

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ГЕОДЕЗІЇ ТА
ЗЕМЛЕУСТРОЮ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольної роботи з дисципліни
«Ґрунтознавство у дорожньому будівництві» для здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Автомобільні
дороги і аеродроми» заочної та дистанційної форм навчання

Дніпро
2022

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Ґрунтознавство у дорожньому будівництві» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПІ «Автомобільні дороги і аеродроми» заочної та дистанційної форм навчання / Укладачі: Ландо Є.О., Кочан С.М. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2022. – 42с.

Методичні вказівки призначені для контрольних робіт з дисципліни «Ґрунтознавство у дорожньому будівництві» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПІ «Автомобільні дороги і аеродроми» заочної та дистанційної форм навчання.

Укладачі: Ландо Є.О., к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА;
Кочан С.М., асистент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Ландо Є.О., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА

Рецензент: Трегуб О.В., к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ДВНЗ ПДАБА

Затверджено на засіданні кафедри
автомобільних доріг, геодезії та
землеустрою ДВНЗ ПДАБА
Протокол № 1 від 22.08.2022 р.

Рекомендовано до друку
навчально-методичною
радою ДВНЗ ПДАБА
Протокол № 2 (8) від 24.11.2022 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Завдання на контрольну роботу, зміст та порядок виконання	4
2. Визначення розрахункових характеристик ґрунтів	6
3. Порядок розрахунку і проектування фундаментів мілкового закладання на природній основі	10
3.1. Вибір глибини закладання фундаменту	10
3.2. Розрахунок розмірів фундаментів	14
3.3. Обчислення осідань фундаментів	16
3.4. Конструювання фундаменту	21
3.5. Техніко-економічні розрахунки улаштування фундаментів	24
Перелік рекомендованої літератури	26
Додаток А. Завдання до контрольної роботи	
Додаток Б. Конструктивні дані будівель	
Додаток В. Ґрунтові умови будівельного майданчика	
Додаток Г. Умовні графічні позначення основних видів, консистенції і ступеню вологості ґрунтів	
Додаток Д. Класифікація ґрунтів	
Додаток Е. Характеристики ґрунтів	
Додаток Ж. Коефіцієнт k_h	
Додаток К. Коефіцієнти M_γ , M_q , M_c	
Додаток Л. Приклад оформлення графічної частини	

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Ґрунтознавство у дорожньому будівництві» є нормативною і входить до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки.

В результаті вивчення та опанування матеріалу курсу студенти повинні:

- **знати** основні фізичні та механічні характеристики ґрунту, методи розрахунку напружень та деформацій в ґрунтових основах, закономірності граничного стану ґрунтів, розрахунки осідань ґрунтів, розрахунки фундаментів на природній та штучній основі;

- **вміти** кваліфіковано визначати фізичні та механічні характеристики ґрунту, оцінювати вплив характеристик ґрунту на експлуатаційні показники нерухомості та розраховувати фундаменті.

В якості вихідних даних студенти використовують дані індивідуального завдання на розробку контрольної роботи, які використовувалися на практичних заняттях. Це дає можливість студентам в повній мірі використати знання, набуті на практичному занятті при виконанні контрольної роботи.

Результати перевірки контрольної роботи є формою поточного контролю самостійної роботи студентів. Контроль отриманих студентами знань і рівень їх підготовки в області ґрунтознавства, основ та фундаментів здійснюється за допомогою іспиту в кінці семестру.

Метою виконання контрольної роботи є придбання навичок розрахунку основ, способів розрахунку й конструювання фундаментів, а також розрахунок укрупнених техніко-економічних показників.

1. Завдання на контрольну роботу, зміст та порядок виконання

Вихідні дані для виконання контрольної роботи:

- а) завдання до контрольної роботи (додаток А);
- б) конструктивні дані будівель (додаток Б);
- в) ґрунтові умови будівельного майданчика (додаток В).

Зміст контрольної роботи

1. Вступ.
2. Розрахунок та проектування фундаментів мілкового закладання на природній основі.
 - 2.1. Визначення інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та визначення характеристик ґрунту.
 - 2.2. Вибір глибини закладання фундаменту.
 - 2.3. Розрахунок площі подошви фундаменту.
 - 2.4. Обчислення осідання фундаменту.
 - 2.5. Конструювання фундаменту.
3. Розрахунок техніко-економічних показників улаштування фундаментів.

Дані для розрахунку та проектування

Конструктивні дані будівлі

1. Довжина будівлі: ____ м.
2. Ширина будівлі: ____ м.
3. Кількість прольотів: ____ шт.
4. Ширина прольотів:
 - „А”-„Б”: ____ м.
 - „Б”-„В”: ____ м.
 - „В”-„Г”: ____ м.
5. Кількість поверхів: ____ .
6. Висота поверху: ____ м.
7. Крок колон по рядах:
 - „А”, „Д” : ____ м.
 - „Б”: ____ м.
 - „В”: ____ м.

- „Г”’: _____ м.
8. Вид колон (матеріал): _____.
9. Перетин колон (база): _____ м.
10. Навантаження на фундаменти ряду:
 Ряд „А”: N _____ кН.
 у площині M_x : _____ кН*м, із площини M_y : _____ кН*м.
 Ряд „Б”: N _____ кН.
 у площині M_x : _____ кН*м, із площини M_y : _____ кН*м.
 Ряд „В”: N _____ кН.
 у площині M_x : _____ кН*м, із площини M_y : _____ кН*м.
 Ряд „Г”’: N _____ кН.
 у площині M_x : _____ кН*м, із площини M_y : _____ кН*м.
11. Геологічні умови.
 12. Планувальна відмітка: _____
 13. Відмітка підлоги підвалу: _____
 14. Район будівництва: _____

Таблиця 1.1

Інженерно-геологічні умови майданчика

№ розрізу	Найменування ґрунту та рівень ґрунтових вод	Потужність шару, м	Питома вага ґрунту, γ , кН/м ³	Питома вага часток ґрунту, γ_s , кН/м ³	Вологість			Характеристики міцності		Коефіцієнт Пуассона μ	Дані випробування ґрунту штампом = 5000 см ²	
					природна W	на межі текучості W_L	розкочуванн	ϕ , градуси	C, кПа		P МПа	S см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

2. Визначення розрахункових характеристик ґрунтів

На підставі вихідних даних конструктивних характеристик будівлі студент виконує розбивку осей на плані будівлі.

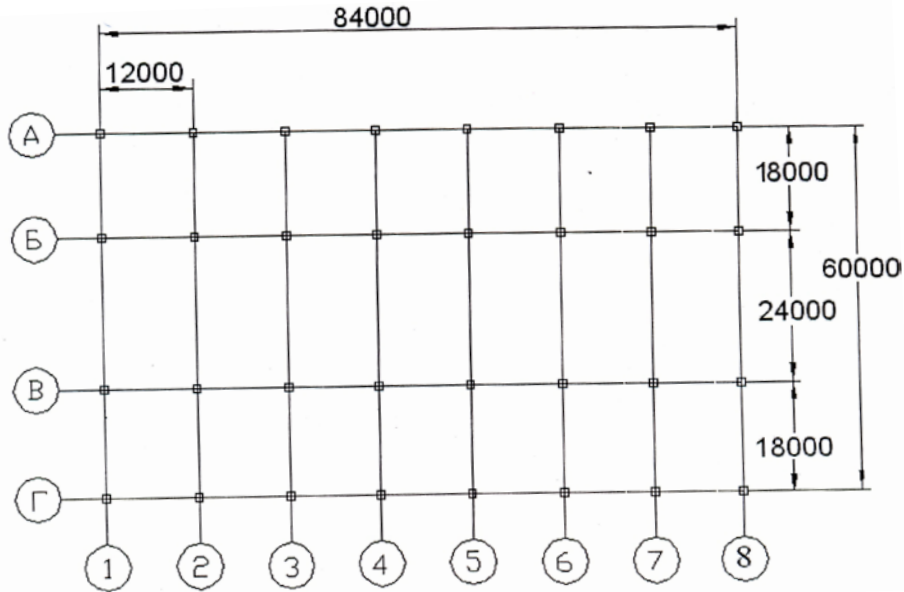


Рис. 2.1. Приклад розбивки осей на плані будівлі

На підставі вихідних даних інженерно-геологічних умов студент буде інженерно-геологічний розріз. Умовні позначки див. додаток Г.

