

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ СЛАБКИХ ВОДОНАСИЧЕНИХ ГРУНТІВ ЗА ДЕФОРМАЦІЯМИ

Чигін О.І., гр. ПЦБ-453

Науковий керівник – Ткаліч А.П., к.т.н., доцент (кафедра Основ і фундаментів, ОДАБА)

**Анотація.** Розглядаються методи визначення додаткових параметрів, характеризуючих деформативні властивості обводнених лесових ґрунтів, головними з яких є структурна міцність та стисливість. Отримані їх кількісні значення для ґрунтів Одеського регіону. В методі розрахунку деформацій ґрунту основ, з урахуванням його поперечного розширення, застосована розрахункова схема у виді лінійно-деформованого півпростору.

**Актуальність.** Метод розрахунку осідання підвищує відсоток достовірності результатів за рахунок застосування додаткових характеристик ґрунту.

До слабких ґрунтів відносять високопористі, водонасичені, дисперсні гірські породи із низькими значеннями структурної міцності (межі пропорційності). В Одеському регіоні слабкими глинистими ґрунтами є лесові відкладення, що залягають нижче рівня підземних вод.

При проектуванні фундаментів мілкого закладення тиск по підшві фундаментів приймається не вище розрахункового опору несучого шару ґрунту основи. Для лесових ґрунтів Одеського регіону, що залягають нижче рівня підземних вод його значення коливається в межах 0,15...0,17 МПа. Це значення знаходиться по міцнісним характеристикам ( $\varphi$ ;  $c$ ) та параметрам фундаменту, без урахування характеристик стисливості і перевищує структурну міцність в 1,5...2 рази. В основі фундаментів збільшуються залишкові деформації у результаті ущільнення та поперечного розширення, які не визначаються діючими нормами.

Розрахункова величина осідання по методу пошарового підсумовування значно менша за спостерігаєму. Факти невідповідності розрахункових осідань, виміряних у слабких глинистих ґрунтах, відмічені Н.А. Цитовичем ще у 1957 р. без оцінки їх причин:

*«Расчет осадок по приближенному широко распространенному способу элементарного суммирования и условной величине активной зоны активного сжатия для слабых глинистых грунтов в*

*большинстве случаев дает значительные, иногда в несколько раз заниженные результаты, приводящие к недопустимым ошибкам в проектировании фундаментов». І далі він додає: «Кроме того, и при расчете осадок фундаментов по методу элементарного суммирования не учитываются осадки разжатия грунтов в стороны под действием горизонтальных напряжений» [1].*

Із цієї думки варто зробити висновок, що «разжатие» це по суті залишкові деформації від поперечного розширення, виникаючого у результаті ущільнення ґрунтів. Таким чином, у слабких глинистих ґрунтах більше розходження між розрахунковими та експериментальними деформаціями викликане виникненням залишкових деформацій у результаті ущільнення та поперечного розширення об'єму, що стискається, які не визначаються діючими нормами.

Одним із основних параметрів у розрахунковій схемі є умовна глибина стискаємої товщі, що визначається без урахування деформативних властивостей ґрунтів.

К.Е. Егоров відмічав: «Одним из условий, определяющих величину возможной осадки фундамента, является глубина сжимаемой толщи основания, в пределах которой деформации слоев грунта имеют еще практическое значение» [2].

За результатами натурних досліджень встановлені параметри, які варто використати у розрахунковій формулі при оцінці деформацій у ґрунтах основи фундаментів. Основними є напруження, глибина стискаємої товщі та характеристики стисливості.

*Напруження у ґрунтовій товщі ( $\sigma$ ) залежать від складу та стану ґрунтів. Напруження у ґрунтовій товщі від додаткового навантаження приймаються як для пружного ізотропного напівпростору, що лінійно деформується. За результатами досліджень епюра напружень у пружній стадії деформування вимірюється за прямолінійною залежністю, її зміна ( $\alpha$ ) по глибині прийнята за залежностями, що отримані Флориним.*

*Глибина стисливої товщі ( $H_c$ ), по методу елементарного підсумовування визначається по співвідношенню напружень від власної ваги ґрунту і додаткового навантаження ( $\sigma_{zp}$ ;  $\sigma_{zg}$ ). Вона не залежить від показників деформативних властивостей ґрунтів, що виключає отримання достовірних результатів визначення. За результатами досліджень виміряна глибина стискаємої товщі менше розрахункової. За новим методом глибина стискаємої товщі визначається, коли напруження від суми зовнішнього навантаження та*

грунту ( $\sigma_{zp} + \sigma_{zg} = \sigma_z$ ) дорівнюють величині структурної міцності природного ґрунту ( $p_{str}$ ).

Модуль загальної деформації ґрунту оцінює стисливість ґрунтів. Розбіжність його значень за результатами лабораторних та польових випробовувань свідчить про недосконалість методів його дослідження.

*Модуль ущільнення* ( $E_n$ ) визначає стисливість ґрунту у результаті підвищення щільності його скелету під впливом прикладеного навантаження. Його значення залежить від тиску ( $p$ ) та коефіцієнту відносного ущільнення ( $\varepsilon_n = 1 - \rho_d / \rho_{d,com}$ ). Коефіцієнт відносного ущільнення визначається за величиною щільності скелету природного ( $\rho_d$ ) та ущільненого фундаментом ґрунту ( $\rho_{d,com}$ ). Величина модуля ущільнення не залежить від методу його визначення: у лабораторних або польових умовах. Модуль ущільнення дорівнює:

$$E_n = k \cdot p / \varepsilon_n; \quad (1)$$

де  $k = 1$ ;

$p$  – тиск під подошвою штамп.

*Коефіцієнт поперечного розширення* ( $v$ ) є показником зміни форми деформованого об'єму ґрунту під площею штамп. Визначається при напруженнях, що перевищують структурну міцність ґрунту ( $p_{str}$ ) за значеннями залишкових деформацій. Цю пропозиція апробовано польовими та лабораторними дослідженнями [3]. Його середнє значення можливо визначити за відношенням частини осідання, викликаного поперечним розширенням до подвійного значення осідання від стисливості, за залежністю:

$$v = s_v / 2\Delta s_n \quad (2)$$

де  $s_v$  – осідання ґрунту, викликане його поперечним розширенням;

$s$  – повне осідання,  $s = s_n + s_v$ ;

$s_n$  – осідання штамп від ущільнення ґрунту.

Розрахунок осідання основи фундаменту з урахуванням поперечного розширення ґрунту виконується за формулою:

$$s = \sum \sigma_{zi} h_{a,i} / (1 - 2v) E_n; \quad (3)$$

$h_{a,i}$  – товщина елементарного шару.

Розрахунки виконані з урахуванням поперечного розширення ґрунту за допомогою програми, що розроблена за алгоритмом, який представлений у вигляді блок-схеми (рис.1). Програма розроблена за участю магістра Мусієнко В.В., написана у середовищі розробки Delphi. В якості мови програмування в Delphi використовується мова Delphi (Delphilanguage), що є прямим потомком мови Pascal.

Для розрахунку фундаментів мілкого закладення різної площі використані результати польових досліджень, наведених у монографії Ю.Ф. Тугаєнко [3]. Результати розрахунків осідання в основах фундаментів різної площі приведені у таблиці 1.

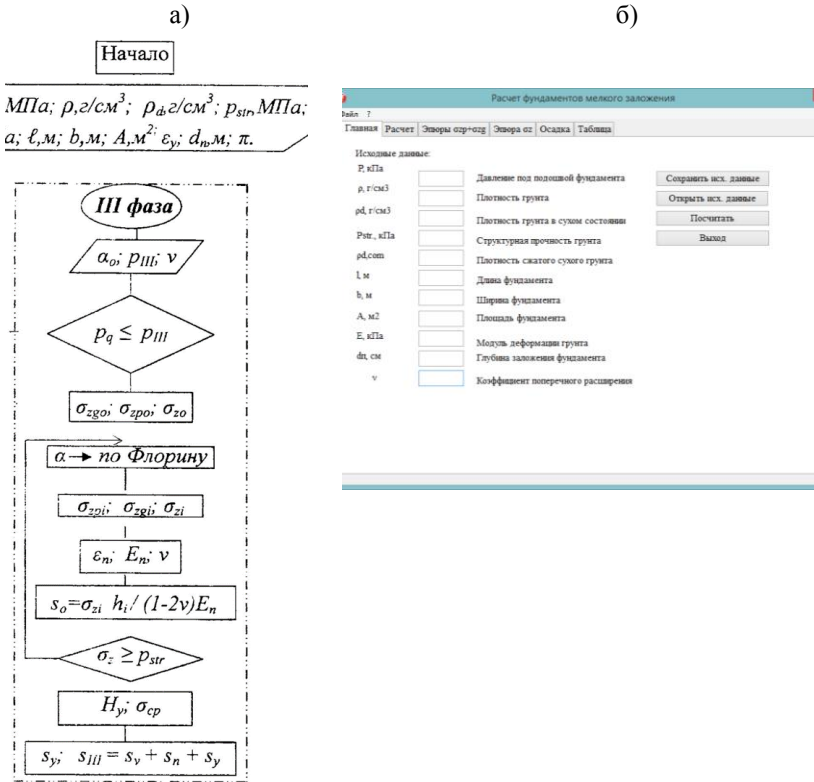


Рис. 1. Алгоритм програми «Фундамент v.1.0» для розрахунку фундаментів мілкого закладення (а); головне вікно програми розрахунку за деформаціями (б)

Таблиця 1

Вихідні дані [3]					Новий метод				Метод пошарового підсумовування			
№	$A$ , $m^2$	$P$ , $kPa$	$s$ , $cm$	$H_{ab}$ , $cm$	$s$ , $cm$	%	$H$ , $cm$	%	$s$ , $cm$	%	$H$ , $cm$	%
1	0,04	300	10,9	39	9,30	15	40	3	1,2	89	147	276
2	0,1	300	14,0	62	13,0	7	70,4	14	1,4	90	234	277
3	0,25	300	16,8	88	16,4	2	100	14	1,6	91	248	181
4	0,5	300	18,5	116	21,6	17	169	46	1,7	91	170	47
5	0,5	200	17,0	110	14,4	15	127	15	1,4	92	306	178
6	1,0	300	21,9	112	25,9	18	140	25	5,6	75	433	287

### Висновки:

1. Новий метод є доповненням до розрахунку за схемою лінійно-деформованого напівпростору (методом пошарового підсумовування).
2. Осідання фундаментів визначається при тисках, що перевищують величину структурної міцності ґрунту, а також враховується поперечне розширення ґрунту.
3. Розрахунки осідань фундаментів, виконані за допомогою програми «Фундамент v.1.0», підтверджують, що новий метод більш прийнятний, ніж метод пошарового підсумовування.

### Література:

1. Цытович Н.А. Вопросы теории и практики строительства на слабых глинистых грунтах. Материалы всесоюзного совещания по строительству на слабых водонасыщенных грунтах. Таллинн, 1965. С. 5-17.
2. Егоров К.Е. К расчету деформаций оснований (сборник статей). ФГУП «ВНИИТПИ. М., 2002. 400 с.
3. Тугаенко Ю.Ф. Развитие деформаций в основаниях фундаментов, способы их ограничения и методы оценки. Монография. Одесса: Астропринт, 2003. 224 с.