

А. С. Моргун, д-р техн. наук, проф.;
О. О. Єжов, студ.;
О. В. Франчук, студ.

ПІДГОТОВКА ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПАРАМЕТРИ ГЕОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ОСНОВИ

Подано матеріал для визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів, які необхідні для розрахунку осідання основ будівель за сучасними числовими методами. Наведено систематизацію величин максимальних та мінімальних величин коефіцієнтів пористості, що слугують вхідними параметрами сучасних нелінійних моделей роботи ґрунту.

Вступ

В механіці ґрунтів міцність ґрунту залежить від його фізико-механічних характеристик. Основними параметрами властивостей ґрунтів, що визначають несучу здатність основ і їх деформацій, є характеристики:

— міцності — кут внутрішнього тертя φ , питоме зчеплення c , межа міцності на одновісний стиск скельного ґрунту R_c ;

— деформативності — модуль деформації E , коефіцієнт поперечної деформації ν ;

— фізичні — щільність ρ , щільність часток ґрунту ρ_s , коефіцієнт пористості e , питома вага γ , вологість W , показник текучості I_L , крупність фракцій, однорідність складу. Щільність та вологість ґрунту визначаються експериментально. Решта показників визначається розрахунком на базі основних показників. Величина щільності ρ дисперсних порід лежить в межах $1,3 \dots 2,4$ (т/м^3), щільність води $\rho_w = 1$ т/м^3 . Як відомо, точність результатів розрахунку не може перевищувати точність вхідних даних. Тому для достовірності прогнозу розрахунків необхідно підвищувати точність вхідних даних. Через неоднорідність будь-якого шару досліджуваного ґрунту, та похибок в процесі вимірювань під час експериментального визначення ρ , ρ_s , W ці величини знаходяться методами математичної статистики.

Постановка задачі, визначальні співвідношення

На рис. 1 подана спрощена трифазова модель ґрунту, запропонована К. Терцагі.



Рис. 1. Графічна схема ґрунту як трифазової системи (спрощена ідеалізована модель К. Терцагі)

Рис. 1 розглядається як наочна схема, оскільки в дійсності такий розподіл не існує, та при ознайомленні з окремими складовими (фазами) ґрунту таке зображення суттєво допомагає. Нехай, згідно з геологічними дослідженнями щільності непорушеного зразку супісї із збереженням його вологості $\rho = 2,13 \text{ т/м}^3$, його щільність зерен, визначена пікретром $\rho_s = 2,65 \text{ т/м}^3$. Щільність зразка після висихання $\rho_{dry} = 1,85 \text{ т/м}^3$.

Тоді вологість зразка піску в природному стані

$$W = \frac{m_w}{m_s} = \frac{\rho - \rho_{dry}}{\rho_{dry}} = \frac{2,13 - 1,82}{1,82} 100 \% = 17,04 \% . \quad (1)$$

Пористість зразка в природному стані:

а) — у процентах

$$n \% = \frac{\rho_s - \rho_{dry}}{\rho_s} 100 \% = \left(1 - \frac{1,82}{2,65} \right) 100 \% = 31,3 \% ; \quad (2)$$

в) — у відносному значенні $n = 0,313$.

Оскільки пористість ґрунту визначається як відношення $V_{пор}$ до загального об'єму зразка порушеної структури

$$n = V_{пор} / V , \quad (3)$$

то об'єм пор в одиниці об'єму піску буде $V_{пор} = 1 \cdot 0,313 = 0,313$. Тоді об'єм твердих частинок ґрунту в одиниці об'єму піску

$$V_s = 1 - V_{пор} = 1 - 0,313 = 0,687 . \quad (4)$$

Коефіцієнт пористості $e = V_{пор} / V_s$ знаходить широке використання в практиці геологічних досліджень завдяки тому, що під час стискання зразка ґрунту об'єм скелету V_s залишається незмінним; змінюється лише чисельник — об'єм пор ($V_{пор}$).

Коефіцієнт пористості e зразка та ступінь вологості S_r ,

$$e = \frac{V_{пор}}{V_s} = \frac{0,313}{0,687} ; \quad S_r = \frac{\rho - \rho_{dry}}{1V_{пор}} = \frac{2,13 - 1,82}{1 \cdot 0,313} = 0,99 . \quad (5; 6)$$

Тобто, ґрунт знаходиться в стані повного водонасичення.

