

Джанг Юн Бок, доктор-інженер
Політехніка ім. Кім Чека, Пхеньян, КНДР

ПРОЦЕСИ НАБРЯКАННЯ ТА УСАДКИ ЗВОЛОЖЕНИХ ГАРЯЧОЮ ВОДОЮ ГРУНТІВ ПРИ РІЗНИХ УЩІЛЬНЮЮЧИХ ТИСКАХ

Встановлено зміну вологості ґрунту з часом в процесі набрякання й усадки при різних значеннях тисків, що ущільнюють, і температур гарячої води. За допомогою рядів Фур'є за гармонійними функціями тригонометричних поліномів математично модельовані процеси зволоження і висихання ґрунтів, що набухають, при зволоженні гарячою водою. Встановлено основні фактори, що впливають на набрякання глинистих ґрунтів, у тому числі при різних температурах води. Запропоновано формули, що апроксимують закономірності зміни деформації набрякання в залежності від вологості та температури води.

Правильне прогнозування поведінки ґрунтів, що набухають, в основах теплових споруд і врахування закономірностей їхнього деформування при розрахунку і проектуванні фундаментів теплових споруд є актуальною проблемою, над якою протягом багатьох років працюють вчені різних країн. Однак усі дослідники у своїх роботах не враховували температурного фактора на величину деформації набрякання, тому що експериментальні дослідження проводили при зволоженні ґрунтів, що набухають, водою з температурою до 20° С. Тому, незважаючи на визначні досягнення, дотепер теорія, що задовільно пояснює складну природу набрякання й усадки глинистих ґрунтів, остаточно не розроблена і температурний ефект на процес набрякання не вивчений.

До того ж недостатньо досліджені питання взаємодії різних факторів роль окремих факторів при набряканні й усадці глинистих ґрунтів з різним мінералогічним складом, відсутня єдина методика визначення параметрів набрякання й усадки, незрозумілі багато аспектів усадочного тріщиноутворення та ін.

Проаналізуємо деякі фактори, що впливають на набрякання глинистих ґрунтів.

1. Деформація набрякання глинистих ґрунтів залежить від гранулометричного складу ґрунту, а точніше, – від вмісту в ньому глинистих фракцій. Чим більше в складі ґрунту глинистої фракції, тим більше набрякання ґрунту при зволоженні водою. Залежність набрякання від глинистих фракцій підлягає лінійному закону. Але ця закономірність існує тільки в межах конкретних регіонально-генетичних типів порід.

2. Набрякання глинистих ґрунтів залежить від початкової вологості; чим більше в ньому вологи, тим менше за інших рівних умов його набрякання. Зворотно-пропорційна залежність між відносним набряканням і тиском набрякання – з однієї сторони, і природна вологоємність – з іншої. Відносне набрякання зростає при збільшенні вологості на границях текучості та розкочування.

3. Зі збільшенням щільності ґрунту зростає його набрякання. Ця залежність теж підкоряється лінійному закону. При збільшенні щільності ґрунту в ньому зростає кількість твердих часток, тобто змочується поверхня його твердої фази. Існує початкова щільність набрякання, при якій, і нижче цієї величини, ґрунт не набрякає. Залежність набрякання від щільності обумовлюється пористістю. Зрозуміло, що ця залежність є зворотно-пропорційною. За інших рівних умов найбільш піддаються набряканню ґрунти з малими значеннями пористості. Вирізняється набрякання (вільне і при малих тисках) не тільки бентонітових і монтморилонітових глинистих ґрунтів, наприклад дуже пористих лісових ґрунтів.

4. Залежність відносного набрякання від тиску має криволінійний характер: зі збільшенням тиску зменшується відносне набрякання, й особливо інтенсивно це зменшення спостерігається на перших етапах стиску ґрунту (до 0,05–0,1 МПа).

5. Шаруваті глинисті ґрунти характеризуються чітко вираженою анізотропією за проявом набрякання. Набрякання розвивається інтенсивніше в напрямку, що перпендикулярний до шаруватості порід, чим у напрямку, що рівнобіжний до неї. Цей структурний фактор різко виявляється в дислокованих глинистих ґрунтах.

6. На набрякання ґрунтів, особливо при вивченні їх у масиві в польових умовах, впливає їхня тріщинуватість, її густота і напрямок. Тріщини є шляхами проникнення води в товщу ґрунту, вони збільшують поверхню зіткнення ґрунту з водою і цим самим інтенсифікують процес набрякання. З іншого боку, тріщини координують переміщення ґрунту, що набухає, наприклад, при наявності в масиві з глинистих ґрунтів системи горизонтальних тріщин вертикальні переміщення основи будуть менші, ніж у ґрунтах, що не мають тріщин, або мають тріщини вертикальної орієнтації.

7. Набрякання залежить від структурної зв'язності ґрунтів. ґрунти непорушеної структури за інших рівних умов звичайно набухають менше, ніж ґрунти порушеної структури.

Деформація набрякання й усадки в глинистих ґрунтах являє собою дві взаємно протилежні сторони того самого процесу, що протікає в основах будинків і споруд при різних значеннях навантаження, що ущільнює. Тому методика поперемінного зволоження і висушування глинистих ґрунтів під дією статичних навантажень доповнює і розширює можливості загальноприйнятих методів дослідження і дозволяє в лабораторних умовах моделювати природні умови роботи глинистого ґрунту в основах споруд.

8. Деформація набрякання глинистих ґрунтів багато в чому залежить від температури води при зволоженні. Як було зазначено вище, вплив цього головного фактора на набрякання ґрунту не було вивчено. Тому зміни закономірності набрякання від температури нами надалі будуть розглянуті більш докладно.

9. Зміна режиму вологості в глинистих ґрунтах періодично викликає деформації набрякання й усадки. Тому закономірності періодичної зміни вологості глинистих ґрунтів є одним з основних факторів, що викликають деформацію набрякання й усадки в основах споруд. Виходячи з викладеного, виникає необхідність дослідження закономірності деформування глинистих ґрунтів під дією різних за величиною навантажень, що ущільнюють, при безупинному зволоженні та висушуванні ґрунту. Ці закономірності найбільш реально характеризують деформування глинистих ґрунтів в основах будь-яких споруд при їхньому набряканні й усадці, особливо в основах теплових споруд.

10. На набрякання ґрунту впливає концентрація солей у поровому розчині. Градієнт, що виникає в результаті різниці концентрації солей у поровому розчині та у воді, що замочує, призводить до осмотичного нагромадження води в міжчастковому просторі. Для вивчення впливу концентрації солей на величину набрякання проведені експерименти на бентонітовій глині, відмитій дистильованою водою до повного очищення від розчинних солей і розчинів, що мають різну концентрацію розчину NaCl (0, 5, 10, 20 г/л). Зразки випробувалися під тиском 0,1; 0,2 МПа. Аналіз результатів показав, що збільшення концентрації солі в поровому розчині до 20 г/л призводить до зростання величини набрякання.

11. До ґрунтів, що набрякають, належать глинисті ґрунти, відносно набрякання яких складає без навантаження $\epsilon_{sw} \geq 0,04$.

На рис. 1 наведені зміни деформації набрякання й усадки з часом при різних циклах зволоження висушування при температурі води $T = 60$ °С.

Для одержання кількісної залежності набрякання від тиску проведені досліди на компресійних приладах і в приладах трьохосового осного стиску М-2. Після стабілізації від навантаження ґрунт (зразки з непорушеної структури бентонітової, монтморилонітової і зміщеної глини) замочували водою $T =$ до 20 °С і вимірювали набрякання. Досліди проводили під тиском 0,05÷0,6 МПа, а частину зразків замочували без зовнішнього навантаження. За отриманим значенням побудовані залежності відносного набрякання від тиску (рис. 2).

З рис. 2 видно, що зазначені залежності мають криволінійний характер: зі зростанням тиску набрякання зменшується. Найбільш різко набрякання зменшується при зростанні тиску від 0 до 0,05 МПа. При цьому основна частка набрякання відбувається в результаті утворення слабозв'язаною водою гідратної оболонки, що обволікає частки ґрунту. Незначний зовнішній тиск у межах 0,1 МПа перевищує тиск гідратних оболонок, що розклинює. В міру зростання зовнішнього тиску набрякання зменшується в значно меншому ступені і при тисках, що перевищують 0,1÷0,15 МПа. При дії великих зовнішніх тисків внутрішні сили набрякання врівноважуються зовнішнім тиском. Зовнішній тиск впливає не тільки на загальну деформацію набрякання, але і на характер протікання цього процесу. При відсутності навантаження набрякання протікає з великою швидкістю і стабілізація в часі настає пізніше, ніж при її наявності.

