

Порівняння ефективності фундаментів неглибокого закладання для виробничої будівлі при зміні ґрунтових умов та глибини закладання фундаментів

Сергій Гаврильчик, студент¹ (ORCID: 0009-0009-5231-2616),
Андрій Рашенко, старший викладач. ¹(ORCID: 0000-0002-2948-3232)

¹ Київський національний університет будівництва та архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

Розглянуто варіанти влаштування (вибору) основних параметрів стовпчастих окремо стоячих фундаментів неглибокого закладання на ділянках незакономірної конфігурації покрівлі скельних ґрунтів та зміні характеристик несучих шарів осадових порід, що використовуються в якості основи.

Ключові слова: покрівля скельних ґрунтів, осадові породи, геологічні процеси, стовпчасті фундаменти, несуча здатність, показник текучості (I_L), розрахунковий опір, глибина закладання, геометричні розміри фундаментів.

1. ВСТУП

В Україні у межах західних областей часто зустрічаються випадки, коли покрівля скельних ґрунтів залягає практично на поверхні та перекрита невеликою (до 0.3...4 м) товщею осадових порід. Хоч характеристики міцності скельного ґрунту вказують, що це надійна основа, проте в багатьох випадках покрівля таких ґрунтів часто еродована за рахунок різних геологічних процесів (рис. 1).

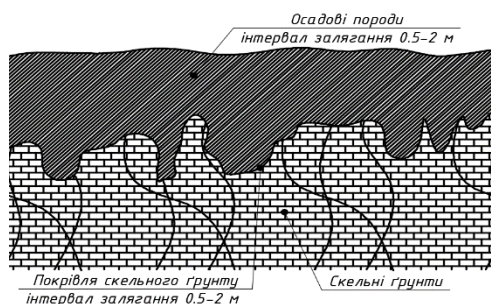


Рисунок 1. Схематичне зображення залягання покрівлі скельних ґрунтів

Форма покрівлі скельного ґрунту має складний характер залягання. Так, за результатами вишукувальних робіт для будівництва елеваторних комплексів, що виконувались фахівцями кафедри геотехніки КНУБА у Хмельницькій, Рівненській та Волинській областях, були зафіксовані випадки, коли покрівля скельного ґрунту в межах майданчика розміром 20×15 м змінювалась в інтервалі глибин 1.1...7.8 м. Це приводило до того, що в межах однієї споруди застосовували палі 4...6 типорозмірів. Для споруд, які за величиною навантаження, що передається на основу могли влаштовуватись на фундаментах неглибокого закладання, теж є проблема у мінливості характеристик несучого шару та у різній величині стисливої товщі для сусідніх фундаментів.

Тому необхідно виконувати попередні дослідницькі розрахунки для вибору оптимального рішення щодо використання типу фундаментів, їх геометричних розмірів та глибини закладання.

2. МЕТА

Дослідити зміну геометричних розмірів стовпчастих фундаментів при зміні покрівлі залягання скельного ґрунту та характеристик несучого шару основи, складеної пухкими осадовими породами [1], де якість основи буде впливати на проектне рішення при виборі раціональних геометричних розмірів фундаментів неглибокого закладання виробничих будівель в заданих ґрунтових умовах; розробити методику отримання раціональних розмірів фундаментів для будівель подібного типу в подібних ґрунтових умовах.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВЕЛИЧИННИ РОЗРАХУНКОВОГО ОПОРУ R ТА ШИРИНИ ПІДОШВИ ФУНДАМЕНТУ b

Дослідження виконується на основі реального проекту будівництва виробничої будівлі рафінації та дезодорації олії.

Розглядаються наступні розрахункові ситуації:

Зміна стану глинистого ґрунту (показника текучості I_L), що використовується в якості несучого шару основи у випадку техногенних витоків (наприклад, внаслідок аварії) олії та/або хімічних речовин. Відомо, що при цьому відбувається різке підвищення величини I_L .

Тому для оцінки ризику такої ситуації приймаємо наступні умови:

Природний стан ґрунту – $I_L = 0.2$ (0-0.25 – глина напівтверда).

Зміну стану глини, що характеризується показниками I_L , будемо збільшувати з кроком 0.25 та приймемо наступні значення для розрахунків:

- $I_L = 0.45$ (0.25-0.5 – глина тугопластична);
- $I_L = 0.7$ (0.5-0.75 – глина м'якопластична);

За вимогами [2] при розрахунку фундаменту за деформаціями середній тиск на основу під підшоною фундаменту не повинен перевищувати розрахункового опору ґрунту R (формула (1)):

$$\sigma \leq \sigma_R \text{ або } p \leq R \quad (1)$$

Розрахунковий опір ґрунту основи (2) залежить від геометричних розмірів фундаментів, характеристик несучого шару основи – стану ґрунту та показників міцності (позначення характеристик та коефіцієнтів прийнято за [3]):

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}), \quad (2)$$

Для оцінки зміни величини будемо виконувати розрахунки за такими значеннями коефіцієнтів (позначення коефіцієнтів див. [2, 3]):

де γ_{c1} ; γ_{c2} ; M_c ; M_q ; M_{γ} ; c_{II} – коефіцієнти, що залежать від показника текучості I_L ;

k ; k_z ; γ_{II} ; γ'_{II} ; d_1 ; – коефіцієнти, які приймаємо постійними і незмінними (constant).

b – ширина підшви фундаменту. Для початку розрахунку приймаємо ширину фундаменту із існуючих проектних рішень, $d_b = 0$ (підвал відсутній).

Результати розрахунків наведено в табл.1:

Таблиця 1: Результати розрахунку R та b від показника текучості I_L для стовпчастого квадратного фундаменту

Показник текучості, I_L	Вид та стан ґрунту	R , кПа	$b \times b$, м	Зміна розрахункового опору, ΔR , %
0,2	глина	280,0	1,2×1,2	-
	напівтверда	452,8	0,9×0,9	0
0,45	глина тугопластична	412,7	1,0×1,0	-17,5
0,7	глина м'якопластична	290,8	1,2×1,2	-29,5

Примітка: в чисельнику показники, прийняті з існуючого проекту.

Отже, за умов можливих аварійних витоків олії існує ймовірність різкого зменшення величини розрахункового опору ґрунту R на 17...29%.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВЕЛИЧИН РОЗРАХУНКОВОГО ОПОРУ R ТА ШИРИНИ ПІДОШВИ ФУНДАМЕНТУ b ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНИ ГЛИБИНИ ЗАКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ЗА УМОВ ЗМІНИ ЗАЛЯГАННЯ ПОКРІВЛІ СКЕЛЬНОГО ҐРУНТУ

Аналізуючи звіт про інженерно геологічні вишукування можна помітити, що глибина залягання покрівлі скельного ґрунту розташована не рівномірно та на різних відносних відмітках по всій площині забудови. Тому виконаємо дослідження зміни величини розрахункового опору R та ширини підшви фундаменту b за умови зміни глибини закладання підшви фундаменту. Припустимо наступну ситуацію: покрівля скельного ґрунту знаходиться нижче на 3...5 м від існуючої найвищої відмітки, що дасть нам змогу збільшити глибину закладання фундаментів. Виконаємо розрахунки за умови, що будемо послідовно збільшувати глибину закладання фундаментів відносно проектної позначки.

Відміткою 0,000 слугує чиста поверхня підлоги будівлі, що відповідає абсолютній позн. +323,3 м. Глибина закладання підшви фундаменту будівлі -1,570 м, що відповідає абсолютній позн. +321,73 м. Розрахунки будемо проводити для наступних позначок закладання підшви: розрахунок 1: фундамент на позн. -1,970 м (+321,33 м); розрахунок 2: фундамент на позн. -2,370 м (+320,93 м); розрахунок 3: фундамент на позн. -2,770 м (+320,53 м).

Розрахунки проводимо за формулою (2) з такими значеннями коефіцієнтів (назви коефіцієнтів дивитись [3]):

γ_{c1} ; γ_{c2} ; k ; k_z ; M_c ; M_q ; M_{γ} ; γ_{II} ; γ'_{II} ; c_{II} – коефіцієнти, які приймаємо постійними і незмінними (constant).

b – ширина підшви фундаменту. Для початку розрахунку приймаємо ширину фундаменту із існуючих проектних рішень. В подальшому розраховуємо;

d_1 – глибина закладання підшви фундаментів, величина є змінною з кроком 0,4 м.

Результати розрахунків наведено в табл. 2:

Таблиця 2: Результати розрахунку R та b від глибини закладання для стовпчастого квадратного фундаменту

Глибина закладання, м	R , кПа	$b \times b$, м	Приріст розрахункового опору, ΔR , %
1,57 (існуюче рішення)	474,2	1,20×1,20	0
1,97	497,3	0,82×0,82	4,6
2,37	520,4	0,80×0,80	9,1
2,77	543,5	0,79×0,79	13,3

При збільшенні глибини закладання фундаментів приріст величини R складає 4,6...4,2 %, а відповідне зменшення ширини підшви b : 2.5...1.3%. Отже, більш ефективним є збільшення глибини закладання за однакової ширини підшви.

5. ВИСНОВКИ

За виконаними розрахунками для стовпчастих фундаментів неглибокого закладання для двох розглянутих ситуацій встановлені такі основні закономірності зміни величин розрахункового опору несучого шару ґрунту R та ширини підшви b :

1. При збільшенні показника текучості I_L за умов можливих аварійних витоків олії існує ймовірність різкого зменшення величини розрахункового опору ґрунту R на 17...29%.

2. За умов зміни (заглибленні) покрівлі скельного ґрунту та збільшенні глибини закладання підшви фундаменту з кроком 0,4 м, при незмінних інших характеристиках збільшення розрахункового опору R основи (для кожного кроку) становить $\Delta R = 4,2...4,6\%$ або загалом $\Delta R = 13,3\%$, а відповідне зменшення ширини підшви b : 2.5...1.3%. Отже, ефективним є збільшення глибини закладання за однакової ширини підшви.

3. Результати розрахунків підтвердили коректність рішень, прийнятих у реальному проекті будівництва виробничої будівлі рафінації та дезодорації олії.

Список літератури

- [1] ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. Чинний від 1996-11-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДЦН, 1996. 51 с.
- [2] ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [На заміну ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Зміна № 1. Чинний від 2010-12-22]. Вид. офіц. Київ : НДІБК, 2018. 42 с.
- [3] Інженерна геологія: Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: Підручник / М. Л. Зоценко та ін. Вища шк. 1992.-408с: іл. ISBN 5-11-003835-X