

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних робіт з дисципліни

«СПЕЦІАЛЬНІ ФУНДАМЕНТИ»

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

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Спеціальні фундаменти» (для здобувачів 4 (3-го прискореного) курсу, спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Г. М. Левенко, О. В. Гаврилюк. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 23 с.

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

Рецензент

Є. А. Яковлев, кандидат технічних наук, доцент

Рекомендовано кафедрою механіки ґрунтів, фундаментів та інженерної геології, протокол № 6 від 16.02.2021.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Тематичний план практичних занять.....	5
2 Розрахунок підпірної стіни.....	6
2.1 Розрахунок стійкості підпірної стіни проти плаского зсуву...	6
2.2 Розрахунок стійкості підпірної стіни проти загального зсуву.	10
2.3 Розрахунок основи за деформаціями.....	11
2.4 Визначення зусиль в елементах підпірної стіни.....	14
2.5 Розрахунок міцності елементів підпірної стіни за нормальними і похилими перерізами.....	18
Додаток А.....	20
Додаток Б.....	21
Додаток В.....	22

ВСТУП

Методичні рекомендації складені відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Спеціальні фундаменти» для здобувачів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – Промислове та цивільне будівництво.

Практичні заняття дозволяють закріпити лекційний матеріал і сприятимуть підготовці студентів до своєї майбутньої практичної і наукової діяльності в галузі будівництва.

Практичні заняття складені таким чином, щоб пояснити і доповнити лекційний матеріал. Заняття проводяться під керівництвом викладача по семи темам з поточним контролем знань за допомогою тестування на платформі Moodle або проведенні усного опитування.

Згідно з цими методичними вказівками студенти вивчають етапи розрахунку інженерної споруди, призначеній для стабілізації похилих або відкосних ґрунтових профілів, а саме ***гравітаційної, тонкостінної, кутової, збірної залізобетонної підпірної стінки.***

Розрахунки проводяться згідно будівельних норм України та спираються на діючу нормативні документа (ДБН та тощо).

До методичних вказівок додається список літератури, яким рекомендується користуватися при підготовці до практичних занять.

1 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Тема	Зміст (план)	Кількість ауд. годин**
Змістовий модуль 1		
Тема 1.	Вивчення стійкості масивної підпірної стіни проти плаского зсуву.	1
Тема 2.	Розрахунок гравітаційних кутових підпірних стін на зсув.	2
Змістовий модуль 2		
Тема 3.	Визначення зусиль в елементах гравітаційних кутових підпірних стін.	1
Тема 4.	Визначення навантажень, що діють на гравітаційну кутову підпірну стіну. Виконання розрахунку за трьома площинами зсуву.	2
Змістовий модуль 3		
Тема 5.	Визначення зусиль в елементах навантаження, основних комбінацій навантажень, особливих комбінацій навантажень на пішохідний тунель мілкового укладання.	2
Тема 6.	Збір навантажень та розрахунок консольних підпірних стін.	2
Тема 7.	Розрахунок міцності елементів підпірної стіни по нормальним і похилих перерізах	3

2 РОЗРАХУНОК ПІДПІРНОЇ СТІН

2.1 Вивчення стійкості кутової підпірної стіни проти плоского зсуву

У розділі перш за все необхідно визначити геометрію прийнятої конструкції.

Для тонкостінної, кутової, збірної залізобетонної підпірної стінки висота лицьовій панелі h приймається з урахуванням карнизного блоку в залежності від заданої величини підпору H . Ширина фундаментної плити b вибирається за додатком 1, але з використанням наближеної формули:

$$b = 0.5 \times (h + 2.2), \quad (1)$$

де h – висота лицьової панелі, м.

У скомпонованому вигляді підпірна стіна наводиться на рисунку 1 і служить основою для розрахунків.

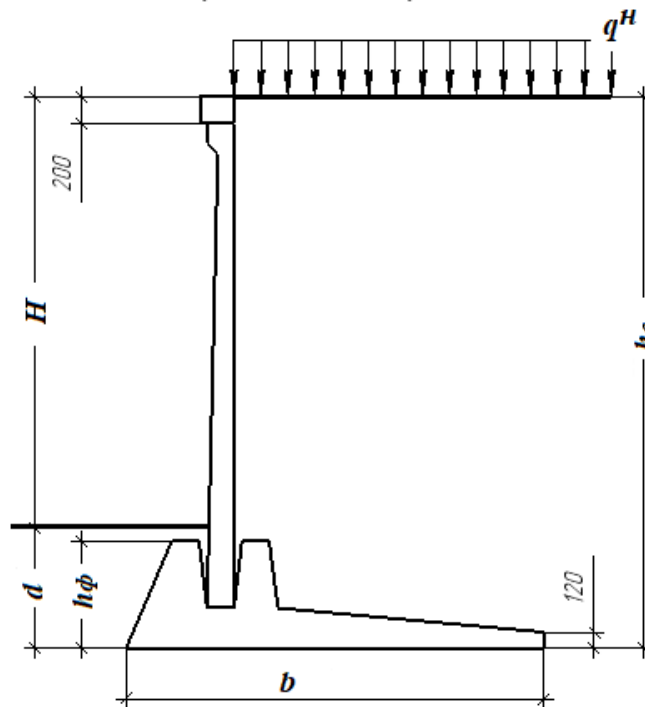


Рисунок 1 – Загальний вигляд підпірної стінки

Для визначення контуру ґрунту під призмою обвалення (рис. 2) використовують кут нахилу площини обвалення в градусах:

$$\theta = 45^\circ - \frac{\phi_1'}{2}, \quad (2)$$

де ϕ_1' – розрахункове значення кута внутрішнього тертя ґрунту засипки в градусах при розрахунку по I групі граничних станів (по міцності і стійкості).