Для визначення мінімальної та максимальної щільності зразка ґрунту можна скористатись даними експериментальних досліджень, поданих на рис. 2 [1—3].

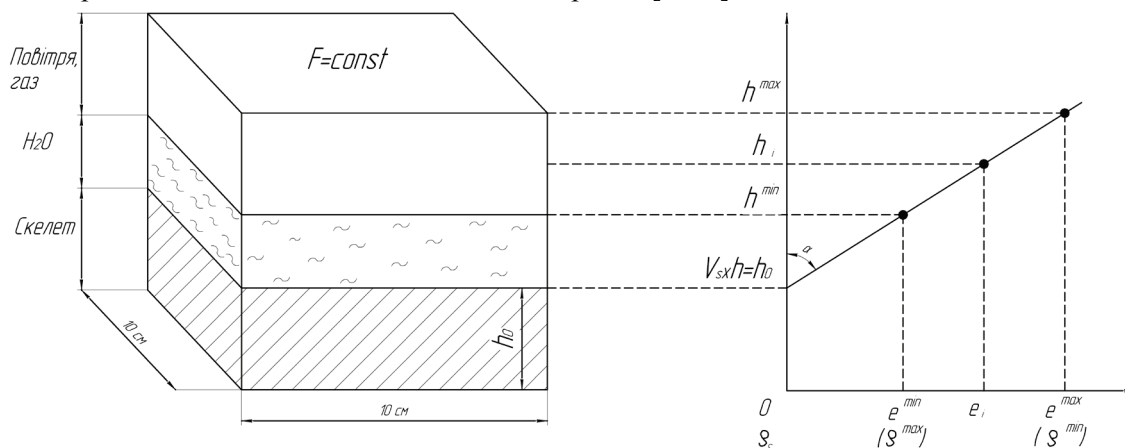


Рис. 2. Визначення критичних величин щільності ґрунту ρ та коефіцієнта пористості ґрунту e

Для визначення e^{\min} , e^{\max} необхідно насипати зразок ґрунту в контейнер в самому рихлому стані (рис. 2). Нехай об'єм ґрунту, насипаного в контейнер в самому рихлому стані, $V = 1264 \text{ см}^3$. За площі контейнера $F = 100 \text{ см}^2$ $h^{\max} = 1264/100 = 12,64 \text{ см}$ (див. рис. 2). В міру ущільнення ґрунту висота зразка з h^{\max} зменшиться до h^{\min} в момент максимального ущільнення ґрунту. Ґрунт за таких умов

працює як суцільне середовище, ($\rho = \rho^{\max}$).

За умови, що $V_{\text{пор}} = V_{\text{газу}} + V_{\text{води}} = 0$, висота зразка стане h_0 . Нехай площа контейнера (див. рис. 1) $F = 10^2 \text{ см}^2$ і висота зразка h_i відповідає $h = 10 \text{ см}$ (щоб об'єм зразка природного залягання був $V = 1000 \text{ см}^3 = 1 \text{ дм}^3$). Тоді h_0 відповідатиме висоті твердих частинок піску, доля об'єму яких в одиниці об'єму $V_s = 0,687$.

$$h_0 = V_s h = 0,687 \cdot 10 \text{ см} = 6,87 \text{ см} . \tag{7}$$

Межа максимально можливого ущільнення зразка ґрунту визначається за формулою [1]

$$h^{\min} = h_0 \frac{2h_{\max} - h_0}{h_{\max}} = 6,87 \frac{2 \cdot 12,64 - 6,87}{6,87} = 10 \text{ см} . \tag{8}$$

Тобто, зразок ґрунту природного залягання є найщільнішим. Знайдемо мінімальне та максимальне значення коефіцієнта пористості e^{\min}, e^{\max} [2]

$$e^{\min} = \frac{h^{\min} - h_0}{h_0} = \frac{10 - 6,87}{6,87} = 0,456 ; \tag{9}$$

$$e^{\max} = \frac{h^{\max} - h_0}{h_0} = \frac{12,64 - 6,87}{6,87} = 0,84 . \tag{10}$$

Об'ємна маса пісків в порушеному стані визначається за двох станів: граничний рихлий (ρ_{\min}) і граничний щільний (ρ_{\max}). За (ρ_{\min}) і (ρ_{\max}) судять про спроможність піску до ущільнення. Чим більша їх різниця, тим більша ця спроможність. Щільність ґрунту свідчить про потенційну можливість ґрунту до ущільнення. В таблиці наведено систематизацію значень e^{\max}, e^{\min} згідно з даними нормативних документів для пісчаних та глинистих ґрунтів. Результати розрахунку підтверджують відповідність отриманих значень e^{\max}, e^{\min} для супісі.

