

Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури

на правах рукопису
УДК 624.131.001.01

Кандзюба Сергій Павлович

Прогноз осадок водонасичених пілувато-глинистих підвалин
фундаментів, що перебувають під дією циклічного навантаження.

Спеціальність 05.23.02 - підвалини і фундаменти

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 1995

0 29.1
77.0 39,500
Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Придніпровській
академії будівництва та архітектури

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00761673 (U)

Науковий керівник: канд
доц

Науковий консультант : доктор технічних наук,
професор В.Б.Швець.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
професор В.Школа
кандидат технічних наук
Л.К.Гінзбург

Провідна організація: АП Проектно-пошуковий Інститут
" Укрспецбудпроект "

Захист відбудеться " " 1995 р. о " " годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д03.07.01 при Придніпровській державній академії будівництва та
архітектури за адресою:
320600, м. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24а, ауд. 202.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Придніпровської державної
академії будівництва та архітектури.

Автореферат розіслано " " 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук

А. М. Лук'янова

А.М.Лук'янова

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В практиці інженерної діяльності часто виникає проблема прогнозу осадок і кренів фундаментів, що перебувають під дією циклічних навантажень. Це фундаменти водонапірних башт, колон із крановим навантаженням, шламовідстійників, турбоагрегатів і т.і.

Існуючі в літературі дані свідчать про те, що у випадку, який розглядається, на величину середніх осадок і ступінь впливає частота змінювання навантаження протягом часу і його характеристика циклу ρ , тобто відношення максимального навантаження до його мінімального значення. Установлено також, що вплив на осадки і крени зазначених вище факторів обумовлено незворотністю деякої частини деформацій ґрунту при навантаженні - розвантаженні.

Пропоновані діючими нормативними документами методи розрахунку осадок фундаментів, що використовують рішення теорії пружності, не дозволяють визначити осадку водонасиченого пілувато-глинистого ґрунту при циклічному навантаженні, через те що не враховують накопичення залишкових деформацій, явища фільтраційної консолідації і повзучості скелету ґрунту.

Зараз для опису процесу ущільнення водонасиченої підвалини використовується фільтраційна теорія консолідації К.Терцагі - Н.М.Герсеванова, теорія об'ємних сил при лінійно-деформівному скелеті В.А.Флоріна - М.Біо і модель ґрунту Ю.К.Зарецького. Як відомо, модель К.Терцагі - Н.М.Герсеванова є приблизною з фізичної точки зору, а рішення, одержані В.А.Флорінім і Ю.К.Зарецьким, є приблизними з математичної точки зору. Окрім цього, жодна з них не дозволяє враховувати накопичення залишкових деформацій при циклічному навантаженні.

Зазначені проблеми спонукають до досліджень, спрямованих на створення реологічної моделі водонасиченої ґрунтової підвалини, яка дозволяє враховувати накопичення деформацій при навантаженні - розвантаженні, а також до одержання точних рішень.

Метою роботи є експериментально-теоретичне дослідження реологічних процесів, що проходять в пілувато-глинистих ґрунтах і розробка на його підставі методики прогнозу осадок фундаментів, що перебувають під дією циклічного навантаження.

Наукова новизна роботи:

- розроблена методика розв'язання задач теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації;
- знайдено точне рішення осьосиметричної задачі теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації для випадку шару кінцевої товщини;
- запропонована методика розрахунку підвалин, що перебувають під дією циклічного навантаження, яка дозволяє враховувати незворотність деформацій при навантаженні-розвантаженні та їх накопичення;
- розроблена методика визначення деформаційних та реологічних властивостей водонасиченого пілувато-глинистого ґрунту в лабораторних і польових умовах.

Практичне значення роботи полягає у використанні методів визначення деформаційних та реологічних властивостей пілувато-глинистого ґрунту в проєктно-пошуковій практиці і методики розрахунку підвалин, що перебувають під дією циклічного навантаження.

Впровадження результатів досліджень дійсно при розробці пакету програм, який використовується в Дніпродзержинському філіалі КиївНДІПмістобудівництва при розрахунку підвалин фундаментів за деформаціями з 1991 року. Пакет програм дозволяє прогнозувати осадки фундаментів складної форми з урахуванням реологічних властивостей ґрунту, а також фільтраційної консолідації. Економічний ефект від впровадження склав 31.49 тис. крб. у цінах 1991 року.