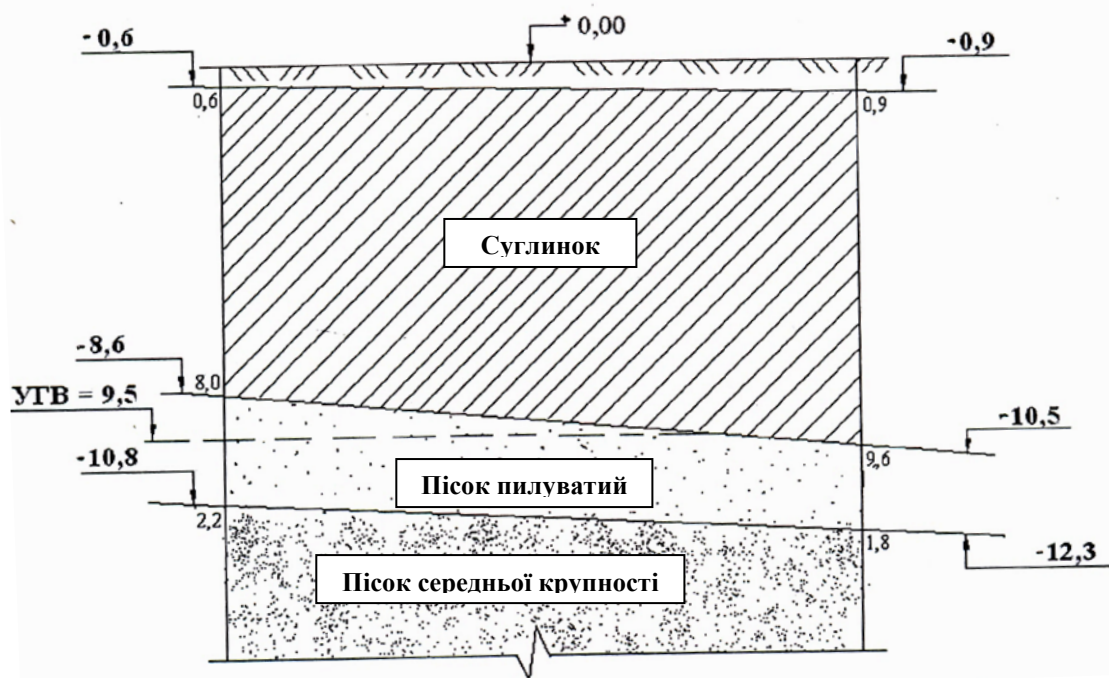


Рис. 2.2. Приклад виконання інженерно-геологічного розрізу

Аналіз інженерно-геологічних умов площадки

По основних фізичних характеристиках та класифікаційних показниках ґрунтів площадки, визначають фізико-механічні характеристики ґрунтів будівельного майданчика.

1. Визначення коефіцієнта пористості за формулою:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma}(1 + W) - 1,$$

де: γ_s – питома вага часток ґрунту, кН/м^3 , γ – питома вага ґрунту, кН/м^3 , W – природна вологість ґрунту (у відносних одиницях).

2. Визначення ступеня вологості для піщаних ґрунтів:

$$S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \gamma_w},$$

де γ_w – питома вага води (10 кН/м^3).

3. Визначення числа пластичності для глинистих ґрунтів:

$$I_p = W_L - W_p,$$

де W_L – вологість ґрунту, при якій ґрунт перебуває на межі пластичного і текучого станів (границя текучості);

W_p – вологість ґрунту, при якій ґрунт перебуває на межі твердого й пластичного станів (границя розкочування).

4. Визначення показника текучості для глинистих ґрунтів:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}.$$

5. Кут внутрішнього тертя φ , питоме зчеплення ґрунту C і модуль деформації E визначаються у відповідності з ДБН В.2.1-10-2009.

Приклад розрахунку:

Піщаний ґрунт - пісок пилюватий

γ , кН/м^3	γ_s , кН/м^3	W	W_L	W_p
17,5	26,5	0,18	-	-

Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma}(1 + W) - 1 = \frac{26,5}{17,5}(1 + 0,18) - 1 = 0,79.$$

За коефіцієнтом пористості визначаємо, що пісок є пилюватим, середньої щільності (див. додаток Д).

Далі за таблицями ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» знаходимо питоме зчеплення - C , кут внутрішнього тертя - φ та модуль деформації – E (див. додаток Е).

$$c = 2 \text{ кПа} = 0,02 \text{ кгс/см}^2; \varphi = 26^0; E = 11 \text{ МПа} = 110 \text{ кгс/см}^2$$

Для ґрунтів із проміжними значеннями e проти зазначених у таблицях допускається визначати значення c_n , φ_n і E інтерполяцією.

Якщо значення e , I_L і S_r ґрунтів виходять за межі, передбачені таблицями характеристики c_n , φ_n і E слід визначати за даними безпосередніх випробувань ґрунтів.

Знайдемо ступінь вологості ґрунту:

$$S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \gamma_w} = \frac{0,18 \cdot 26,5}{0,79 \cdot 10} = 0,60.$$

По ступені вологості визначимо, що даний ґрунт вологий, тому що $0,5 < S_r \leq 0,8$. (додаток Д).

2. Глинистий ґрунт - суглинок бурий

γ , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _p
19,2	26,7	0,19	0,34	0,16

Знайдемо коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + W) - 1 = \frac{26,7}{19,2} (1 + 0,19) - 1 = 0,65.$$

Знайдемо число пластичності:

$$I_p = W_L - W_p = 0,34 - 0,16 = 0,18.$$

Знайдемо показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,19 - 0,16}{0,34 - 0,16} = 0,17.$$

За числом пластичності ґрунт відносять до глин, тому що $I_p > 0,17$ (додаток Д). За показником плинності визначаємо консистенцію даного ґрунту. Даний ґрунт напівтвердий, тому що $0 \leq I_L \leq 0,25$ (додаток Д).

Далі по таблицям В1, В2 і В3, додаток В ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» знаходимо питоме зчеплення – С, кут внутрішнього тертя – φ (додаток Е).

$$c = 68 \text{ кПа} = 0,68 \text{ кгс/см}^2; \varphi = 20^\circ.$$

Модуль деформації E ґрунту визначаємо за даними випробувань ґрунту для лінійного відрізка кривої осідань. Для визначення інтервалу тисків, що відповідають лінійному відрізку на кривій осідань будуємо графік осідань штампу (рис. 2.3).