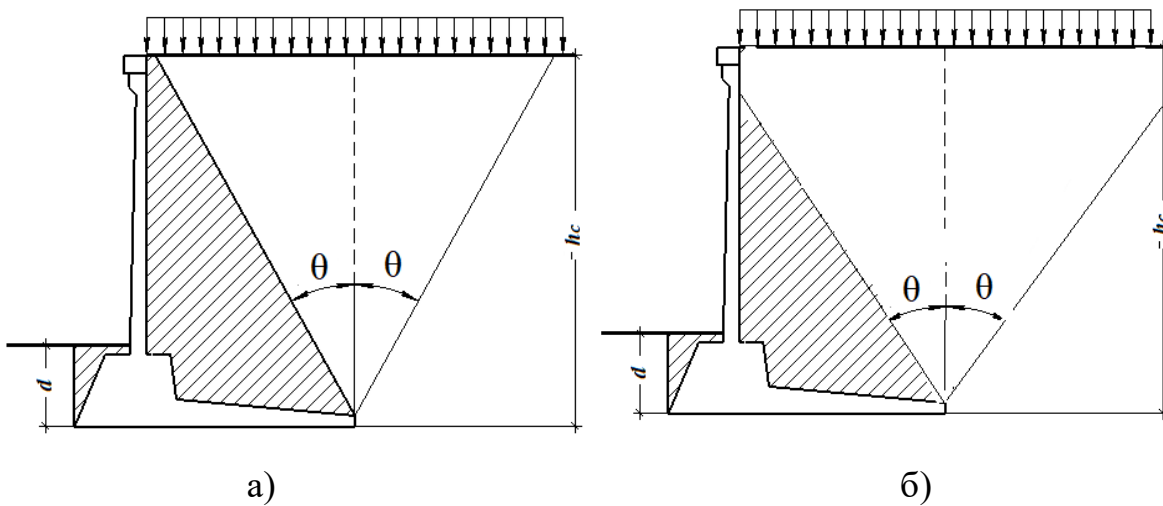


Рисунок 2 – Призма обвалення:
а) симетрична, б) несиметрична

При розрахунку основи за деформаціями в формулу (2) підставляють значення φ_{II}' .

Залежно від величини кута θ , висоти стіни і довжини задньої консолі фундаментної плити обрис контуру ґрунту під призмою обвалення може бути трикутним або трапецієподібним. У будь-якому випадку основу отриманої фігури допускається приймати горизонтальною з урахуванням середньої товщини фундаментної плити.

Вагу ґрунту в знайденому контурі додають до ваги підпірної стіни.

Коефіцієнт горизонтальної складової активного тиску ґрунту визначається за формулою:

$$\lambda_{\Gamma} = \left[\frac{\cos(\varphi - \xi)}{\cos \xi \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \times \sin \varphi}{\cos(\xi + \delta) \cos \xi}} \right)} \right]^2 \quad (3)$$

де φ – кут внутрішнього тертя ґрунту;

ξ – кут нахилу задньої стінки чи площини обвалення;

δ – кут тертя ґрунту на контактi зі стіною.

Для визначення λ_{Γ} приймається:

➤ при розрахунку стійкості стіни φ_I' , $\delta = \varphi_I'$, $\xi = \theta$, $\theta = 45^\circ - \frac{\varphi_I'}{2}$;

➤ при розрахунку деформації основи φ_{II}' , $\delta = \varphi_{II}'$, $\xi = \theta$, $\theta = 45^\circ - \frac{\varphi_{II}'}{2}$;

➤ при розрахунку зусиль в елементах стіни φ_I' , $\delta = 0$, $\xi = 0$.

Горизонтальну і вертикальну складові активного тиску ґрунту на глибині h_c з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,1$ визначають за формулами:

$$\sigma_{\Gamma} = \gamma_f \times \gamma'_I \times h_c \times \lambda_{\Gamma}; \quad (4)$$

$$\sigma_B = \sigma_{\Gamma} \times \tan(\Sigma + \delta). \quad (5)$$

При цьому необхідно пам'ятати, що розрахунок підпірної стіни ведеться на один погонний метр її довжини.