Діапазон зміни коефіцієнта пористості e для пісчаних та глинистих ґрунтів

Назва ґрунтів	Границі значень показника текучості I_L		e_{\min}	e_{\max}
Піщані ґрунти	гравелісті та крупні		0,45	0,65
	середньої крупності		0,45	0,65
	мілкі		0,45	0,75
	пилуваті		0,45	0,75
Пилувато глинисті ґрунти четвертинних відкладень, аллювіальні, делювіальні, озерні, озерно-аллювіальні	супісь	тугопластична $0 \leq I_L \leq 0,25$	0,45	0,75
		малопластична $0,25 < I_L \leq 0,75$	0,45	0,85
	суглинки	напівтверді $0 \leq I_L \leq 0,25$	0,45	0,95
		тугопластичні $0,25 < I_L \leq 0,5$	0,45	0,95
		мягкопластичні $0,5 < I_L \leq 0,75$	0,65	1,05
	глини	напівтверді $0 \leq I_L \leq 0,25$	0,55	1,05
		тугопластичні $0,25 < I_L \leq 0,5$	0,65	1,05
		мягкопластичні $0,5 < I_L \leq 0,75$	0,65	1,05

Мінімальну ρ_{\min} та максимальну щільність зразка ґрунту ρ_{\max} , які є вхідними параметрами математичних моделей ґрунтової основи, знаходять за формулами [2]

$$\rho^{\min} = \frac{m}{Fh_{\max}} = \frac{2,13 \text{ кг}}{100 \text{ см}^2 \cdot 12,64 \text{ см}} = 1,685 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}; \quad (11)$$

$$\rho^{\max} = \frac{m}{Fh_{\min}} = \frac{2,13 \text{ кг}}{100 \text{ см}^2 \cdot 10 \text{ см}} = 2,13 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}, \quad (12)$$

де m — маса зразка ґрунту природного залягання для $V = 1000 \text{ см}^3$; $\rho = 2,13 \text{ т/м}^3$,
 $m = V\rho = 2,13 \text{ кг}$.

Отримані дані можна використовувати в теоретичних розрахунках основ як вхідні параметри, вони характеризують геологічну ситуацію ґрунтової основи.

Висновки

1. Для отримання надійних та достовірних прогнозів поведінки основ споруд під навантаженням крім сучасних теорій та розрахунків потрібні дані інженерно-геологічних вишукувань про фізико-механічні характеристики ґрунтів, які мають випадкову природу.

2. Показники властивості породи мають прикладне значення та грають роль числових вхідних параметрів в сучасних математичних моделях ґрунтів і саме вони визначають ступінь надійності і точності розрахунків для теоретичного передбачення стисливості ґрунтових основ.

3. Проведено систематизацію значень e^{\max} , e^{\min} для піщаних та глинистих ґрунтів та отримано залежності для фізико механічних характеристик ґрунтів, які є вхідними параметрами сучасних розрахункових нелінійних моделей роботи ґрунту, що дають можливість максимально використовувати природну несучу здатність ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шукле Лайон. Реологические проблемы механики грунтов : учеб. для студ. вузов / Л. Шукле. — М. : Стройиздат, 1976. — 485 с.
2. Вялов Сергей Степанович. Реологические основы механики грунтов : учеб. для студ. вузов / С. С. Вялов. — М. : Высшая школа, 1978. — 447 с.

Рекомендована кафедрою містобудування та архітектури

Стаття надійшла до редакції 24.02.11
 Рекомендована до друку 31.03.11

Моргун Алла Серафимівна — завідувач кафедри промислового та цивільного будівництва;
Єжов Олексій Олександрович, Франчук Ольга Василівна — студенти Інституту будівництва теплоенергетики та газопостачання.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця