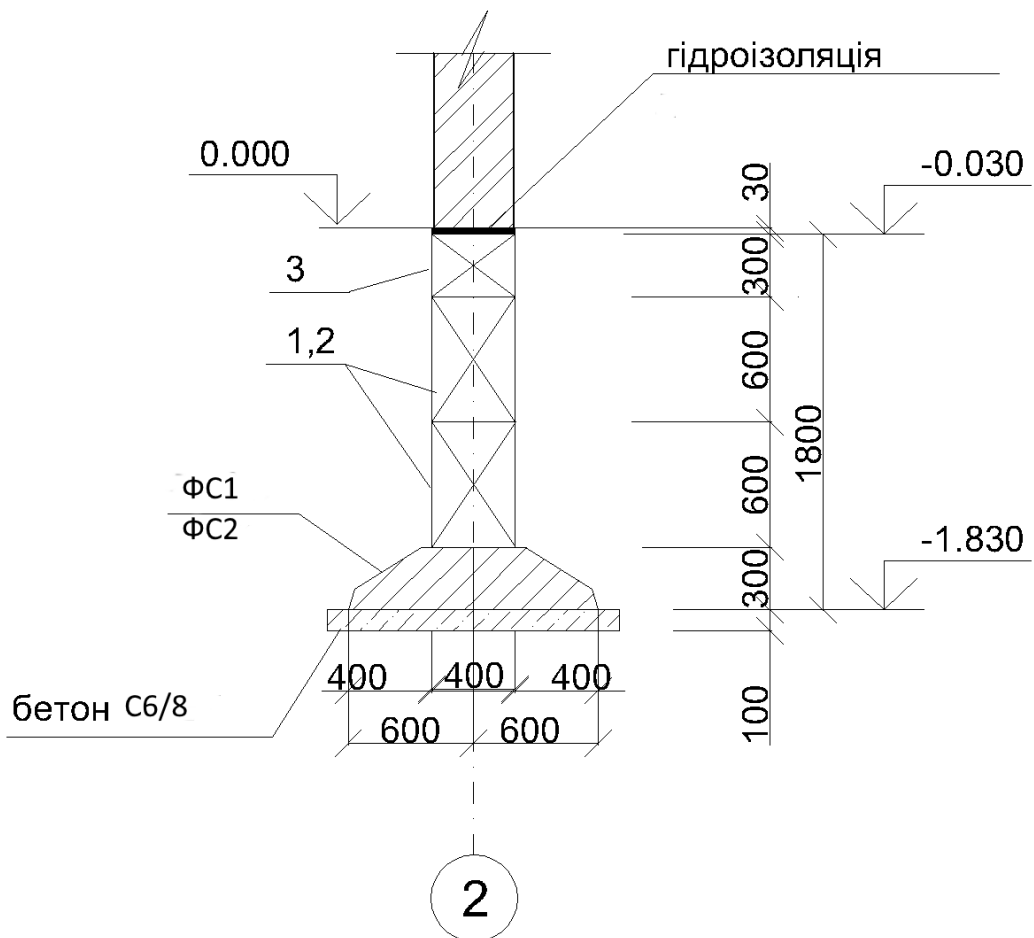
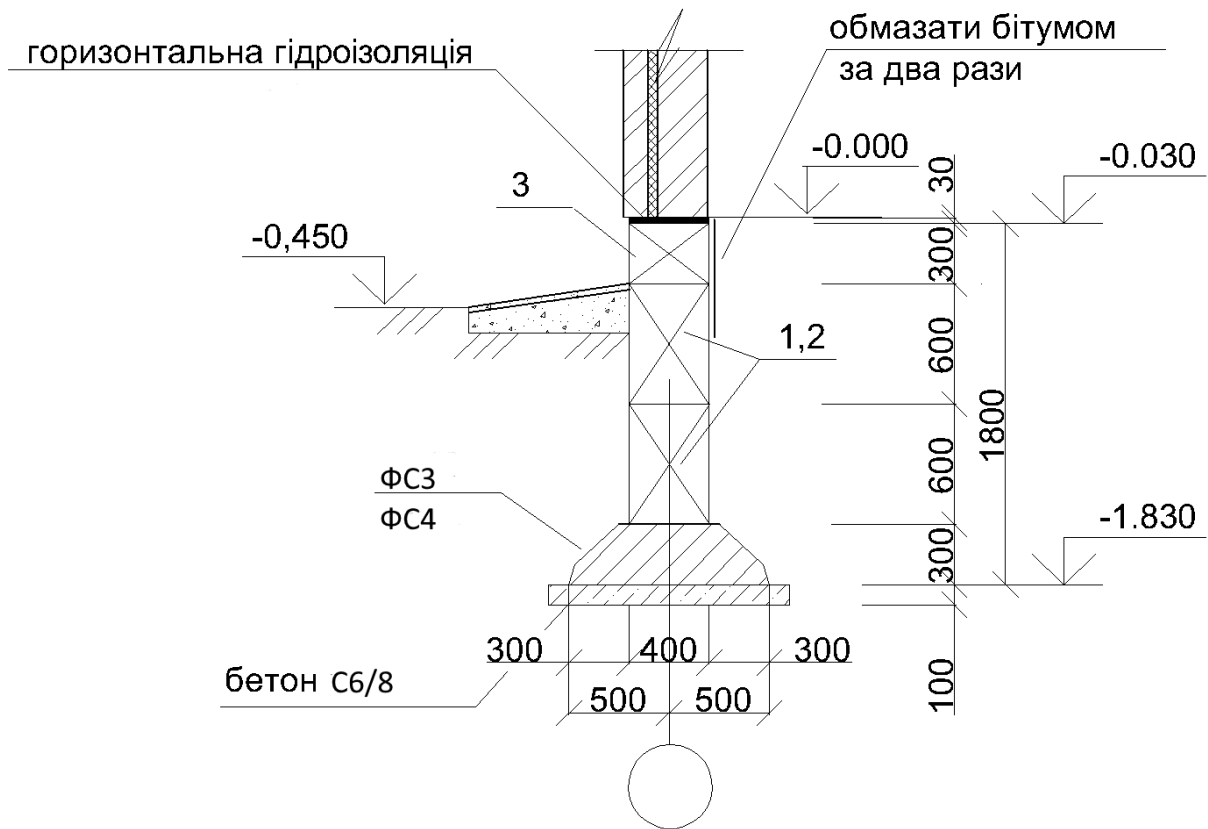


Пісок

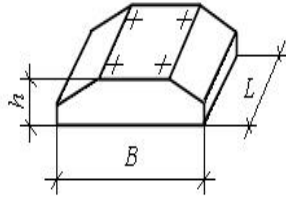
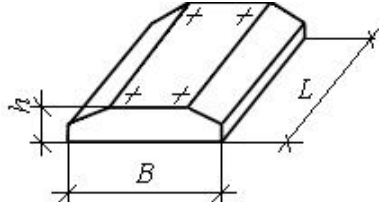
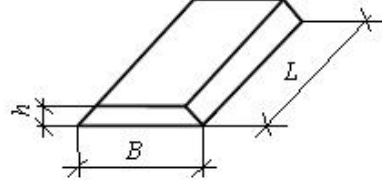
Конструкція фундаменту з підколонником



Розрізи стрічкових фундаментів.



**Таблиця 6. Номенклатура залізобетонних фундаментних плит
типової серії 1.112-5**

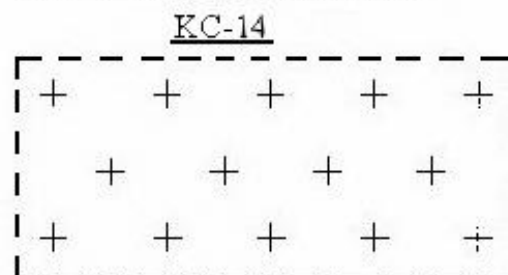
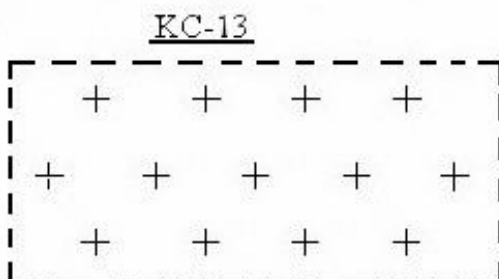
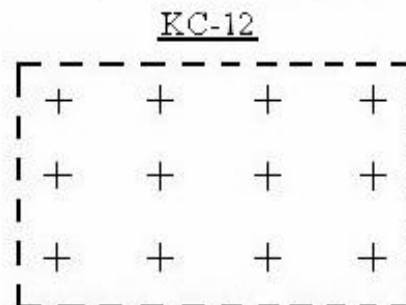
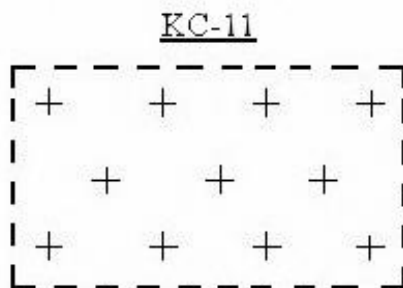
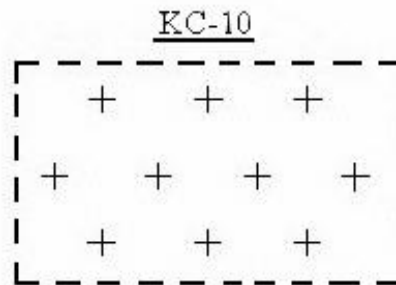
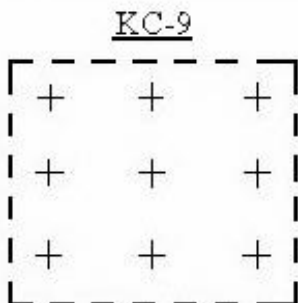
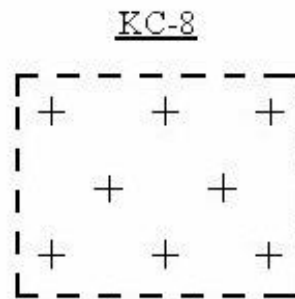
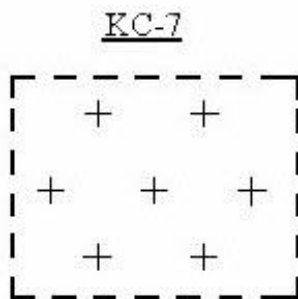
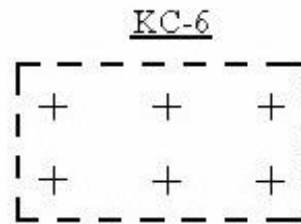
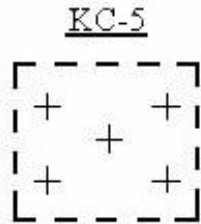
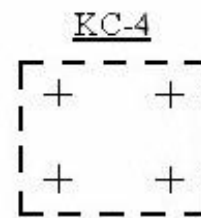
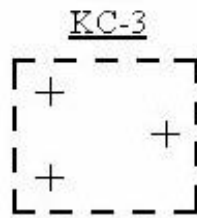
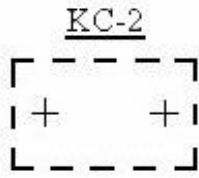
Марка	Розмір плити, мм			Вага, кН	Ескіз
	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>h</i>		
ФС 32.12 ФС 32.8	3200	1180	500	40	
		780		26,2	
ФС 28.12 ФС 28.8	2800	1180		34,2	
		780		22,4	
ФС 24.12 ФС 24.8	2400	1180		28,45	
		780		18,65	
ФС 20.12 ФС 20.8	2000	1180		24,40	
		780		15,95	
ФС 16.24 ФС 16.12 ФС 16.8	1600	2380	300	24,70	
		1180		12,15	
	780	8,0			
ФС 14.24 ФС 14.12 ФС 14.8	1400	2380		21,10	
		1180		10,40	
		780		6,85	
ФС 12.24 ФС 12.12 ФС 12.8	1200	2380		17,60	
		1180		8,70	
		780		5,70	
ФС 10.24 ФС 10.12 ФС 10.8	1000	2380		15,2	
		1180		7,50	
		780		4,95	
ФС 8.24 ФС 8.12	800	2380	300	13,95	
		1180		6,85	
ФС 6.24 ФС 6.12	600	2380		10,40	
		1180		5,15	

Таблиця.7. Блоки бетонні для стін підвалів (ДСТУ Б В.2.6-108:2010)

Марка	Марка бетону	Розміри, мм			Об'єм, м ³	Маса, кг
		довжина	ширина	висота		
ФБС 24.3.6-Т	С8/10	2380	300	580	0,406	970
ФБС 24.4.6-Т		2380	400	580	0,542	1300
ФБС 24.5.6-Т		2380	500	580	0,679	1630
ФБС 24.6.6-Т		2380	600	580	0,815	1960
ФБС 12.4.6-Т	С8/10	1180	400	580	0,265	640
ФБС 12.5.6-Т		1180	500	580	0,331	790
ФБС 12.6.6-Т		1180	600	580	0,398	960
ФБС 9.3.6-Т	С8/10	880	300	580	0,146	350
ФБС 9.4.6-Т		880	400	580	0,195	470
ФБС 9.5.6-Т		880	500	580	0,244	590
ФБС 9.6.6-Т		880	600	580	0,293	700
ФБС 12.4.3-Т		1180	400	280	0,127	305
ФБС 12.5.3-Т		1180	500	280	0,159	380
ФБС 12.6.3-Т		1180	600	280	0,191	460
ФБВ 9.4.6 -Т	С8/10	880	400	580	0,161	390
ФБВ 9.5.6 -Т		880	500	580	0,202	490
ФБВ 9.6.6 -Т		880	600	580	0,243	580
ФБП 24.4.6 -Т	С8/10	2380	400	580	0,439	1055
ФБП 24.5.6 -Т		2380	500	580	0,526	1260
ФБП 24.6.6 -Т		2380	600	580	0,583	1400

ФБС – суцільні блоки; ФБВ – пустотні блоки; ФБП – суцільні блоки з вирізом

Рекомендовані кущові ростверки



- О 13 **Основи та фундаменти** [Текст]: Методичні вказівки до виконання курсового проекту для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання/ уклад. І. О. Парфентьєва. – Луцьк: ЛНТУ, 2026– 52 с.

.

Комп'ютерний набір: І. ПАРФЕНТЬЄВА

Редактор: І. ПАРФЕНТЬЄВА

Підп. до друку 2026р.

Формат 60×84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.

Ум. друк. арк. 0,25. Обл. – вид. арк. 3,25

Тираж ___ прим. Зам.

Луцький національний технічний університет
43018 м. Луцьк, вул. Львівська,75