Горизонтальна і вертикальна складова сумарного активного тиску:

$$E_{\Gamma} = 0,5 \times \sigma_{\Gamma} \times h_c; \quad (6)$$

$$E_B = 0,5 \times \sigma_B \times h_c. \quad (7)$$

Горизонтальна і вертикальна складові активного тиску ґрунту від рівномірно розподіленого навантаження q^H визначаються з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,2$:

$$\sigma_{q\Gamma} = \gamma_f \times q^H \times \lambda_{\Gamma}; \quad (8)$$

$$\sigma_{qB} = \sigma_{q\Gamma} \times \tan(\Sigma + \delta). \quad (9)$$

Горизонтальна і вертикальна складові сумарного активного тиску ґрунту від навантаження q^H

$$E_{q\Gamma} = \sigma_{q\Gamma} \times h_c; \quad (10)$$

$$E_{qB} = \sigma_{qB} \times h_c. \quad (11)$$

Вагу ґрунту над передньою консоллю (площею A_n) знаходять з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 0,9$:

$$q_1 = \gamma_f \times A_n \times \gamma'_I. \quad (12)$$

Вагу ґрунту над задньою консоллю (площею A_3) визначають з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,1$:

$$q_4 = \gamma_f \times A_3 \times \gamma'_I. \quad (13)$$

Вагу лицьовій і фундаментної плит знаходять з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 0,9$, використовуючи дані додатка 1:

$$q_2 = \gamma_f \times P_{\text{л}} \times \frac{1}{2,95}; \quad (14)$$

$$q_3 = \gamma_f \times P_{\text{ф}} \times \frac{1}{2,95}. \quad (15)$$

Для знайдених сил повинні бути визначені координати точок прикладання l_i і z_i (рис. 3) щодо осей, що проходять через центр ваги підшоши фундаментної плити, який ділить ширину підшоши b на дві рівні частини.

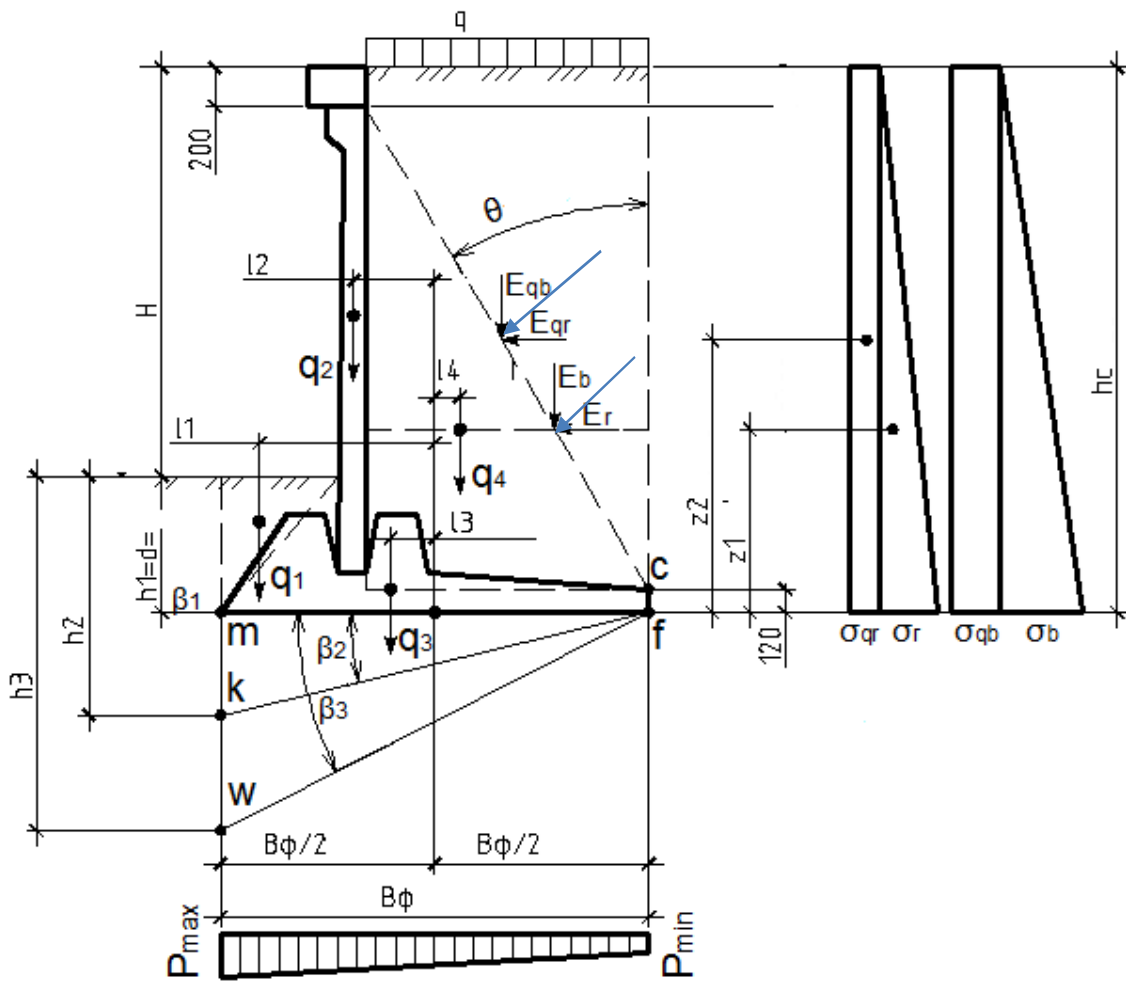


Рисунок 3 – Схема визначення стійкості підпірної стінки

Розрахунок стійкості підпірної стіни проводять в три послідовні етапи:

➤ **1-й етап:** розрахунок стійкості проти плоского зсуву виконується при $\beta_1 = 0$ (рис. 3).