За даними штампових випробувань:

$$E = \omega(1 - \mu^2) \frac{\Delta P}{\Delta S} * d$$

де μ – коэф. Пуассона;

ω – коефіцієнт форми штамп $\omega=0,8$; P – питомий тиск на штамп;

A – площа штамп ($A = 5000 \text{ см}^2$);

S – осадка штамп від дії навантаження P ;

d – діаметр круглого штамп площею $A = 5000 \text{ см}^2$ ($d = 79 \text{ см}$)

$\Delta P = 300 - 100 = 200 \text{ кПа}$

$\Delta S = 1,74 - 1,16 = 0,58 \text{ см}$

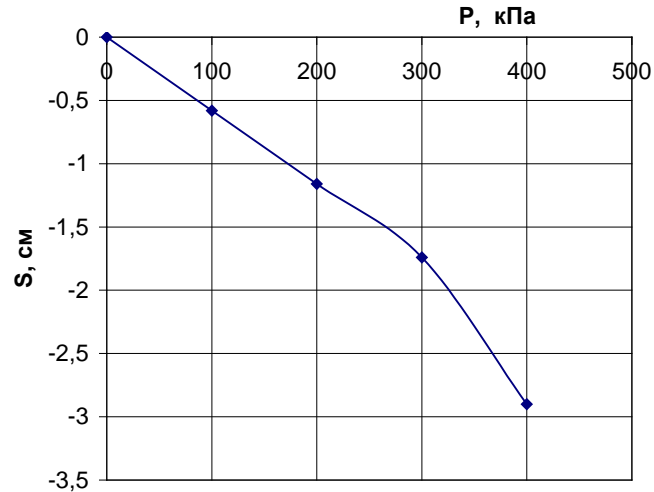


Рис. 2.3. Графік залежності осідань штампу від тиску

$$E = \omega(1 - \mu^2) \frac{\Delta P}{\Delta S} \cdot d = 0,8 \cdot (1 - (0,4)^2) \cdot \frac{200}{0,58} \cdot 79 = 18306,2 \text{ кПа} = 18,31 \text{ МПа}$$

Таблиця 2.1

Зведена таблиця характеристик ґрунтів

№	Найменування ґрунту	γ	γ_s	W	W_L	W_p	μ	e	S_r	I_p	I_L	C	ϕ	E
1	Рослинний шар													
2	Пісок пилюватий													
3	Суглинок напівтвердий													
4	Глина напівтверда													

3. Порядок розрахунку і проектування фундаментів у відкритих котлованах

Згідно ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» розрахунок фундаменту виконується по ряду з найбільшим значенням навантаження на фундамент з метою визначення найбільшої необхідної глибини закладання фундаменту та уніфікації загальної глибини котловану.

3.1. Вибір глибини закладання фундаменту

Глибина закладання фундаменту залежить від таких факторів:

1. *Інженерно-геологічні умови майданчика.*

Згідно інженерно-геологічних умов майданчика будівництва

глибина закладання фундаменту призначається з повною прорізкою слабого шару із заглибленням підшви в шар міцного ґрунту, що підстиляє слабкий, не менш, ніж на 0,5 м:

$$d_1 = h_1 + a \text{ (м)},$$

де h_1 – потужність слабого шару ґрунту, м; $a = 0,5$ м.

Не можна використовувати в якості несучого шару слабкі та структурно-нестійкі ґрунти. Такі ґрунти прорізають фундаментом на всю їхню товщину.

Наприклад: $d_1 = 0,9 + 0,5 = 1,4$ м.

2. Район будівництва (глибина промерзання ґрунту).

$$d_2 = d_f + 0,5$$

Враховуючи глибину промерзання ґрунту глибину закладання фундаменту призначають згідно з розрахунковою глибиною сезонного промерзання ґрунту d_f , що визначається за наступними формулами:

$$d_f = d_{fn} \cdot k_h;$$

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t},$$

де d_f і d_{fn} – розрахункова та нормативна глибини промерзання ґрунту відповідно;

k_h – коефіцієнт впливу теплового режиму споруди (приймається за табл. Г.1 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» (Додаток Ж);

d_0 – величина промерзання ґрунтів різного типу (для суглинків та глин $d_0 = 0,23$; для супісків, пісків дрібних та пилуватих $0,28$; для пісків середньої крупності, великих та гравійних $0,3$; для великоуламкових ґрунтів $0,34$);

M_t – безрозмірний коефіцієнт, чисельно дорівнює сумі абсолютних значень середньомісячних негативних температур за сезон в даному районі.

Для м. Дніпропетровська:

грудень $t = -5,4^0$; січень $t = -4,8^0$; лютий $t = -3,1^0$

$$M_t = t_{XII} + t + t_{II} = 5,4 + 4,8 + 3,1 = 13,3.$$

$$d_{fn} = 0,23 \sqrt{13,3} = 0,84 \text{ м.}$$

$$d_f = 0,84 \cdot 0,5 = 0,42 \text{ м.}$$

Тоді $d_2 = d_f + 0,5 = 0,42 + 0,5 = 0,92$ м.

3. Технологічні особливості будинку.

З урахуванням технологічних особливостей проектного будинку глибина закладання фундаменту повинна призначатися на $0,75 - 0,9$ м нижче рівня підвалів.

$$d_3 = d_b + (0,75 \div 0,9) = 0 + 0,9 = 0,9 \text{ м,}$$

де: d_b – глибина від рівня планування землі до підлоги підвалу або підлоги технологічного простору проектного об'єкту, м (за відсутності підвалу приймають $d_b = 0$).

4. Залежно від навантажень на фундамент:

З урахуванням конструктивних особливостей будинку глибину закладання фундаменту рекомендується призначати залежно від навантажень та приймати за наступних умов:

$500 < N \leq 1000$ кН	$d = 1,0$ м.
$1000 < N \leq 2000$ кН	$d = 1,5$ м.
$2000 < N \leq 3000$ кН	$d = 2,0$ м.
$3000 < N \leq 5000$ кН	$d = 2,5$ м.
$5000 < N$ кН	$d = 3,0$ м.

Приклад.

Розрахунок проводять по ряду „В”, оскільки це ряд з максимальним навантаженням на фундамент - 3800 кН. Відповідно до навантаження приймаємо глибину закладання фундаменту - 2,5 м.

5. Гідрогеологічні умови будівельного майданчика.

Глибина закладання залежить від рівня ґрунтових вод (Р.Г.В.). Фундамент за можливістю повинен перебувати вище рівня ґрунтових вод.

Фундаменти споруд повинні бути на одному рівні. За наявними п'ятьма умовами значень глибини закладання фундаментів приймається глибина закладання d , що задовольняє всім п'яти факторам, тобто максимальна.

У нашому випадку $d_{\max} = 2,5$ м.

Визначення діючих навантажень на фундаменти:

$N = 3800$ кН; $M_x = 300$ кН*м; $M_y = 90$ кН*м.

Коефіцієнт надійності за навантаженням в розрахунках основ за другою групою граничних станів приймають рівним $\gamma_f = 1,0$ (ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»)

$N_p = N \cdot \gamma_f = 3800 \cdot 1,0 = 3800$ кН·м; $M_x = 300$ кН*м; $M_y = 90$ кН*м.

Розрахунки основи повинні виконуватися з використанням розрахункових значень характеристик ґрунтів X :

$$X = X_n / \gamma_g,$$

де X_n - нормативне значення характеристики;

γ_g - коефіцієнт надійності за ґрунтом.

Для попередніх розрахунків основ будівель та споруд I і II рівнів відповідальності і розрахунків основ об'єктів III рівня відповідальності, а також опор повітряних ліній допускається визначати нормативні і розрахункові значення характеристик міцності і деформативності ґрунтів згідно з їх фізичними характеристиками. Нормативні характеристики ґрунтів наведені в таблицях додатку Е ДБН В.2.1-10-2009.

Розрахункові значення характеристик ґрунтів у цьому випадку слід приймати при значеннях коефіцієнтів надійності за ґрунтом:

- у розрахунках основ за деформаціями $\gamma_g = 1$;
- у розрахунках основ за несучою здатністю:

для питомого зчеплення
для кута внутрішнього тертя:
пісків
глинистих ґрунтів

$$\gamma_{g(c)} = 1,5;$$

$$\gamma_{g(\varphi)} = 1,1;$$

$$\gamma_{g(\varphi)} = 1,15.$$

Коефіцієнт надійності за ґрунтом γ_g при обчисленні розрахункових значень характеристик міцності (питомого зчеплення C , кута внутрішнього тертя φ і межі міцності на одноосьовий стиск скельних ґрунтів R_c) призначають залежно від мінливості цих характеристик, кількості визначень і значення довірчої ймовірності α . Для інших характеристик ґрунту допускається приймати $\gamma_g = 1$. Приклад підрахунку характеристик ґрунту наведений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Нормативні та розрахункові характеристики несучого шару
зі суглинку

