

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТИСЛИВОСТІ ҐРУНТІВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЬОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ДЕФОРМАЦІЙ ОСНОВ

Мусієнко В.В., студент гр. ПЦБ-505м

Науковий керівник – д.т.н., професор Тугасенко Ю.Ф.

Одеська державна академія будівництва та архітектури,
м. Одеса, Україна

В статті викладені методи визначення стисливості ґрунтів за стандартною методикою, в межах пружної деформації і при деформуванні в результаті ущільнення ґрунтів.

Вступ

Осідання фундаменту є наслідком стиснення ґрунтів нижче подошви фундаменту, в межах обмеженої глибини, і складається з пружних (оборотних) і залишкових (необоротних) деформацій.

Загальна оцінка реформованості ґрунтів, сформульована Н.А.Цитовічем у 1983р., заснована на експериментальних даних. Однак вона не врахована в наступних змінах нормативних документів. Невирішеними залишаються методи визначення глибини деформованої зони і показників стисливості ґрунтів. У діючих до сьогоднішнього дня нормах зберігається колишній принцип визначення осідання фундаменту, з використанням співвідношень напруг. При цьому стисливість визначається в пружній стадії деформування ґрунтів основи [1].

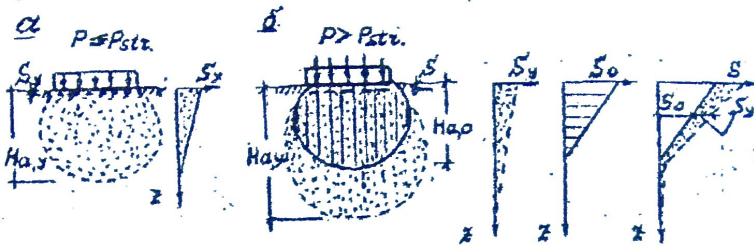
З достатньою для інженерних розрахунків точністю глибину зони деформації слід вважати в межах, де напруги від усіх видів навантажень не перевищують структурну міцність. Глибина зони необоротних деформацій може бути прийнята в розрахунковій практиці за умови достовірного визначення показників стисливості ґрунтів.

Стисливість ґрунтів оцінюється модулем деформації. Значення модуля деформації за результатами польових випробувань визначається в межах ділянки лінійної залежності осідання від навантаження.

Методики оцінювання деформацій в ґрунтах

В основі фундаментів при підвищенні тиску розвиваються як пружні, так і залишкові деформації. Деформації в ґрунтах виникають в результаті взаємного зміщення мінеральних часток скелету під впли-

вом напружень на їх контактах. Деформації спостерігаються в обмеженій частині основи нижче підшви фундаменту - в межах обсягу зони деформацій.



Мал. 1. Схема деформування ґрунтів в основі фундаменту. Пунктиром показані епюри і межі зон пружних деформацій, а суцільними лініями – залишкових деформацій

Прямих методів вивчення процесів руйнування міжчасткових зв'язків поки ще не розроблено. В даний час дослідження процесів наростання деформацій проводяться за результатами спостережень за переміщеннями ґрунтових марок, закладених нижче підшви дослідних штампів, і зміни щільності скелета ґрунту в межах обсягу деформованої зони.

Пружні деформації. Пружна частина осідання є наслідком пружних деформацій, що виникають в межах глибини пружно-деформованої зони. Її величина зберігається у вигляді накопиченої потенційної енергії, що звільняється після зняття навантаження. Пружні деформації по глибині основи і величину пружної частини осідання фундаменту можна визначити за результатами вимірювань пружного підйому фундаменту і ґрунтових марок після зняття навантаження.

За межами лінійної ділянки виникають *незворотні (залишкові) деформації*. Для їх урахування необхідні характеристики для оцінки ущільнення і поперечного розширення.

Деформації ущільнення є наслідком зменшення пористості ґрунту. Значення відносної деформації за рахунок зниження пористості (n) можна отримати за результатами визначення щільності скелета ґрунту до і після ущільнення [2].

В обсязі призми нижче підшви фундаменту, виділеної в межах зони деформації одночасно з ущільненням, відбувається поперечне розширення - зміна форми ущільнюваного ґрунту в результаті збільшення поперечних розмірів за рахунок зменшення висоти.

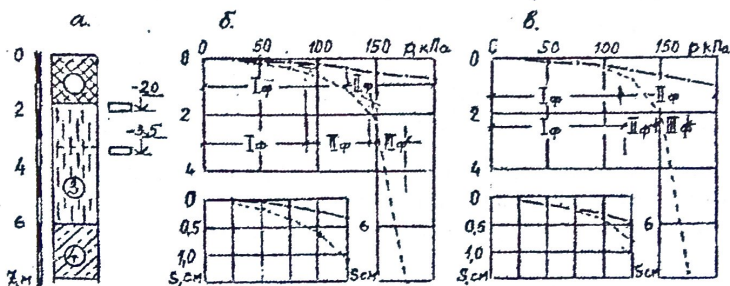
У нині діючій інженерно-геологічній практиці стисливість ґрунтів оцінюється за результатами випробувань як в лабораторних, так і в польових умовах.

Поки ще не розроблені методи вимірювань фактичних напружень і деформацій в ґрунтах основ фундаментів. Про деформації судять по їх наслідкам: траєкторіям переміщень мінеральних часток, підвищенню щільності скелета ґрунту в результаті зниження пористості і боковому розширенню в межах призми ґрунтового масиву під площею підшви фундаменту.

Результати випробувань

Стисливість лесових просідаючих ґрунтів слід оцінювати у двох станах: при природній вологості і у водонасиченому стані. На мал. 2 і в табл. 1 наведені результати випробувань стандартним штампом площею $0,5\text{ м}^2$ лесового супіску методом двох кривих, проведених на двох горизонтах по глибині, на ділянці Одеського театру опери та балету.

В межах тисків до 200 кПа в ґрунтах природної вологості зафіксовано дві фази НДС ґрунтів, а в водонасиченому стані - три фази. Тому при тисках по підшві фундаментів театру опери та балету до 400 кПа, при замочуванні ґрунтів основи виникали значні нерівномірні деформації.



Мал. 2. Результати випробувань лесового сушіску методом двох кривих на ділянці Одеського театру опери та балету

Таблиця 1. Результати вимірювання деформацій при випробуваннях ґрунтів стандартним штампом площею $0,5\text{ м}^2$

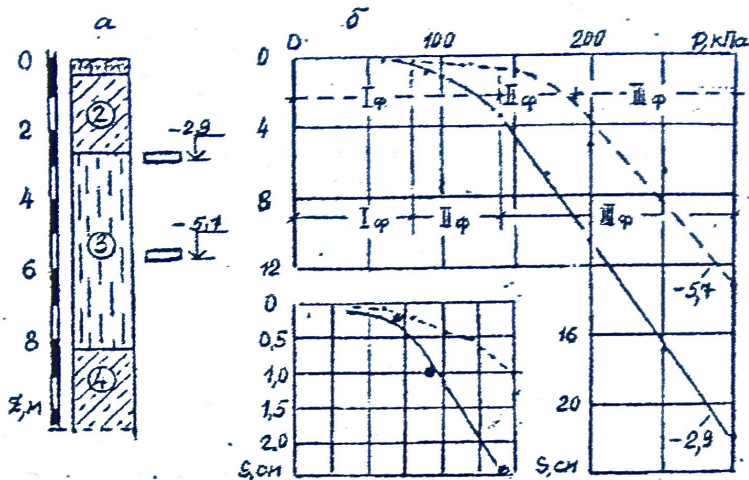
d_n, M	s, cm	p, kPa							
		25	50	75	100	125	150	175	200
2,0	s	0,02	0,06	0,12	0,20	0,34	0,48	0,58	0,69
	s_{sat}	0,04	0,17	0,34	0,62	1,10	2,26	8,05	-
3,5	s	0,04	0,14	0,20	0,32	0,49	0,66	0,84	1,05
	s_{sat}	0,04	0,12	0,21	0,38	0,81	2,04	7,74	-

Аналогічні результати отримані при випробуваннях лесового супіску у водонасиченому стані дослідними фундаментами площею $1,0\text{ м}^2$. У табл. 2 і на мал. 3 наведені результати досліджень, виконаних на

двох горизонтах в межах шару лесового супіску. В інтервалі тисків до 300 кПа можна виділити три фази НДС [3].

Таблиця 2. Результати вимірювання деформацій при випробуваннях ґрунтів квадратним фундаментом площею 1,0 м²

d _ф , м	Позн.	Параметри НДС							
		0,07	0,09	0,10	0,14	0,17	0,20	0,25	0,30
2,9	p, кПа	0,07	0,09	0,10	0,14	0,17	0,20	0,25	0,30
	S _{ср} , см	0,21	1,03	1,16	3,45	6,81	10,6	16,9	21,9
5,7	p, кПа	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
	S _{ср} , см	0,09	0,28	0,47	0,53	1,03	5,35	6,79	13,4



Мал. 3. Результати випробувань лесового супіску у водонасиченому стані фундаментом площею 1,0 м²: а) геологічна колонка; б) графіки залежності осідання від навантаження

Стисливість ґрунтів змінюється в межах кожної фази.

Таблиця 3. Значення модуля деформації, наведені в матеріалах вишукувань на об'єктах спостережень деформацій в основах фундаментів

Об'єкт	E, Мпа (для ПГЕ-3)
9пов. Буд по вул. Дзержинського	2,5
16 пов. Житловийбуд. по вул. 25 Чапаськській дивізії	2,5
9пов. Житл.буд. по вул. І. Франка 45	4
9пов. Житл.буд. по вул. Щорса	4,5
9пов. Житл.буд. по вул. Генерала Петрова	4
16 пов. Житловий буд.	2
E _{ср}	3,25 3250 кПа

Середнє значення модуля деформацій для ПЕ-3 у водонасиченому стані склало 3,25 Мпа. За даними випробувань в польових умовах - 13,0 (в 3,7 разів більше).

Результати лабораторних випробувань відображають, в основному, зниження пористості в зразку обмежених розмірів при відсутності поперечного розширення. Зниження пористості відбувається в процесі ущільнення, тобто за межами лінійної залежності, осідання від тиску по компресійній кривій, отриманої за результатами лабораторних визначень модуля деформації [3].

Висновки

1. Розрахунок осідання фундаментів по діючим нормам дає задовільні результати при тисках по підшві фундаментів не перевищуючих межу пропорційності (структурну міцність).

2. При тисках більших за структурну міцність в грунтах основи виникають залишкові деформації.

3. Для урахування залишкових деформацій слід використовувати характеристики їх оцінки: модуль ущільнення та коефіцієнт поперечного розширення.

4. Характеристики незворотніх (залишкових) деформацій визначаються по результатам польових досліджень.

Література

5. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс). – М: Высшая школа, 1983.

6. Голубков В.Н. Исследования зоны уплотнения грунта в основаниях опытных штампов // Основания фундаменты и механика грунтов.- 1952.-№21.

7. Тугаенко Ю.Ф. Трансформация напряженно-деформируемого состояния грунтов основания и ее учет при проектировании фундаментов. – Одесса, 2011