Для цього випадку визначають сумарний пасивний тиск при $\lambda_n=1$ і коефіцієнті надійності по навантаженню $\gamma_f = 0,9$:

$$E_{n1} = 0.5 \times \gamma_f \times \gamma_I' \times h_1^2 \times \lambda_n. \quad (16)$$

Тут h_1 збігається з глибиною закладення фундаментної плити d Зсувна і утримуюча сили:

$$F_{sa} = E_\Gamma + E_{q\Gamma}; \quad (17)$$

$$F_{sr} = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + E_B + E_{qB}) \times \tan(\varphi_I + \beta_1) + E_{n1}. \quad (18)$$

Стійкість проти зсуву (для випадку $\beta_I = 0$) забезпечується, якщо має місце умова:

$$\frac{F_{sr}}{F_{sa}} \geq 1.2. \quad (19)$$

2.2 Вивчення стійкості кутової підпірної стіни проти загального зсуву

Стійкість споруди проти загального зсуву, тобто разом з частиною ґрунту основи, передбачено визначати по двох площинах, що розташовані всередині ґрунтового масиву під кутами до горизонталі $\beta_2 = 0,5\varphi_I$ і $\beta_3 = \varphi_I$ (рис. 3).

Цей спосіб має широке практичне застосування.

Розрахунок стійкості підпірної стіни проти загального зсуву виконується поетапно і зводиться до наступного:

➤ **2-й етап:** площина зсуву розташовується під кутом нахилу до горизонталі $\beta_2 = 0,5\varphi_I$.

У цьому випадку визначають зсувну силу $F_{sa} = E_\Gamma + E_{q\Gamma}$ (17) та коефіцієнт пасивного тиску

$$\lambda_n = (\tan(45^\circ + 0.5\varphi_I))^2. \quad (20)$$

Сумарний пасивний тиск з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 0,9$ розраховують за формулою:

$$E_{n2} = 0.5 \times \gamma_f \times \gamma_I \times h_2^2 \times \lambda_n + \frac{c_I \times h_2}{\tan \varphi_I} \times (\lambda_n - 1). \quad (21)$$

Визначають вагу ґрунту в контурі «mfk» з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 0,9$:

$$q_5 = 0.5 \times b^2 \times \tan \beta_2 \times \gamma_f \times \gamma_I. \quad (22)$$

Визначають утримуючу силу:

$$F_{sr} = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + E_B + E_{qB}) \times \tan(\varphi_I - 0.5\varphi_1) + E_{n2}. \quad (23)$$

Стійкість проти зсуву при $\beta_2 = 0,5\varphi_I$ забезпечується, якщо має місце умова:

$$\frac{F_{sr}}{F_{sa}} \geq 1.2. \quad (19)$$

➤ **3-й етап:** площа зсуву з кутом нахилу до горизонталі $\beta_3 = \varphi_I$:

Визначають зсувну силу $F_{sa} = E_r + E_{qr}$ (17) і коефіцієнт пасивного тиску

$$\lambda_n = (\tan(45^\circ + 0.5\varphi_I))^2. \quad (20)$$

Сумарний пасивний тиск з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 0,9$ розраховують за формулою:

$$E_{n3} = 0.5 \times \gamma_f \times \gamma_I \times h_3^2 \times \lambda_n + \frac{C_I \times h_3}{\tan \varphi_I} \times (\lambda_n - 1). \quad (24)$$

Визначають утримуючу силу:

$$\frac{F_{sr}}{F_{sa}} \geq 1.2. \quad (19)$$

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

2.3 Розрахунок основи за деформаціями

Необхідно визначити розрахунковий опір ґрунту основи за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \times \gamma_{c2}}{k} \times (M_\gamma \times k_z \times b \times \gamma_{II} + M_q \times d \times \gamma'_{II} + M_c \times C_{II}), \quad (25)$$

де M_γ, M_c, M_q – приймаються додатком 2 в залежності від кута внутрішнього тертя φ_{II} ;

$$k = 1;$$

$$k_z = 1;$$

b – ширина підшви фундаментної плити;

d – глибина закладання фундаменту;

γ_{II} – питома вага ґрунту нижче підосви фундаменту;

γ'_{II} – то ж, не вище підосви фундаменту;

γ_{c1} і γ_{c2} – приймаються рівними відповідно 1,25 і 1.

Коефіцієнт горизонтальної складової активного тиску ґрунту λ_r розраховують за формулою (3) з підстановкою значень

$$\varphi'_{II}, \delta =, \xi = \theta, \theta = 45^\circ - \frac{\varphi'_{II}}{2}.$$

Горизонтальні і вертикальні складові активного тиску від ваги ґрунту і рівномірно розподіленого навантаження (пригрузки) знаходять з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1$ за формулами:

$$\sigma_r = \gamma_f \times \gamma'_I \times h_c \times \lambda_r; \quad (4)$$

$$\sigma_b = \sigma_r \times \tan(\xi + \delta); \quad (5)$$

$$\sigma_{q\Gamma} = \gamma_f \times q^H \times \lambda_r; \quad (8)$$

$$\sigma_{qb} = \sigma_{q\Gamma} \times \tan(\xi + \delta). \quad (9)$$

Сумарні горизонтальні і вертикальні складові активного тиску:

$$E_r = 0,5 \times \sigma_r \times h_c; \quad (6)$$

$$E_b = 0,5 \times \sigma_b \times h_c; \quad (7)$$

$$E_{q\Gamma} = \sigma_{q\Gamma} \times h_c; \quad (10)$$

$$E_{qb} = \sigma_{qb} \times h_c. \quad (11)$$

Вага ґрунту над передньою і задньою консолями фундаментної плити відповідно q_1 і q_4 знаходять за формулами (12) і (13), але з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1$.

$$q_1 = \gamma_f \times A_n \times \gamma'_I; \quad (12)$$

$$q_4 = \gamma_f \times A_3 \times \gamma'_I. \quad (13)$$

Вага лицьовій і фундаментної плит відповідно q_2 і q_3 визначаються за формулами (14) і (15), підставляючи значення коефіцієнта надійності за навантаженням $\gamma_f = 1$.

$$q_2 = \gamma_f \times P_l \times \frac{1}{2,95} \quad (14);$$

$$q_3 = \gamma_f \times P_\phi \times \frac{1}{2,95} \quad (15);$$

Сума проекцій всіх сил на вертикальну площину:

$$N = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + E_B + E_{qB}. \quad (26)$$

Сума моментів всіх вертикальних сил щодо вертикальної осі, що проходить через центр ваги підшви (рис. 3):

$$\sum M_{Bl} = q_1 \times l_1 + q_2 \times l_2 + q_3 \times l_3 + q_4 \times l_4 + E_B \times l_B + E_{qB} \times l_5. \quad (27)$$

Сума моментів всіх горизонтальних сил відносно горизонтальної осі, що проходить через центр ваги підшви:

$$\sum M_{rl} = E_r \times z_1 + E_{qr} \times z_2. \quad (28)$$

Ексцентриситет прикладання рівнодіючої сил:

$$e = \frac{\sum M_{rl} + \sum M_{bl}}{N} \quad (29)$$

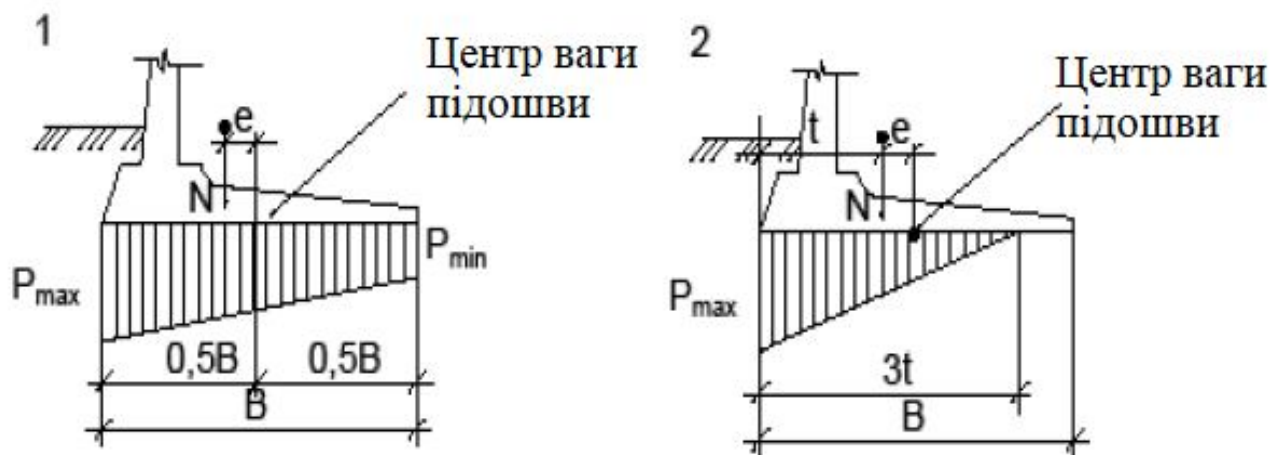


Рисунок 4 – Схема до визначення напруги під підшвою фундаментної плити

$$1) \text{ за } e < \frac{b}{6}, 2) \text{ за } e \geq \frac{b}{6}$$

Крайові тиски на ґрунт під фундаментною плитою визначають за формулою:

$$P_{\frac{max}{min}} = \frac{N}{b \times 1} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right), \quad (30)$$

де b – ширина прийнятої фундаментної плити.

Формула (30) застосовується за умови $e < \frac{b}{6}$. У разі $e \geq \frac{b}{6}$ використовується залежність

$$P_{max} = \frac{2N}{3t} = 2P_{cp} \quad P_{cp} = \frac{N}{3t}, \quad (31)$$

де $t = 0.5 \times b - e$

Знайдені значення P_{max} і P_{cp} служать для перевірки наступних умов:

$$P_{max} \leq 1.2 \times R \quad P_{cp} = \frac{N}{b \times 1} \leq R \quad \left(\frac{N}{3 \times t} \right) \leq R. \quad (32)$$

Результати розрахунку підстави за деформаціями відображені на рисунку 3 і рисунку 4.

2.4 Визначення зусиль в елементах підпірної стіни

У розділі розглядаються три перетини (рис. 5 і рис. 6).

Коефіцієнт горизонтальної складової активного тиску ґрунту λ_r розраховують за формулою (3) з підстановкою значень $\varphi'_I, \delta = \varphi'_I, 0, \xi = 0$.

Горизонтальну складову активного тиску від ваги ґрунту визначають з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1,1$:

$$\sigma_r = \gamma_f \times \gamma'_I \times h_c \times \lambda_r. \quad (4)$$

Горизонтальну складову активного тиску від пригрузки знаходять з коефіцієнтом $\gamma_f = 1,2$:

$$\sigma_{q_r} = \gamma_f \times q^H \times \lambda_r. \quad (8)$$

Сумарні складові активного тиску від ваги ґрунту і пригрузки

$$E_r = 0,5 \times \sigma_r \times h_c; \quad (6)$$

$$E_{q_r} = \sigma_{q_r} \times h_c. \quad (10)$$

Сума проєкцій всіх сил на вертикальну площину:

$$N = q_1 + q_2 + q_3 + G + G_q. \quad (32)$$

де q_1, q_2, q_3 – визначають за формулами (12), (14), (15), але з коефіцієнтом $\gamma_f = 1,1$;

G – вага призми ґрунту в контурі «аісј» з площею A_G при $\gamma_f = 1,1$ (рис. 5);

G_q – вага пригрузки в межах відрізка Іб з коефіцієнтом $\gamma_f = 1,2$.

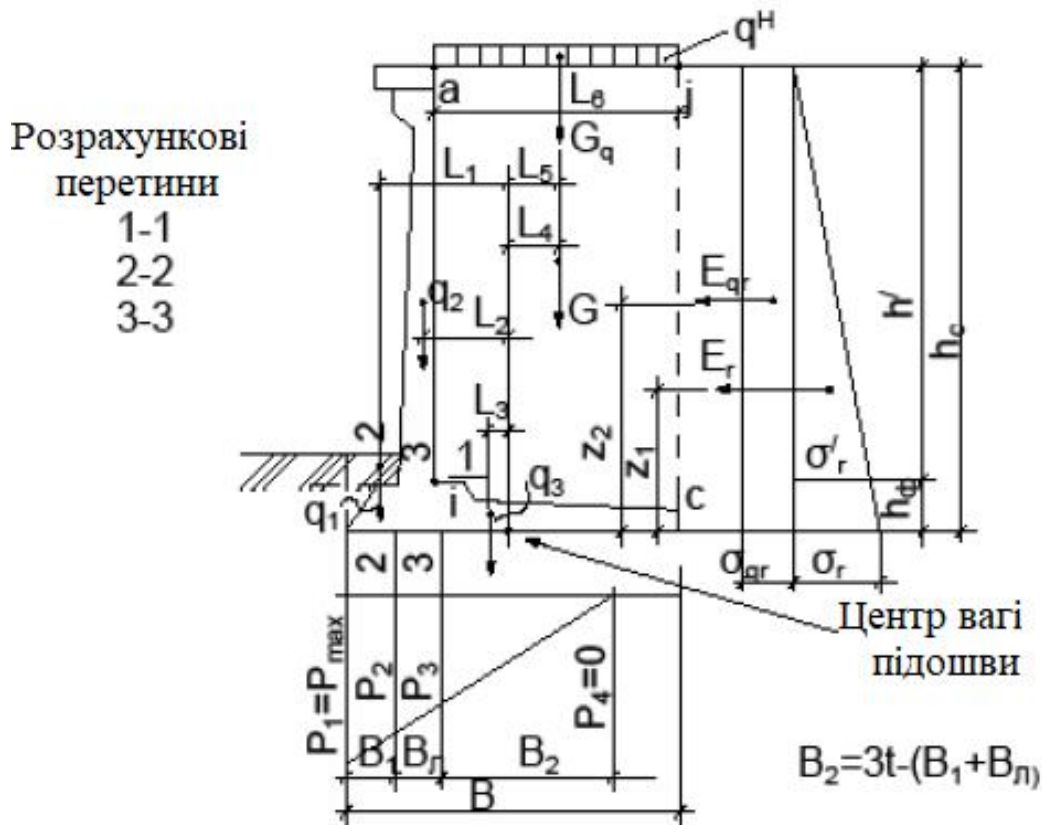


Рисунок 5 – Схема до визначення розрахункових зусиль при $e \geq \frac{b}{6}$

Вагу ґрунту G знаходять за формулою:

$$G = \gamma_f \times A_G \times \gamma'_I. \quad (33)$$

Вага пригрузки:

$$G_q = \gamma_f \times q^H \times l_6. \quad (34)$$

Сума моментів всіх вертикальних сил щодо вертикальної осі, що проходить через центр ваги підосви (рис. 5):

$$\sum M_{vi} = q_1 \times l_1 + q_2 \times l_2 + q_3 \times l_3 - G \times l_4 - G_q \times l_5. \quad (35)$$

Сума моментів всіх горизонтальних сил відносно горизонтальної осі, що проходить через центр ваги підшви:

$$\sum M_{ri} = E_r \times z_1 + E_{qr} \times z_2. \quad (28)$$

Ексцентриситет прикладання рівнодіючої сил:

$$e = \frac{\sum M_{rl} + \sum M_{bi}}{N}. \quad (29)$$

Крайові тиски на ґрунт під фундаментної плитою визначають за формулою:

$$P_{max} = \frac{N}{b \times 1} \left(1 + \frac{6e}{b}\right) \quad (31) \quad \text{чи} \quad P_{max} = \frac{2N}{3t} \quad (32)$$

де b – ширина прийнятої фундаментної плити.

Розподілені навантаження в кН/м^2 (рис. 5 і рис. 6) визначають від ваги ґрунту і конструкцій з коефіцієнтом $\gamma_f = 1,1$, а від ваги пригрузки визначають з коефіцієнтом $\gamma_f = 1,2$.

Розподілені навантаження над передньою консоллю фундаментної плити:

$$\text{➤ від ваги ґрунту } g_1 = \frac{q_1}{b_1}; \quad (36)$$

$$\text{➤ від ваги фундаментної плити } g_2 = \frac{0.5 \times h_\phi \times b_1 \times \gamma_f \times \gamma_{mt}}{b_1}; \quad (37)$$

Розподілені навантаження над задньою консоллю фундаментної плити:

$$\text{➤ від тимчасово розподіленого навантаження } g_3 = q^H \times \gamma_f; \quad (38)$$

$$\text{➤ від ваги ґрунту } g_4 = \frac{h' \times l_6 \times \gamma_I' \times \gamma_f}{l_6}; \quad (39)$$

$$\text{➤ від ваги фундаментної плити } g_5 = \frac{h_{cp} \times l_6 \times \gamma_{mt} \times \gamma_f}{l_6}; \quad (40)$$

тут γ_{mt} – питома вага залізобетону. $\gamma_{mt} = 25 \text{кН/м}^3$;

h_{cp} – середня товщина задньої консолі фундаментної плити.

Сумарні значення горизонтальних складових активного тиску на рівні перетину I-I знаходять з підстановкою значення h' (рис. 6):

$$E'_r = 0.5 \times \sigma'_r \times h' \quad (41)$$

$$\sigma'_r = \gamma_f \times \gamma_I' \times h' \times \lambda_r \quad (42)$$

$$E'_{qr} = \sigma'_r \times h' \quad (43)$$

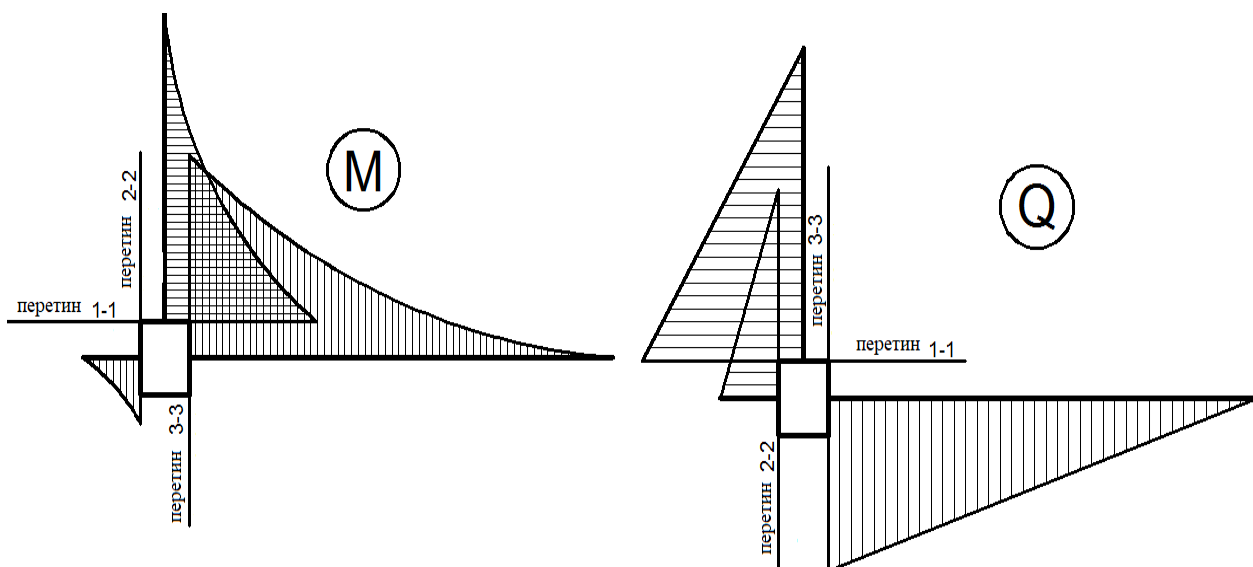


Рисунок 7 – Епюри розрахункових значень згинаючих моментів та поперечних сил

2.5 Розрахунок міцності елементів підпірної стіни за нормальними і похилими перерізами

У розділі визначають робочу арматуру в перетинах 1-1, 2-2, 3-3 за формулою

$$A_s = \frac{M}{R_s \times v \times h_0'} \quad (49)$$

де v – табличний коефіцієнт, що приймається в залежності від

$$A_0 = M / R_b \times b \times h_0^2 \quad (50)$$

Розрахунок на дію поперечної сили проводиться для тих же перетинів.

Якщо виконується умова

$$Q \leq 0.6 R_{bt} \times b \times h_0 \quad (51)$$

то поперечна арматура встановлюється конструктивно. В іншому випадку поперечну арматуру розраховують за формулою:

$$Q \leq Q_{swb} = \sqrt{8 R_{bt} \times h_0^2 \times b \times q_{sw}}; \quad (52)$$

де

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \times f_{sw} \times n}{s} \quad (53)$$

За конструктивним вимогам крок поперечних стержнів приймається виходячи з умови $s \leq h/2$.

При цьому величина кроку не повинна бути більше S_{max} , що визначається за формулою:

$$S_{max} = 1.5R_{bt} \times b \times h_0^2 \times \frac{1}{Q}. \quad (54)$$

У наведених формулах містяться такі показники:

A_s – площа перерізу робочої арматури в $см^2$;

R_s – розрахунковий опір робочої арматури при дії згинального моменту в $МПа$;

R_{sw} – розрахунковий опір поперечної арматури в $МПа$;

R_b, R_{bt} – розрахунковий опір бетону відповідно на осьовий стиск і осьовий розтяг; R_b і R_{bt} приймаються при значенні $\gamma_{bl} = 0,85$ в $МПа$;

h_0 – корисна висота в $см$; $h_0 = h - 2,5$;

b – розрахункова ширина перетину, яка дорівнює $100 см$;

Q_{swb} – поперечна сила, що сприймається бетоном і хомутами в $кН$;

q_{sw} – погонне зусилля в хомуті, $МПа \cdot см$;

f_{sw} – поперечний переріз стрижня хомута в $см^2$;

n – число зрізів хомута;

s – крок поперечних стержнів в $см$.

ДОДАТОК А

Показники плити лицьової та плити фундаментної

Таблиця А.1 – Показники плити лицьової

№ з/п	Марка плити	h , мм	B_L , мм	P_L , кН	Об'єм бетону, м ³
1	ПЛ-1	1 500	140	15,0	0,60
2	ПЛ-2	1 800	140	18,0	0,72
3	ПЛ-3	2 100	150	23,0	0,90
4	ПЛ-4	2 400	150	25,6	1,03
5	ПЛ-5	2 700	160	30,0	1,20
6	ПЛ-6	3 000	160	33,0	1,32
7	ПЛ-7	3 300	200	40,0	1,60
8	ПЛ-8	3 600	200	43,8	1,75
9	ПЛ-9	3 900	240	53,0	2,12
10	ПЛ-10	4 200	240	57,5	2,29

Таблиця А.2 – Показники плити фундаментної

№ з/п	Марка плити	B , мм	h_ϕ , мм	B_n , мм	L_n , мм	P_ϕ , кН	Об'єм бетону, м ³
1	ПФ-1	1 900	500	230	200	33,0	1,31
2	ПФ-2	2 200	500	230	200	38,0	1,51
3	ПФ-3	2 500	600	240	200	52,0	1,98
4	ПФ-4	2 800	700	240	200	58,8	2,35
5	ПФ-5	3 100	800	320	300	76,7	3,07
6	ПФ-6	3 400	900	20	400	84,0	3,36
7	ПФ-7	3 700	1 000	320	400	91,5	3,66

ДОДАТОК Б

Коефіцієнти M_γ , M_q , M_c

Кут внутрішнього тертя φ , град.	Коефіцієнти			Кут внутрішнього тертя φ , град.	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	11,44	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

ДОДАТОК Г

Додаткові джерела

1. Інженерні конструкції : підручник / [Є. М. Бабич та ін.]. – Львів, 1991 – 352 с.
2. Байков В. Н. Железобетонные конструкции : Общий курс : учеб. для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – [5-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Стройиздат, 1991. – 767 с.
3. Масюк Г. Х. Залізобетонні конструкції інженерних споруд промислових підприємств : навч. посібник / Г. Х. Масюк – Рівне : НУВГП, 2010. – 212 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010.– 166 с.

Виробничо-практичне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних робіт з дисципліни

«СПЕЦІАЛЬНІ ФУНДАМЕНТИ»

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

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

Відповідальний за випуск *Г. М. Левенко*

Редактор *О. М. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *Г. М. Левенко*

План 2020, поз. 8 М.

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

Електронне видання. Ум. друк. арк. 1,3.

Видавець і виготовлювач:

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

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.