Розроблена методика визначення реологічних властивостей ґрунту в лабораторних умовах була використана в ході аналізу результатів випробувань ґрунтових підвалин при будівництві об'єктів м. Дніпропетровська будівельно-монтажним трестом N17. На основі виконаних випробувань були установлені коефіцієнт фільтраційної консолідації і параметри повзучості пілувато-глинистого ґрунту, що дозволило правильно оцінити процес розвитку протягом часу середніх осадок і кренів фундаментів. Економічний ефект від випробувань склав 520 млн. крб. у цінах 1995 року.

Апробація роботи. Основні положення доповідалися на науково-технічних конференціях ДІБІ протягом 1991-1994 рр., а також на IV Міжнародній конференції з проблем пального фундаментобудівництва (1994 р.), Міжнародній конференції з механіки ґрунтів і фундаментобудівництва

"Геотехніка-95" (Санкт-Петербург, 1995) та II Українській науково-технічній конференції з механіки ґрунтів і фундаментобудівництва (Полтава, 1995).

Публікації. Основні положення відображені у 12 друкованих роботах.

Обсяг роботи. Дисертація складається з семи глав, включаючи вступ і закінчення (загальні висновки), і додатка. Містить 156 сторінок основного тексту, в тому числі 64 малюнка і 2 таблиці. Список використаної літератури має 126 найменувань.

На захист виносяться:

- методика розв'язування задач теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації;
- точне рішення осьосиметричної задачі теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації для випадку шаг' кінцевої товщини;
- методика розрахунку підвалин, що перебувають під дією циклічного навантаження, яка дозволяє враховувати незворотність деформацій при навантаженні - розвантаженні та їх накопичення;
- методика визначення деформційних та реологічних властивостей водонасиченого пилувато-глинистого ґрунту в лабораторних і польових умовах.

ЗМІСТ РОБОТИ.

В першій главі обґрунтовані актуальність, мета і наукова новизна досліджень.

В другій главі докладно описані фізичні процеси, що проминають протягом ущільнення водонасичених підвалин із пилувато-глинистих ґрунтів. Зараз в механіці ґрунтів існують три напрямки, що визначають розрахункові методи теорії консолідації: фільтраційна теорія консолідації К.Терцагі - Н.М.Герсеванова, теорія об'ємних сил при лінійно-г-формівному скелеті В.А.Флоріна - М.Бю і модель ґрунту Ю.К.Зарецького. Виходячи із поставленої у даній роботі мети, був проведений аналіз зазначених моделей і одержаних на їх основі рішень. В цьому напрямку розглянуті роботи М.Ю.Абелсва, С.С.Вялова, М.Н.Гольдштейна, Ю.К.Зарецького, Н.Н.Маслова, С.Р.Месчана, В.А.Флоріна, Н.А.Цитовича та інших дослідників. Все це дозволило зробити такі висновки:

- проблема прогнозу осадок фундаментів, що перебувають під дією циклічного навантаження, є дуже актуальною, через те що в даному випадку відбувається інтенсифікація процесу повзучості;

- процес накопичення залишкових деформацій у ґрунтовій підваліні з теоретичної точки зору досліджений недостатньо повно;

- зараз використовують лише наближене рішення задач теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації, при цьому існуючі рішення або не враховують фізичних властивостей процесу, або похибка наближених методів є великою.

Для досягнення поставленої в роботі мети було необхідно:

- знайти точне (з математичної і фізичної точок зору) рішення задач теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації;

- провести експериментальне дослідження процесів ущільнення пілувато-глинистих ґрунтів, що перебувають під дією циклічного навантаження в ході випробувань ґрунтових зразків та моделей фундаментів;

- виконати математичну формалізацію процесу накопичення залишкових деформацій ґрунту, що перебуває під дією циклічного навантаження;

- розробити методику визначення параметрів повзучості повністю водонасиченого ґрунту, яка дозволяє оцінити внесок в процес ущільнення ґрунту відновлюваної і незворотньої протягом часу частини деформації.

Для розв'язування поставлених задач були чамічені такі шляхи:

- використання для побудови точного рішення, запропонований В.Г.Шаповалом і В.Б.Швецом алгоритм, суть якого полягає у введенні деяких допоміжних функцій напруг і переміщень;

- формалізація процесу накопичення залишкових деформацій на підставі запропонованого Н.А.Масловим і розвинутого А.А.Олександровським та Є.А.Яценком феноменологічного підходу, який полягає в зображенні рівнянь стану ґрунтового скелету у вигляді інтегральних рівнянь Вольтерра 2-го роду із складеним нерізницевим ядром повзучості, перший доданок якого описує відновлювані протягом часу деформації, а другий - їх накопичення;

- забезпечення відтворення результатів експериментів шляхом виготовлення за спеціальною методикою глинистої пасти;

- використання для г ділу процесів фільтраційної консолідації і повзучості ґрунтового скелету підходу, ідентичного до запропонованого

В.Г.Шаповалом, суть якого полягає в знаходженні параметрів повзучості і фільтраційної консолідації методами теорії оптимізації.

У третій главі наведені результати експериментів, проведених у компресійному приладі, просторовому лотку і в умовах натурних випробувань. Зразки піддавались дії квазістатичного циклічного і постійного протягом часу навантаження. При постійному навантаженні ґрунти випробувалися згідно з ГОСТ 12374-77. Для випробувань циклічним навантаженням була використана спеціально розроблена для цього методика.

В ході випробувань переслідувались такі цілі:

- виявити вплив циклічного характеру прикладення навантаження на розвиток протягом часу деформацій ґрунту (тобто переконалися в факті прискорення процесу повзучості і збільшення деформативності ґрунту порівняно із деформаціями, які виникають при дії на ідентичний за властивостями ґрунт статичного навантаження, що дорівнює за максимальним значенням змінному);

- використати дані експериментів для розробки методики визначення реологічних та деформаційних властивостей пілувато-глинистого ґрунту;

- з'ясувати характер ущільнення пілувато-глинистого ґрунту в умовах компресійного стиснення і просторової задачі.

З метою забезпечення відтворення результатів усі дослідження були виконані на зразках, виготовлених з ґрунтової ласті, виробленої за спеціальною методикою.

В цілому аналіз виконаних випробувань пілувато-глинистих ґрунтів свідчить про те, що при циклічному навантаженні цих ґрунтів відбувається накопичення залишкових (незворотніх) деформацій. При цьому величина залишкових деформацій залежить від виду напружено-деформованого стану зразка, характеру змінювання протягом часу навантаження, характеристики циклу $\rho = \sigma_{\max} / \sigma_{\min}$, величини амплітудного значення навантаження і виду ґрунту. Крім цього, у всіх виконаних нами і іншими авторами експериментах було встановлено, що циклічність прикладення навантаження інтенсифікує процес повзучості. На наш погляд, цей факт можна пояснити більш активною перебудовою структури ґрунту (аналогічної тому, як це відбувається в ході вібрації або трамбовки бетонної суміші). Проведені випробування дозволили зробити такі висновки:

- циклічний характер прикладення навантаження інтенсифікує процес повзучості, завдяки чому установлені в ході випробувань ґрунту статичними навантаженнями дані не можуть бути використані для прогнозу осадок фундаментів, що перебувають під дією циклічного навантаження;

- при циклічному навантаженні відбувається накопичення незворотніх деформацій, при цьому, якщо число циклів навантаження зростає необмежено, має місце тенденція до зменшення частини незворотніх деформацій;

- криві "відносна деформація - час" при циклічному навантаженні зразків із різною висотою, відрізняються одна від одної, що, на наш погляд, пояснюється впливом на процес ущільнення фільтраційної консолідації;

- криві "відносна осадка - час" для штампів різної площі відрізняються одна від одної, що також пояснюється впливом на процес ущільнення ґрунту фільтраційної консолідації;

- частка незворотніх деформацій зипробуваних нами ґрунтів сягає 80%, що необхідно враховувати при проектуванні фундаментів.

Четверта глава містить зведення основних рівнянь теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації, припустимі варіанти початкових і крайових умов, а також алгоритм побудови загального рішення. Зокрема, система рівнянь у випадку осьосиметричної задачі теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації для ґрунтового скелету підзаліни, яка не має повзучості, виглядає таким чином:

$$\left. \begin{aligned}
 (\lambda + 2G) \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + 2G \frac{\partial \omega}{\partial z} &= \frac{1}{\beta} \frac{\partial P}{\partial t}, \\
 (\lambda + 2G) \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} + 2 \frac{G}{r} \frac{\partial (\omega \cdot r)}{\partial t} &= \frac{1}{\beta} \frac{\partial P}{\partial z}, \\
 \frac{\partial P}{\partial t} &= c \cdot \Delta P - \frac{\beta}{3} \frac{\partial}{\partial t} \sigma_{\Sigma}, \\
 \sigma_{zz} &= 2G \varepsilon_z + \lambda \varepsilon - \frac{1}{\beta} P, \\
 \sigma_{rr} &= 2G \varepsilon_r + \lambda \varepsilon - \frac{1}{\beta} P, \\
 \sigma_{\theta\theta} &= 2G \varepsilon_{\theta} + \lambda \varepsilon - \frac{1}{\beta} P, \\
 \tau_{rz} &= G \gamma_{rz},
 \end{aligned} \right\} (1)$$

де

$$\left. \begin{aligned} \epsilon &= \epsilon_z + \epsilon_r + \epsilon_\theta, \\ \omega &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial r} \right), \\ \epsilon_r &= \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \epsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}, \quad \epsilon_\theta = \frac{u}{r}, \\ \gamma_{rz} &= \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial r}, \\ \sigma_{zz} &= \sigma_{zz} + \sigma_{rr} + \sigma_{\theta\theta}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

тут $\sigma_{zz}, \sigma_{rr}, \sigma_{\theta\theta}$ - нормальні напруження в ґрунтовому скелеті; τ_{rz} - дотичне напруження; P - поровий тиск; γ_{rz} - деформація зсуву; $\epsilon_r, \epsilon_z, \epsilon_\theta$ - деформації, що спричинилися нормальними напруженнями; ϵ - об'ємне розширення; ω - обертання; u і w - переміщення; β - коефіцієнт порового тиску; c_v - коефіцієнт просторової консолідації; G і λ - константи Ламе ґрунтового скелету; r і z - координати; t - час; $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ - оператор Лапласа.

Перші два рівняння (1) мають назву рівнянь рівноваги, третє - рівняння фільтрації, а останні чотири рівності є законом Гука для просторової задачі при осьовій симетрії. Для знаходження часткових рішень задачі (1) слід приєднати крайові умови для напруг або переміщень і порового тиску, а також початкову умову для порового тиску.

Для побудови рішення (1) вводяться у розгляд деякі функції $\Phi(r, z, t)$ і $\varphi(r, z, t)$, пов'язані з переміщеннями u і w такими залежностями:

$$\left. \begin{aligned} u &= \frac{\partial \Phi}{\partial r} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial z}, \\ w &= \frac{\partial \Phi}{\partial z} + \frac{\lambda + 2G}{\lambda + G} \Delta \varphi - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Якщо скелет ґрунту має властивість повзучості, то необхідно використати підхід, який полягає в побудові фіктивного рішення з подальшим знаходженням точного шляхом використання інтегральних перетворень спеціального виду.

Як ядро інтегрального перетворення в роботі пропонується використати функцію

$$K(t, \tau) = \delta e^{\delta_1(t-\tau)} + \gamma e^{-\gamma \tau}. \quad (4)$$

Перший доданок виразу (4) описує зворотні, а другий - незворотні протягом часу деформації (тобто їх накопичення). Параметри повзучості визначаються експериментально.

Наведені результати дозволяють зробити висновок про доцільність використання для розв'язування задачі теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації запропонований В.Г.Шапвалом і В.Б.Швецом алгоритм, суть якого полягає у введенні нових невідомих функцій, які дозволяють розщепити систему рівнянь. Для урахування повзучості ґрунтового скелету і накопичення незворотніх деформацій доцільно використати теорію повзучості Г.Н.Маслова - Н.Х.Арутюняна.

П'ята глава присвячена теоретичному дослідженню процесів ущільнення вснащеного пілувато-глинистого ґрунту. Наведено точне рішення задачі теорії взаємопов'язаної фільтраційної консолідації для шару кінцевої товщини, що перебуває під дією змінного протягом часу навантаження при осовій симетрії. Для випадків компресійного стиснення і шару кінцевої товщини одержані рішення, які дозволяють враховувати процес накопичення незворотніх деформацій в ґрунтовій підваліні при дії на ґрунт циклічного навантаження.

Для виявлення особливостей поведінки одержаних рішень було проведено чисельний експеримент. Було спільно розглянуто три варіанти рішень.

1. Прогноз осадки $S_1(t)$ у межах теорії К.Терцагі (тобто припускається, що розвиток осадок протягом часу обумовлений лише фільтраційною консолідацією). В цьому випадку розрахунок осадок виконується при ядрі повзучості $K_1(t, \tau) = 0$.

2. Розрахунок осадки $S_2(t)$ у межах теорії В.А.Флоріна - М.Біо при припущенні, що ядро повзучості $K_2(t, \tau) = \delta \exp[-\delta_1(t - \tau)]$, де δ і δ_1 - емпіричні параметри повзучості, що підлягають визначенню.

3. Розрахунок осадки із використанням запропонованої нами реологічної моделі ґрунту при припущенні, що ядро повзучості має вигляд:

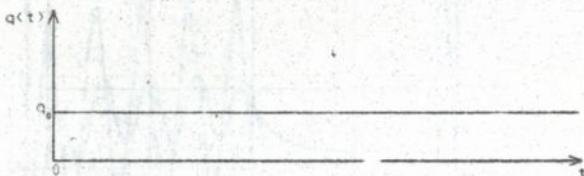
$$K_3(t, \tau) = \delta \cdot \exp[-\delta_1(t - \tau)] + \gamma \cdot \exp(-\gamma \tau),$$

де $\delta, \delta_1, \gamma, \gamma_1$ - параметри, які визначаються експериментально.

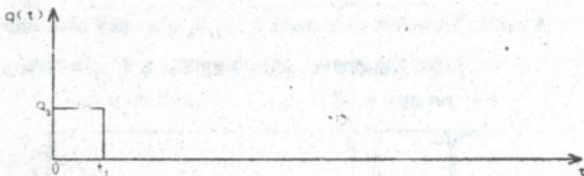
Для всіх трьох рішень брались однакові значення деформаційних, фільтраційних характеристик ґрунту. Параметри повзучості вибирались за умовою максимального збігу кривих при навантаженні зразка або штампа.

Види навантажень, які прикладались, проведені на мал. 1, а відповідні криві S_1, S_2 і S_3 для випадку шару кінцевої товщини - на мал. 2, 3, 4 і 5. На мал. 6 зображена залежність "осадка-навантаження", одержана із використанням моделі, яка пропонується в роботі для навантаження, приведеного на мал. 1 г).

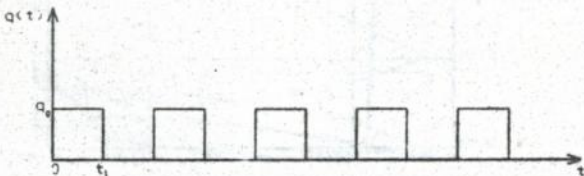
а)

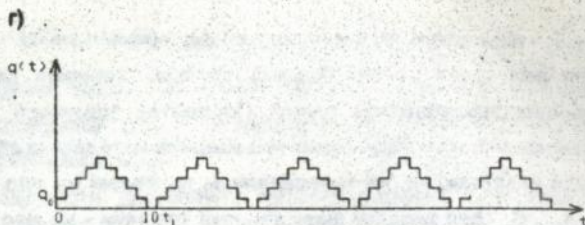


б)

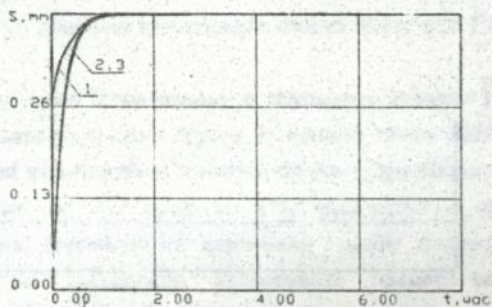


в)

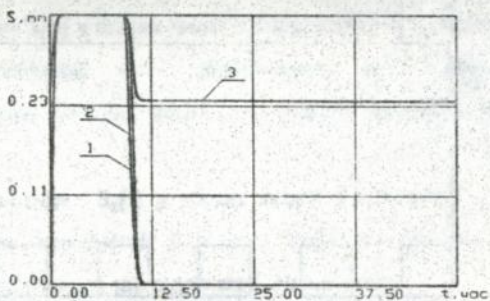




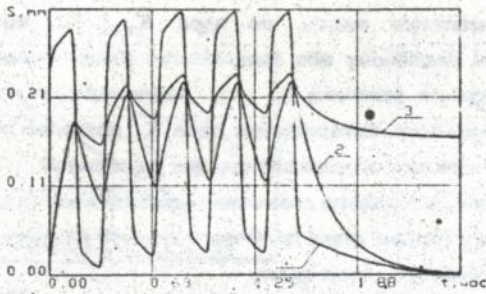
Мал. 1. Залежності "навантаження-час", використані в чисельному експерименті.



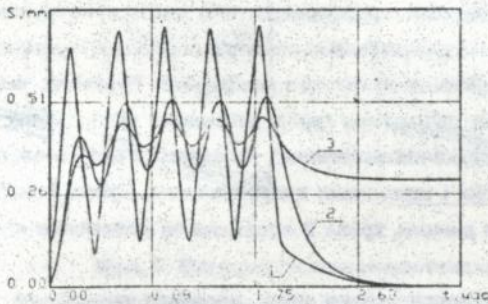
Мал. 2. Залежність осадок S_1, S_2, S_3 від часу для навантаження, зображеного на мал. 1 а); $t = 8$ і $t_1 = 20$ годин.



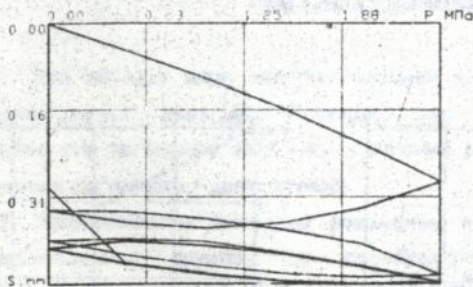
Мал. 3. Те ж, для навантаження, зображеного на мал. 1 б); $t = 50$ і $t_1 = 10$ годин.



Мал. 4. Те ж, для навантаження, зображеного на мал. 1 в); $t = 2.5$ і $t_1 = 0.166$ години.



Мал. 5. Те ж, для навантаження, зображеного на мал. 1 г); $t = 3$ і $t_1 = 0.04$ години.



Мал. 6. Залежність "осадка-навантаження", одержана для кривої S_3 , зображеної на мал. 5, і для навантаження, зображеного на мал. 1 г).

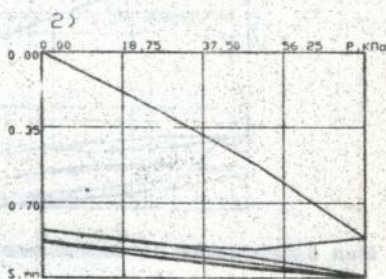
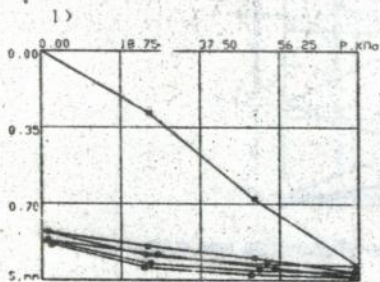
З наведених малюнків видно, що ядра K_1 і K_2 можуть бути використані лише при постійному або зростаючому навантаженні, оскільки після зняття навантаження величини S_1 і S_2 наближаються до нуля, що не ірно з фізичної точки зору. Використання ядра K_2 дозволяє позбавитись цього недолугу і врахувати накопичення залишкових деформацій.

В цілому, виконані дослідження дозволяють зробити висновок про те, що прийнята форма запису рівнянь стану ґрунтового скелету дозволяє одержати достовірну якісну картину ущільнення ґрунту.

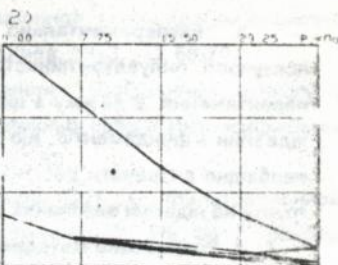
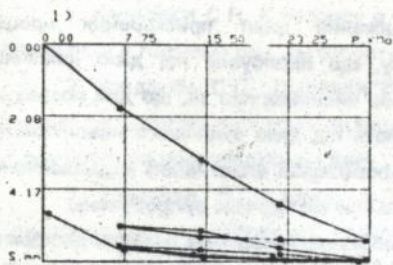
У шостій главі міститься зіставлення експериментальних і теоретичних результатів досліджень. Тут наведені методика визначення параметрів повзучості ґрунтового скелету і коефіцієнта консолідації водонасиченого глинистого ґрунту на підставі аналізу результатів досліджень ґрунтових зразків різної висоти і методика визначення параметрів повзучості ґрунтового скелету, коефіцієнта фільтраційної консолідації і коефіцієнта Пуассона, яка базується на аналізі результатів досліджень ґрунту штампами різної площі. На мал. 7 наведені діаграми "осадка-навантаження", які одержані для різних дослідів при компресійних, лоткових і штапових випробуваннях. Крива 1 побудована за експериментальними даними, крива 2 одержана за допомогою пропонуванних моделей.

Показано, що запропонована нами методика визначення параметрів повзучості ґрунтової підвалини дозволяє нам більш правильно оцінити характер ущільнення ґрунту як для випадку компресійного стиснення, так і для випадку просторової задачі.

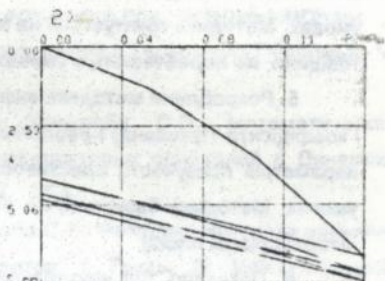
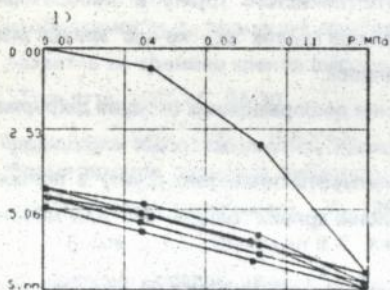
а)



б)



в)



Мал. 7. Діаграма "осадка-навантаження", одержана при:
 а) компресійних випробуваннях; б) лоткових випробуваннях;
 в) штампових випробуваннях; 1 - експеримент, 2 - теорія.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

1. Для ви'язку шару кінцевої товщини для осьосиметричної задачі одержано точне рішення. Показано, що одержані В.А.Флориним, Ю.К.Зарецьким та іншими авторами наближені рішення цієї задачі можуть відрізнитися від точного у десятки разів.

2. Запропонована методика розрахунку водонасичених підвалин із пилувато-глинистих ґрунтів, що перебувають під дією циклічного навантаження, яка дозволяє враховувати незворотність деформацій при навантаженні-розвантаженні та їх накопичення.

3. Експериментально підтверджений факт прискорення процесу повзучості пилувато-глинистого ґрунту, що перебуває під дією циклічного навантаження. В зв'язку з цим зроблено висновок про те, що для розрахунку підвалин і фундаментів, що перебувають під дією циклічного навантаження, необхідно визначити реологічні та деформаційні властивості водонасиченого ґрунту на підставі виконаних за спеціальною методикою випробувань.

4. Розроблена методика визначення деформаційних (модуля деформації E) та реологічних (коефіцієнта консолідації і параметрів повзучості) властивостей водонасиченого пилувато-глинистого ґрунту в лабораторних умовах. Методика ґрунтується на зіставленні кривих "осадка-час" зразків різної товщини, які перебувають в умовах компресії.

5. Розроблена методика визначення деформаційних (модуля деформації і коефіцієнта Пуассона) і реологічних (коефіцієнта просторової консолідації та параметрів повзучості) властивостей пилувато-глинистого ґрунту в польових умовах. Методика базується на зіставленні кривих "осадка-час" для жорстких штампів різної площі.

6. Показано, що врахування незворотності деформацій при циклічному навантаженні пилувато-глинистого водонасиченого ґрунту дозволяє істотно підвищити достовірність розрахунку деформацій ґрунтової підвалини і, таким чином, давати більш обґрунтовані прогнози поведінки цих підвалин в процесі експлуатації.

В проведеному дослідженні вдалося охопити лише частину проблеми прогнозу осадок для пилувато-глинистих підвалин, що перебувають під дією циклічного навантаження. Одержані результати необхідно розвивати у напрямках:

- урахування анізотропії деформаційних і реологічних властивостей ґрунту;
- урахування нелінійних властивостей ґрунту;
- прогнозу середніх осадок і кренів для підвалин фундаментів, що перебувають під дією динамічного навантаження;
- удосконалення методик визначення реологічних і деформаційних властивостей ґрунту.

Основні результати роботи опубліковані в таких статтях:

1. Кандзюба С.П. К вопросу о фильтрационной консолидации слоистых оснований // Научные основы строительства. - Киев, 1993. - С. 66-70.
2. Кандзюба С.П., Шаповал В.Г. Применение обобщенных функций в теории фильтрационной консолидации многослойных сред // Интенсификация строительного производства. - Киев, 1992. - С. 57-62.
3. Шаповал В.Г., Швец В.Б., Кандзюба С.П. О фильтрационной консолидации в условиях плоской деформации // Научные основы строительства. - Киев, 1993. - С. 218-222.
4. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Бауск Е.А., Кандзюба С.П. Влияние необратимости деформаций грунтового основания при нагрузке-разгрузке на развитие во времени кренов высотных сооружений // Геотехника Поволжья - V. Тольятти, 1992. - С. 28-30.
5. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П. Математическая формализация процесса виброползучести грунтовых оснований // Динамика энергетических сооружений. - М., 1991. - С. 35-37.
6. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П. Методика прогноза развития во времени осадок свайных фундаментов // Труды III Международной конференции по проблемам свайного фундаментостроения. - Минск, 1992. - С. 49-52.
7. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П., Поповиченко С.О. Влияние циклической нагрузки на процесс развития во времени осадок свайных фундаментов // Труды IV Международной конференции по проблемам свайного фундаментостроения, часть II. - Пермь, 1994. - С. 94-97.
8. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П., Поповиченко С.О. Прогноз осадок фундаментов при воздействии на них циклической нагрузки // Theoretical Foundations of Civil Engineering. - Warsaw, 1994. - С. 221 - 225.
9. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П., Поповиченко С.О. О фильтрационной консолидации в условиях осевой симметрии // Интенсификация строительного производства. - Киев, 1993. - С. 285-289.
10. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П., Поповиченко С.О. Консолидация слоя конечной толщины под воздействием местной нагрузки // Труды Российской конференции по механике грунтов и фундаментостроению "Геотехника - 95", т.4. - Санкт-Петербург, 1995. - С. 711-713.

11. Швец В.Б., Шаповал В.Г., Кандзюба С.П., Поповиченко С.О. Общее решение с эсимметричной задачи теории взаимосвязанной консолидации // Труды Российской конференции по механике грунтов и фундаментостроению "Геотехника - 95", т.4. - Санкт-Петербург, 1995. - С. 706-710.

12. Поповиченко С.О., Кандзюба С.П. Закономерности деформирования упругих круглых пластин на грунтовом основании при циклическом нагружении // Сб. трудов II Украинской научно-технической конференции по механике грунтов и фундаментостроению. - Полтава, 1995. - С. 73-75.

Кандзюба С.П. Прогноз осадок водонасыщенных пылевато-глинистых оснований фундаментов, находящихся под воздействием циклической нагрузки. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.02 - основания и фундаменты - в форме рукописи, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепропетровск, 1995.

Защищается 12 научных работ, которые содержат результаты экспериментально-теоретического исследования протекающих в водонасыщенных пылевато-глинистых грунтах, находящихся под воздействием циклической нагрузки, реологических процессов. Установлено, что учет необратимости деформации при циклическом нагружении грунта позволяет существенно повысить точность прогноза деформаций грунтового основания. На основе разработанных методик осуществлено два промышленных внедрения.

Candzuba S.P. The precast of settlement of saturated clay-powdered foundations under the cyclic loading.

The thesis for competition on the Master Degree in Technical Sciences. Speciality: 05.23.02 - Foundations and Ba.ements - in the handwritten form, the Priednieprovsk's State Academy of Building and Architecture, Dniepropetrovsk, 1995.

There are mainted 12 scientific works containing the results of experimental and technical inves..gations of reological processes taking place in clay-powdered saturated soils under the cyclic loading. It's established that the accounting of the irreversity of deformations under cyclyc loading makes it possible to considerably increase the accuracy of the precast of deformations of the soil foundations.

Ключові слова: фільтраційна консолідація, залишкові деформації, ядро повзучості, параметри повзучості.

Полісано в печать 14.10.1996 формат 60x84
Заказ 94 , тираж 100, ДХТИ роталіт.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

44 6641

AB 33.500