Нормативні характеристики ґрунту		Коефіцієнт надійності за ґрунтом γ_g	Розрахункові характеристики ґрунту	
			Для розрахунку за першою групою граничних станів	Для розрахунку за другою групою граничних станів
Питоме зчеплення C , кПа	$C_n=68$ кПа	1,5	$C_I = 45,3$ кПа	$C_{II} = 68$ кПа
Кут внутрішнього тертя φ , градуси	$\varphi_n=20^0$	1,1	$\varphi_I=18^0$	$\varphi_{II} = 20^0$
Питома вага γ , кН/м ³	$\gamma_n=19,2$ кН/м ³	1,0	$\gamma_I = 19,2$ кН/м ³	$\gamma_{II}=19,2$ кН/м ³
Модуль деформації E , МПа	$E_n=18,3$ МПа	1,0	-	$E_{II} = 18,3$ МПа

Згідно з ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд», (додаток К) підбираємо коефіцієнти M_g , M_q , M_c та заносимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Коефіцієнти M_g , M_q , M_c до розрахункового опору основи

Кут внутрішнього тертя, φ , градуси	Коефіцієнти		
	M_g	M_q	M_c
$\varphi_{II} = 20^0$	0,51	3,06	5,66

3.2. Розрахунок розмірів фундаменту

1. Попередні розміри фундаменту в плані визначають за розрахунковим опором R_0 при ширині фундаменту $b = 1$ м.

$$R_0 = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \times b' \times \gamma_{II} \times k_z + M_q \times d_1 \times \gamma_{II}' + (M_q - 1) \times d_b \times \gamma_{II}' + M_c c_{II}),$$

де γ_{c1} , γ_{c2} - коефіцієнти умов роботи основи та споруди, що приймаються за табл. Е.7 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»;

k - коефіцієнт рівний 1, якщо характеристики міцності ґрунту (ϕ , c) визначені безпосередніми випробуваннями, а якщо вони прийняті за таблицею В.1 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд», то $k = 1,1$;

M_γ , M_q , M_c - коефіцієнти прийняті за табл. К.1 додатку або за ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»;

k_z - коефіцієнт рівний: при $b < 10$ м - $k_z = 1$, при $b \geq 10$ м - $k_z = z_0/b + 0,2$ (тут $z_0 = 8$ м);

b - ширина фундаменту;

γ_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче подошви фундаменту (за наявності підземних вод визначають з урахуванням зважувальної дії води).

Якщо ґрунт володіє водоупорними властивостями - вага ґрунту приймається без урахуванням зважувальної дії води. Водоупором є глинисті ґрунти: важкі суглинки (щільністю ≥ 18 кН/м³), легкі суглинки твердої, напівтвердої або туго-пластичної консистенції.

Розрахункове значення питомої ваги ґрунту, що залягає нижче рівня ґрунтових вод визначається за формулою:

$$\gamma_{взв} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e},$$

де γ_s - питома вага часток ґрунту; γ_w - питома вага води приймається рівною 10 кН/м³; e - коефіцієнт пористості.

Усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів γ_{II}' , що залягають вище подошви фундаменту визначають за формулою

$$\gamma_{II}' = \frac{h_1 \times \gamma_1 + h_2 \times \gamma_2 + \dots + h_n \times \gamma_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n},$$

де $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ - питомі ваги ґрунтів нашарувань товщиною h_1, h_2, \dots, h_n , що залягають вище подошви фундаменту;

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під подошвою фундаменту;

d_1 - глибина закладання фундаментів безпідвальних будівель від рівня планування або глибина закладання зовнішніх та внутрішніх

фундаментів від рівня підлоги підвалу.

$$d_1 = h_s + h_{cf} \gamma_{cf} / \gamma'_{II},$$

де h_s - товщина шару ґрунту вище подошви фундаменту з боку підвалу, м;

h_{cf} - товщина конструкції підлоги підвалу (приймається бетонна підлога підвалу товщиною 0,1м), м;

γ_{cf} - розрахункове значення питомої ваги конструкції підлоги підвалу (приймається за питомою вагою бетону 22,0 кН/м³) кН/м³;

d_b - глибина підвалу - відстань від рівня планування до підлоги підвалу, м.

2. Обчислюємо площу подошви фундаменту в першому наближенні за формулою:

$$A' = \frac{N \times K}{R_0 - 20d_1}, \text{ м}^2;$$

де K - коефіцієнт прийнятий рівним 1,0 для центрально-завантажених колон квадратного перетину, та 1,2 для позакентровано-навантажених фундаментів з більшим ексцентриситетом навантаження.

3. За площею фундаменту обчислюють розміри фундаменту в плані (ширину та довжину).

Ширина фундаменту:

$$b' = \sqrt{\frac{A'}{n}}; \quad n = \frac{a_k}{b_k},$$

де a_k і b_k – довжина та ширина колони будинку, під яку проектують фундамент.

Довжина фундаменту

$$l' = b' \cdot n.$$

4. Визначають розрахунковий опір ґрунту основи при ширині фундаменту b' :

$$R'' = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \times b' \times \gamma_{II} \times k_z + M_q \times d_1 \times \gamma'_{II} + (M_q - 1) \times d_b \times \gamma'_{II} + M_c c_{II}) 5.$$

Обчислюють площу подошви фундаменту в другому наближенні

$$A'' = \frac{N \times K}{R'' - 20d_1}$$

Ширина подошви фундаменту

$$b'' = \sqrt{\frac{A''}{n}}; \quad l'' = b'' \cdot n$$

Перевіряють збіжність:

$$\eta = \frac{b' - b''}{b'} \leq 0,05.$$

Якщо умова не забезпечена - виконують перерахунок

розрахункового опору R , підставляючи у формулу замість b' значення b'' , визначають нову площу фундаменту A''' та нові розміри b''' й ℓ''' , та знову перевіряють умову збіжності

$$\eta = \frac{b'' - b'''}{b''} \leq 0,05.$$

Розрахунки роблять до забезпечення такої умови.

6. Перевіряють контактні напруги по підшві фундаменту:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} + 20 \cdot d_1 + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq 1,2 \cdot R, \quad \sigma_{\min} = \frac{N}{A} + 20 \cdot d_1 - \frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y} \geq 0,$$

де N , M_x , M_y – зусилля, передані на фундамент від будівлі (приймаються згідно зі завданням);

Моменти опору W_x та W_y підшви фундаменту визначають за формулами:

$$W_x = \frac{b^2 \cdot \ell}{6}, \quad W_y = \frac{b \cdot \ell^2}{6}.$$

Якщо умова не виконана, то при незмінній площі фундаменту, змінюють розміри фундаменту в плані, таким чином щоб збільшити момент опору площі фундаменту. При збільшенні ширини фундаменту W_x зростає, а при збільшенні довжини фундаменту – W_y зростає.

Якщо варіюванням розмірами фундаменту при постійній площі підшви A не виконується умова, то в цьому випадку збільшують розміри фундаменту (з кроком 0,1 м).

Також необхідно перевірити габарити фундаменту, чи поміщаються вони в існуючій сітці колон.

Остаточно приймають обчислені розміри фундаменту з округленням у більшу сторону кратну 0,1 м.

3.3. Обчислення осідань фундаменту

Згідно з ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд», розрахункову схему основи для визначення спільної деформації основи та споруди, застосовують у вигляді лінійно – деформованого півпростору з умовним обмеженням глибини стисненої товщі H_c .

Осідання S з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно – деформованого півпростору визначають методом пошарового підсумовування за формулою (ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд») за формулою:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{z\gamma,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z\gamma,i} h_i}{E_{e,i}},$$

де β – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$\sigma_{zp,i}$ – середнє значення вертикального нормального напруження від

зовнішнього навантаження в i -му шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту;

h_i - товщина i -го шару ґрунту, приймають не більше 0,4 ширини фундаменту;

n - кількість шарів, на які розділена товща основи, що стискається;

$\sigma_{z\gamma,i}$ - середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, в i -му шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підшви, на глибині z від підшви фундаменту;

E_i - модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою первинного навантаження;

$E_{e,i}$ - модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності);

E_i і $E_{e,i}$ - визначаються в межах діючих навантажень від власної ваги ґрунту і будівлі.

При цьому розподілення вертикальних нормальних напружень по глибині основи приймають згідно зі схемою на рисунку 3.1.

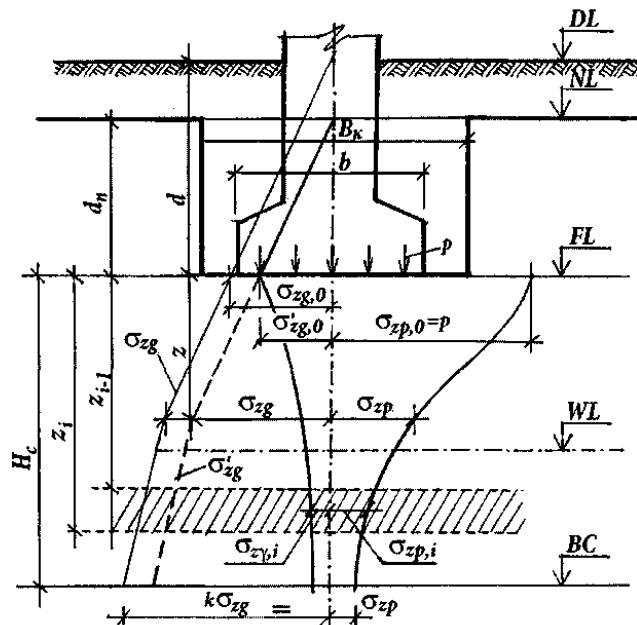


Рис. 3.1. Схема розрахунку осадок фундаменту методом пошарового підсумовування для схеми лінійно-деформованого півпростору DL - позначка планування підсипкою (або зрізкою); NL - позначка поверхні природного рельєфу; FL - позначка підшви фундаменту; WL - позначка рівня підземних вод; BC - нижня межа стисливої товщі; d і d_n - глибина закладання фундаменту відповідно від рівня планування і поверхні природного рельєфу; H_c - глибина стисливої товщі; b - ширина фундаменту; B_k - ширина котловану; p - середній тиск під підшовою фундаменту; σ_{zg} і $\sigma_{zg,0}$ - вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на глибині z від підшви фундаменту і на рівні підшви з врахуванням планування поверхні ґрунтової основи підсипкою (або зрізкою); σ_{zp} і $\sigma_{zp,0}$ - вертикальне напруження від зовнішнього навантаження на глибині z від

підосви фундаменту і на рівні підосви; σ'_{zg} і $\sigma'_{zg,0}$ - вертикальні напруження від власної ваги ґрунту, що утворені при природньому рельєфі на глибині z від підосви фундаменту і на рівні його підосви; $\sigma_{zy,i}$ і $\sigma_{zy,0} = \sigma'_{zg,0}$ - вертикальні напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, що утворені при природньому рельєфі, на глибині z від підосви фундаменту і на рівні його підосви; k - коефіцієнт визначення нижньої межі стисливої товщі

При розрахунках осідань фундаментів, що зводять у котлованах глибиною менше ніж 5 м, допускається у формулі не враховувати другу складову.

Примітка 1. За відсутності даних випробувань модуля деформації $E_{e,i}$ для споруд II і III рівнів відповідальності допускається приймати $E_{e,i} = 5 E_i$.

Примітка 2. Середнє значення напружень $\sigma_{zp,i}$ і $\sigma_{zy,i}$ в i -му шарі ґрунту допускається розраховувати як півсуму відповідних напружень на верхній z_{i-1} та нижній z_i межах шару.

При зведенні будівель у котловані, що відривається, в розрахунках слід розрізняти два види вертикальних напружень: σ'_{zg} - від власної ваги ґрунту до початку будівництва, при якому утворений напружений стан основи; σ_{zg} - після зведення будівлі і планування денної поверхні або зворотного планування в котловані.

Додаткові вертикальні напруження на глибині z від підосви фундаменту σ_{zp} - по вертикалі, що проходить через центр підосви фундаменту, визначаються по формулі

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot p,$$

де α - коефіцієнт, що приймають за таблицею ДБН В.2.1-10-2009 Д. 1 в залежності від відносної глибини до ширини фундаменту, яка дорівнює $\zeta = 2z/b$; p - середній тиск під підосвою фундаменту; $\sigma_{zg,0}$ - вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на рівні підосви фундаменту (при плануванні зрізанням приймається $\sigma_{zg,0} = \gamma'_{II} \cdot d_1$).

Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту σ_{zy} , знятого в котловані до рівня підосви фундаменту, на глибині z від його підосви в прямокутних, круглих і стрічкових котлованах, визначають за формулою

$$\sigma_{zy} = \alpha_k \sigma'_{zg,0},$$

де α_k - коефіцієнт, що приймають за таблицею Д.1 в залежності від відносної глибини та ширини котловану, яка дорівнює $\zeta = 2z/B_k$; $\sigma'_{zg,0}$ - вертикальне напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, на рівні підосви фундаменту.

Послідовність розрахунку осідань фундаменту

1. Обчислюють середній тиск під підосвою фундаменту

$$P = \frac{N}{A} + 20d_1, \text{ (кПа).}$$

2. Масив ґрунту, що нижче підоснови фундаменту умовно розділяють на елементарні шари товщиною $h=0,2b$.

3. Обчислюють коефіцієнти відносної глибини, в залежності від глибини залягання z елементарного шару і ширини фундаменту b :

$$\xi = \frac{2z}{b}.$$

4. За табл. Д.1 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» залежно від співвідношення довжини до ширини фундаменту $\eta = \ell/b$ і коефіцієнта відносної глибини ξ визначають коефіцієнт α_i розсіювання напружень на границі кожного елементарного шару.

5. Обчислюють вертикальні нормальні напруження на границі кожного елементарного шару:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot P.$$

6. Для встановлення границі стисненої товщі обчислюють дані для побудови епюри напружень від власної ваги ґрунту.

Природний тиск ґрунту на рівні підоснови фундаменту визначають, як суму напружень від власної ваги ґрунтових шарів, що розташовані вище рівня підоснови фундаменту:

$$\sigma_{zg0} = \sum_{i=1}^n \gamma'_i \cdot h_i,$$

де γ'_i - питома вага ґрунту i -го шару, що знаходиться вище підоснови фундаменту;

h_i - товщина i -го шару ґрунту.

Природний тиск в масиві ґрунту нижче підоснови фундаменту визначають як суму напружень від ґрунтових нашарувань, в тому числі, що знаходяться вище підоснови фундаменту. Наприклад, для першого елементарного слою, що розташований під підосввою фундаменту $\sigma_{zg1} = \sigma_{zg0} + \gamma_1 h_1$, а для наступних $\sigma_{zgi+1} = \sigma_{zgi-1} + \gamma_i h_i$.

Нижче рівня ґрунтових вод при визначенні напружень від власної ваги ґрунту, приймається до уваги, що питома вага ґрунту визначається з урахуванням зважувальної дії води для ґрунтів, які не є водоупорам.

Далі визначають нижню границю стисненої товщі (НГСТ).

Нижня границя стисненої товщі НГСТ визначається за умовою, де додаткові напруження становлять 20% напружень від власної ваги ґрунту. Тобто нижче цієї границі виконується умова:

$$0,2\sigma_{zg} \geq \sigma_{zp}$$

7. За обчисленими значеннями вертикальних нормальних напружень та від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, на границях кожного елементарного шару ґрунту, будують епюру розподілу вертикальних нормальних напружень у масиві ґрунту. Епюру σ_{zpi} будують праворуч від вертикальної осі z , що проходить через центр підоснови фундаменту, з

початком на рівні підоснови фундаменту та розповсюдженням її по глибині нижче рівня границі стисненої товщі. Епюру $\sigma_{z\gamma i}$ будують ліворуч від вертикальної осі z з початком на рівні планувальної позначки і розповсюдженням по глибині. Рекомендується приймати масштаб - в 1см =50кПа. На епюрі на визначеній глибині за п. 6 проводять горизонтальну пряму, що характеризує нижню границю стисненої товщі.

8. Визначають вертикальне напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану на границі кожного елементарного i -того шару ґрунту нижче підоснови фундаменту:

$$\sigma_{z\gamma, i} = \alpha_k \cdot \sigma_{zg, 0},$$

де α_k – коефіцієнт розсіювання напружень на границі кожного елементарного шару, приймається за табл. Д.1 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» залежно від співвідношення довжини до ширини котловану $\eta_k = L_k / B_k$ і коефіцієнта відносної глибини ξ .

9. Якщо глибина закладання фундаменту менше ніж 5м, то осідання фундаменту визначають за формулою:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp, i}^{cp} - \sigma_{z\gamma, i}^{cp}) h_i}{E_i},$$

де $\sigma_{zp, i}^{cp}$ – середнє значення вертикального нормального напруження в елементарному i -тому шарі, визначається як півсума напружень на верхній і нижній границі i -того шару;

де $\sigma_{z\gamma, i}^{cp}$ – середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, в елементарному i -тому шарі, визначається як півсума напружень на верхній і нижній границі i -того шару;

E_i – модуль деформації i -того шару ґрунту.

Наприклад, в 4-му елементарному шарі середнє значення вертикального нормального напруження визначатиметься за виразом $\sigma_{zp4}^{cp} = (\sigma_{zp3} + \sigma_{zp4})/2$, а середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану - $\sigma_{z\gamma4}^{cp} = (\sigma_{z\gamma3} + \sigma_{z\gamma4})/2$.

Всі розрахункові дані заносять до таблиці

Таблиця 3.3

ξ	h, м	α	σ_{zpi}	σ_{zp}^{cp}	$\gamma, \text{кН/м}^3$	σ_{zgi}	$0,2\sigma_{zgi}$	α_k	$\sigma_{z\gamma i}$	$\sigma_{z\gamma}^{cp}$	E, МПа	$S_i, \text{м}$
0	0			-						-	-	0
...	0,2b											...
...	0,4b											...
...	...b											$\Sigma=$

13. Загальна вимога до осідань згідно ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»

$$S \leq S_u$$

де S_u - граничне значення спільної деформації основи та споруди, яке нормоване ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» табл. И.1 в залежності від конструктивної схеми будівлі.

Розрахункове значення осідання не повинне перевищувати граничне. Якщо умова не виконується необхідно збільшити розміри подошви фундаменту та виконати повторний розрахунок осідань.

3.4. Конструювання фундаменту

По розрахованих розмірах фундаментів в плані, глибині закладення, розміру перерізу колон у плані задають конструкцію фундаменту.

Позначка верха фундаменту призначається на 0,15м нижче позначки підлоги першого поверху. Висоту фундаменту додатково корегують умовою встановлення колони в стакан фундаменту.

Глибину закладання колони в стакан h_3 приймають рівною h_k для центрально-навантажених фундаментів з квадратною формою подошви. Для прямокутних фундаментів глибина закладання колони приймається в інтервалі $h_k < h_3 \leq 1,4h_k$

Товщину стінок неармованого стакана в верхній частині приймають не менше 0,75 від глибини стакана і не менше 200 мм.

Товщина армованої стаканної частини приймається з розрахунку згідно ДБН Д.2.2-6-99 «Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні», але не менше 200 мм.

Зазори між стінками стакана і колони приймають рівними 75 мм в верхній частині стакана і 50мм в нижній частині. Для замонолічування колони в стакані фундаменту приймається бетон класу не менш ніж В15.

Товщину дна стакана приймають з розрахунку на розколювання, але не меншу ніж 200 мм. У тих випадках, коли висоту фундаменту з урахуванням всіх факторів (глибини закладання, верхньої позначки стакана, глибини стакана, товщини дна стакана) виходить велика, то висоту фундаменту варто збільшувати за рахунок підколонника. При цьому фундамент по висоті розділяють на плитну частину й підколонник. Якщо розміри фундаменту в плані не перевищують відповідно $b \leq b_k + 2h_\phi$ и $l < l_k + 2h$, то фундамент конструюють з підвищеною стаканною частиною (підколонником) (рис. 3.2).

При конструюванні фундаменту під колони необхідно враховувати, те що висота повинна бути кратна 100 мм (для монолітних фундаментів) і 300 мм (для збірних фундаментів).

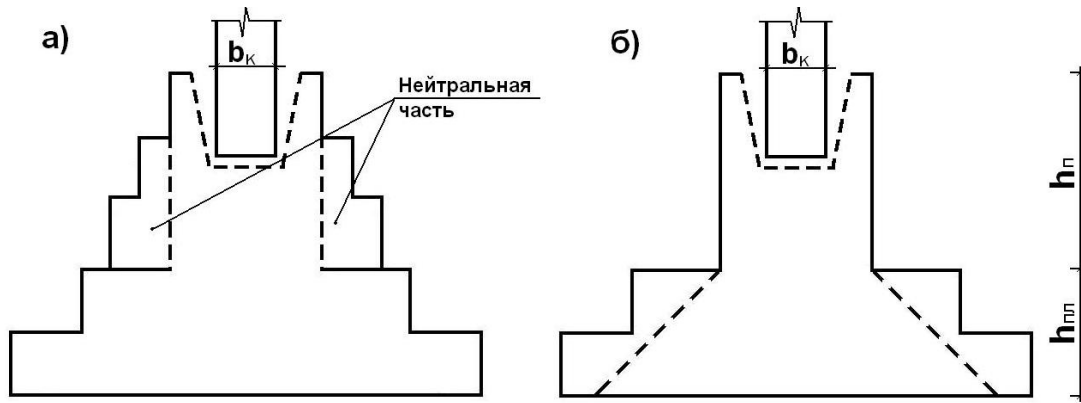


Рис. 3.2. Схема конструювання фундаменту з підвищеною стаканною частиною: а) масивний фундамент; б) фундамент з підколони́ком.

Висоту підколони́ка призначають конструктивно: зверху колону занурюють на глибину $(1 \div 1,4h_K)$ в підколони́к. Товщину дна стакана необхідно приймати з розрахунку на розколювання й продавлювання, але не менше 200 мм.

Розміри підколони́ка в плані призначають конструктивно й приймають рівними:

$$b_{пк} = b_K + 0,6 \text{ м}$$

$$a_{пк} = a_K + 0,6 \text{ м}$$

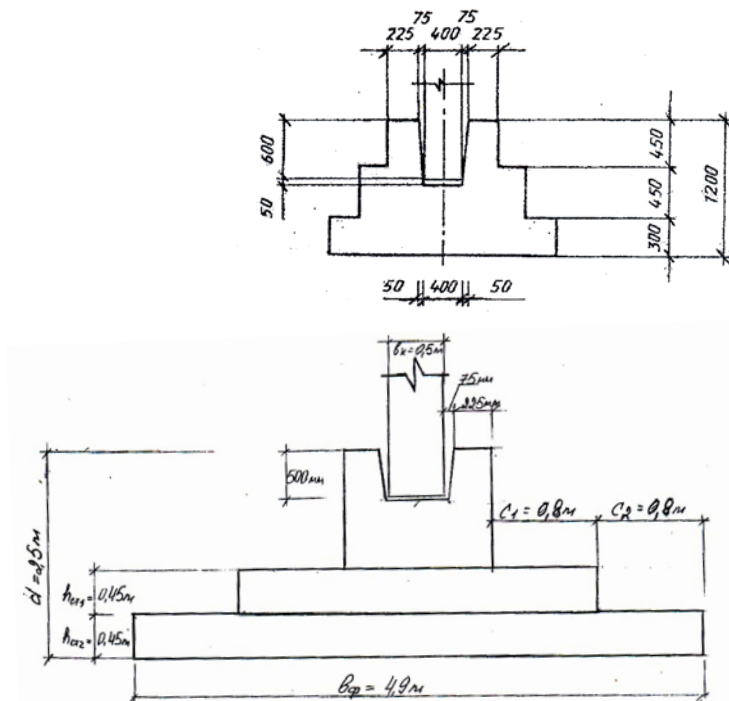


Рис. 3.3. Приклад конструції фундаменту

Максимальний нижній виступ фундаменту визначають за умовою міцності на зріз:

$$C_H = (H_{пл} \cdot R_{bt}) / P_{ср}.$$

Допустимий виліт плит визначають конструктивно за умови $1,8 \div 3$ висоти плити H_0 .

Конструкцію гнучкого фундаменту перевіряють за умовою міцності на продавлювання.

Необхідна висота конструкції фундаменту, або його плитної частини за умовою забезпечення міцності конструкції на продавлювання визначають:

$$h_{тр} = \frac{N_{пред}}{K \times R_{bt} \times b_{ср}}; \text{ де } N_{пред} = P_{ср} \times A_{пред}; P_{ср} = \frac{N}{A} + 20d_1;$$

$$A_{пред} = A_{общ} - A_{продав}; A_{продав} = \ell_{продав} \times b_{продав}; \ell_{продав} = a_k + 2H_{пл};$$

$$b_{продав} = b_k + 2H_{пл}; b_{ср} = b_k + a_k + \ell_{продав} + b_{продав}; K = 0,8.$$

Для обраного типу фундаменту визначається висота конструкцій фундаменту або його плитної частини по формулі.

$$H_{пл} = 0,5b_{нк} \left[\sqrt{1 + \frac{4[2b(\ell - a_{нк}) - (b - b_{нк})^2]}{(3\alpha + 4)b_{нк}^2}} - 1 \right],$$

де ℓ, b - розміри підошви фундаменту в плані, $\alpha = R_{bt} / P_{ср}$.

$P_{ср}$ - середнє навантаження під підошвою фундаменту, R_{bt} - розрахунковий опір матеріалу фундаменту розтягання приймають ДБН Д.2.2-6-99 «Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні» (залежно від класу бетону).

Обчислену по формулі оптимальну висоту фундаменту або його плитної частини $H_{пл}$ розділяють по висоті на виступи, висотою що кратна 150 мм (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Висота плити $H_{пл}$	Число виступів	Висота виступу, м		
		нижньої	другої	третьої
$H_{пл} \leq$	1	0,3	-	-
$0,3 < H_{пл} \leq 0,45$	1	0,45	-	-
$0,45 < H_{пл} \leq 0,6$	2	0,3	0,3	-
$0,6 < H_{пл} \leq 0,75$	2	0,3	0,45	-
$0,75 < H_{пл} \leq 0,9$	3	0,3	0,3	0,3
$0,9 < H_{пл} \leq 1,05$	3	0,3	0,3	0,45
$1,05 < H_{пл} \leq 1,2$	3	0,3	0,45	0,45
$1,2 < H_{пл} \leq 1,35$	3	0,45	0,45	0,45
$1,35 < H_{пл} \leq 1,50$	3	0,45	0,45	0,6
$1,50 < H_{пл} \leq 1,65$	3	0,45	0,6	0,6
$1,65 < H_{пл} \leq 1,8$	3	0,6	0,6	0,6

3.5. Техніко-економічні розрахунки улаштування фундаментів

Вибір найбільш економічного варіанту фундаменту розробляють на основі техніко-економічного порівняння, виходячи з конструктивних особливостей фундаментів з урахуванням прийнятого засобу провадження робіт нульового циклу. В контрольній роботі приймають лише загальні схеми виробництва робіт, прийнятні за даних інженерно-геологічних умов і конструкцій фундаментів. Для варіантів підраховують об'єми основних робіт (земляних, бетонних, гідроізоляційних), їх вартість і трудомісткість.

Для фундаментів мілкового закладання підрахунок об'ємів робіт ведуть відповідно до накресленого в масштабі поперечного профілю котловану. На цьому кресленні пунктирною лінією наносять контур фундаменту. Для полегшення підрахунку обсягів робіт креслять план котловану та фундаменту. Зазначені креслення виконують схематично в пояснювальній записці в масштабі від 1:50 до 1:200. На всіх перерізах і профілях показують границі ґрунтових шарів, їх найменування, рівень ґрунтових вод.

Підрахунок об'ємів будівельних робіт виконується в табличній формі (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Об'єми будівельних робіт

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Формула підрахунку	Об'єм робіт

Складання розрахунку за укрупненими розцінками. У контрольній роботі проводиться складання розрахунку за укрупненими розцінками. Підрахунок виконується в табличній формі.

Таблиця 3.6

Розрахунок за укрупненими розцінками та показниками на загально-будівельні роботи

№ п/п	№ розцінок	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Вартість, грн.	
					Одиниці	Загальна

Таблиця 3.7

Кошторисні норми для виконання фундаментів

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Ціна в грн.
1	2	3	4
1	Розробка котлованів екскаваторами	100м ³	53,27
2	Зворотне засипання котлованів бульдозером ґрунтом 1 групи з переміщенням до 5м	100м ³	14,59
3	Щебенева підготовка	1м ³	53,77
4	Фундаменти бетоні	1м ³	203,74
5	Виконання бетонних стаканів під колони	1м ³	270,54
6	Гідроізоляція бічних поверхонь стін і фундаментів бітумом	1м ²	4,83
7	Водозниження в піщаних ґрунтах	1м ³	16,7
8	Ущільнення ґрунту важкими трамбівками	1м ³	4,18

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд.
2. ДСТУ Б.В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація.
3. Ґрунтоведение /Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенський Е.А., Голодковская Г.А., Васильчик Ю.К., Зиагиров Р.С. под ред. В.Т. Трофимова – 6-е изд. перераб. и доп. – М.: Из-во МГУ, 2005. – 1024 с. (классический университетский учебник)

Міністерство освіти і науки України

Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Кафедра землевпорядкування, будівництво автодоріг та геодезії

ЗАВДАННЯ

на контрольну роботу за курсом
«Ґрунтознавство, основи та фундаменти»

Студент _____ група _____ факультет _____
ПІБ _____

Дано: розміри будинку або споруди; крок та перетини колон; кількість поверхів; навантаження, згинальні моменти; район будівництва, інженерно-геологічні умови майданчика будівництва, потужності геологічних відкладень, основні фізичні та механічні характеристики ґрунтів.

Необхідно:

1. Визначити відсутні фізико-механічні характеристики ґрунтів кожного геологічного нашарування, побудувати геологічний розріз.
2. Визначити глибину закладання фундаменту.
3. Розрахувати та запроектувати (законструювати) фундамент під колону на природній основі.
4. Виконати техніко-економічні розрахунки улаштування фундаменту.

На кресленні повинні бути показані:

1. Конструктивна схема будівлі план і розріз (М 1:500).
2. Геологічний розріз майданчика будівництва із вказівкою фізико-механічних характеристик ґрунтів.
3. Конструкція фундаменту (плани та розрізи М 1:100, 1:50, 1:25).
4. Епюри розподілу природного σ_{zk} та додаткового σ_{zp} тисків під фундаментом.
5. Таблиця техніко-економічного розрахунку.

Керівник контрольної роботи

Дата видачі завдання «__» _____ 20__ р

Продовження табл. Б.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ряд А, N, кН	2500	2268	1836	4320	1100	1200	1100	1600	2200	1900
у площині M _x , кН*м	290	320	210	540	150	180	180	210	250	190
із площини M _y , кН*м	190	100	120	540	100	180	90	45	250	50
Ряд Б, N, кН	4500	6300	5510	5760	2600	5000	2300	3100	5100	5300
у площині M _x , кН*м	350	520	480	620	290	620	270	360	640	480
із площини M _y , кН*м	160	160	100	200	140	150	110	120	130	60
Ряд В, N, кН	5400	6300	5508	4320	2600	5000	3800	4000	3400	4200
у площині M _x , кН*м	420	520	480	540	290	620	300	490	420	420
із площини M _y , кН*м	90	160	100	150	140	160	90	160	200	50
Ряд Г, N, кН	3500	2268	3672	2830	1100	1200	1100	1600	1500	1100
у площині M _x , кН*м	470	320	420	350	150	180	180	210	180	160
із площини M _y , кН*м	45	100	140	150	100	160	90	45	180	80
11. Планувальна відмітка, м	-0,60	-0,45	-0,30	-0,15	-0,60	-0,45	-0,30	-0,15	-0,60	-0,45
12. Відмітка підлоги підвалу, м	-	-2,0	-	-2,5	-	-2,8	-	3,0	-	2,0
13. Район будівництва.	Дніпропетровськ									
14. Клас бетону	В15	В20	В25	В30	В35	В15	В20	В25	В30	В35

Умовні графічні позначення основних видів ґрунтів, їх консистенції і ступеня вологості на інженерно-геологічних розрізах і колонках (ДСТУ Б А.2.4-13-97)

Позначення Обозначение	Найменування ґрунту Наименование ґрунта	Консистенція Консистенция	Ступінь вологості Степень вологості
	Супісок, суглинок, глина Супесь, суглинок, глина	Тверда Твердая	-
	Пісок Песок	-	Маловологий Маловлажный
	Суглинок, глина Суглинок, глина	Напівтверда Полутвердая	-
	Те саме То же	Тугопластична Тугопластичная	-
	Супісок Супесь	Пластична Пластичная	-
	Пісок Песок	-	Вологий Влажный
	Суглинок, глина Суглинок, глина	М'якопластична Мягкопластичная	-
	Те саме То же	Плиннопластична Текучепластичная	-
	Те саме То же	Плинна Текучая	-
	Пісок Песок	-	Насичений водою Насыщенный водой

Додаток Г

Позначення Обозначение	Найменування Наименование
Осадні ґрунти Осадочные ґрунти	
	1 Алевроліт Алевролит
	2 Ангідрит Ангидрит
	3 Аргіліт Аргиллит
	4 Брекчія Брекчия
	5 Валуни Валуны
	6 Галька
	7 Гіпс Гипс
	8 Глина
	9 Гравеліт Гравелит
	10 Гравій Гравий

Додаток Д

Відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 25100-82 піщані ґрунти класифікуються залежно від коефіцієнта пористості та ступеню вологості

Тип ґрунту	Вид ґрунту		
	щільний	Середньої щільності	Рихлий
Пісок: Гравійний, крупний і середньої крупності	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e > 0,70$
дрібний	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Пилуватий	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Різновид піщаних ґрунтів	Ступінь вологості
Мало вологі	$0 < e \leq 0,50$
Вологі	$0,5 < e \leq 0,80$
Насичені водою	$0,8 < e \leq 1,0$

По числу пластичності I_p пилувато-глинистих ґрунтів розділяють на типи

Супісок	$0,01 \leq I_p \leq 0,07$
Суглинок	$0,07 \leq I_p \leq 0,17$
Глини	$0,17 < I_p$

В залежності від консистенції глинисті ґрунти розділяють на різновиди за показником текучості I_L

Супіски		Суглинок і глина	
Тверді	$I_L < 0$	Тверді	$I_L < 0$
		Напівтверді	$0 < I_L \leq 0,25$
Пластичні	$0 \leq I_L \leq 1$	Туго-пластичні	$0,25 < I_L \leq 0,50$
		М'яко-пластичні	$0,50 < I_L \leq 0,75$
Текучі	$1 < I_L$	Текуче-пластичні	$0,75 < I_L \leq 1$
		Текучі	$1 < I_L$

Додаток Е
Таблиця Е.1

Нормативні значення питомого зчеплення c_n , кПа, кута внутрішнього тертя φ_n , град, і модуля деформації E , МПа, пісків четвертинних відкладів

Піски	Позначення характеристик ґрунтів	Характеристики ґрунтів при коефіцієнті пористості e			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелисті і крупні	c_n	2	1	-	-
	φ_n	43	40	38	-
	E	50	40	30	-
Середньої крупності	c_n	3	2	1	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50	40	30	-
Дрібні	c_n	6	4	2	-
	φ_n	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пилуваті	c_n	8	6	4	2
	φ_n	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

Таблиця Е.2

Нормативні значення питомого зчеплення c_n , кПа, кута внутрішнього тертя φ_n , град., глинистих нелесових ґрунтів четвертинних відкладів

Найменування ґрунтів і межі нормативних значень їх показника текучості		Позначення характеристик ґрунтів	Характеристики ґрунтів при коефіцієнті пористості e						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супіски	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	21	17	15	13	-	-	-
		φ_n	30	29	27	24	-	-	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,75$	c_n	19	15	13	11	9	-	-
		φ_n	28	26	24	21	18	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	47	37	31	25	22	19	-
		φ_n	26	25	24	23	22	20	-
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	c_n	39	34	28	23	18	15	-
		φ_n	24	23	22	21	19	17	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	c_n	-	-	25	20	16	14	12
		φ_n	-	-	19	18	16	14	12

Продовження табл. Е.2

Глини	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c_n	-	81	68	54	47	41	36
		φ_n	-	21	20	19	18	16	14
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	c_n	-	-	57	50	43	37	32
		φ_n	-	-	18	17	16	14	11
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	c_n	-	-	45	41	36	33	29
		φ_n	-	-	15	14	12	10	7

Таблиця Е.3

Нормативні значення модуля деформації глинистих нелесових ґрунтів

Походження і вік ґрунтів	Найменування ґрунтів і межі нормативних значень їх показника текучості I_L		Модуль деформації E , МПа, при коефіцієнті пористості e											
			0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6	
Четвертинні відклади	Алювіальні, делювіальні, озерні, озерно-алювіальні	Супіски	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-	-	-	-
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-	-	-	-
	$0,5 \leq I_L \leq 0,75$		-	-	-	17	12	8	6	5	-	-	-	
	Глини	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12	-	-	-	
		$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9	-	-	-	
		$0,5 \leq I_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15	12	9	7	-	-	-	
	Флювіогляціальні	Супіски	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	33	24	17	11	7	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	40	33	27	21	-	-	-	-	-	-
			$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	35	28	22	17	14	7	-	-	-	-
$0,5 \leq I_L \leq 0,75$			-	-	-	17	13	10	-	-	-	-	-	

Продовження табл. Е.3

Моренні	Супіски Суглинки	$I_L \leq 0,5$	60	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Юрські відклади оксфордського ярусу	Глини	$-0,25 \leq I_L \leq 0$	-	-	-	-	-	-	27	25	22	-	-
		$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	-	24	22	19	15	-
		$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	10

Додаток Ж
Таблиця Ж.1Коефіцієнт k_h

Особливості споруди	Коефіцієнт k_h при розрахунковій середньодобовій температурі повітря в приміщенні, що примикає до зовнішніх фундаментів, °С				
	0	5	10	15	20 і більше
Без підвалу з підлогами, що влаштовують:					
- по ґрунту;	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
- на лагах по ґрунту;	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
- по утепленому цокольному перекриттю	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
З підвалом чи технічним підпіллям	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Примітка 1. Наведені в таблиці В.1 значення коефіцієнта k_h відносяться до фундаментів, у яких відстань від зовнішньої грані стіни до краю фундаменту $a_f < 0,5$ м; якщо $a_f \geq 1,5$ м, значення коефіцієнта k_h підвищуються на 0,1, але не більше ніж до значення $k_h = 1$; при проміжному розмірі a_f значення коефіцієнта k_h визначають інтерполяцією.

Примітка 2. До приміщень, що примикають до зовнішніх фундаментів, відносяться підвали і технічні підпілля, а за їх відсутності - приміщення першого поверху.

Примітка 3. При проміжних значеннях температури повітря коефіцієнт k_h приймають з округленням до найближчого меншого значення, зазначеного в таблиці.

Додаток К
Таблиця К.1

Коефіцієнти M_γ , M_q , M_c

Кут внутрішнього тертя φ_{11} , град.	Коефіцієнти			Кут внутрішнього тертя φ_{11} , град.	Коефіцієнти		
	M_γ	M_q	M_c		M_γ	M_q	M_c
0	0	1,00	3,14	23	0,66	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