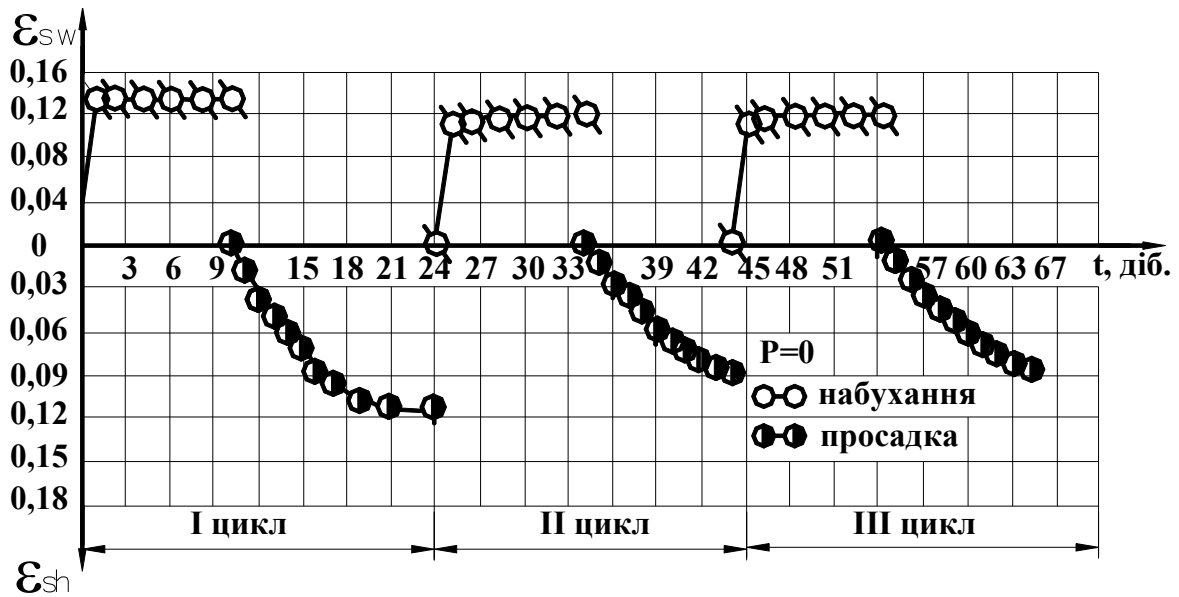


Рис. 1. Зміна деформацій набухання і осадки з часом при різних циклах зволоження–висушування ґрунту ($T=60^{\circ}\text{C}$)

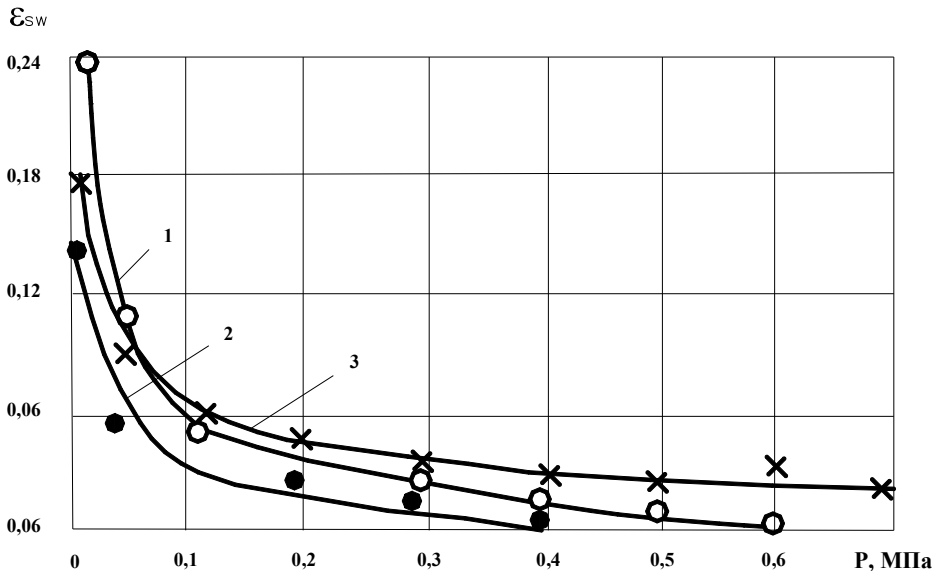


Рис. 2. Залежності набухання глин природної структури від тиску. 1 – бентонітова глина; 2 – монтморилонітова глина; 3 – змішані глини

Випробовування зразків в умовах складного напруженого стану показало, що основні деформації набрякання виявляються у вертикальному напрямку, а горизонтальними деформаціями практично можна знехтувати. При цьому вертикальні деформації залишаються такими ж, як і при відсутності горизонтального тиску.

Розглянемо умови рівноваги сил при дослідженні ґрунту під навантаженням у випадку, коли $\epsilon_{sw} = 0$. При замочуванні водою $T =$ до 20°C в місцях контакту часток виникає тиск тонких плівок води, що розклинає. Цьому тиску роблять протидію дві системи сил – зовнішня і внутрішня. До зовнішніх сил належать тиск від фундаменту. До внутрішніх сил належать сили опорів внутрішніх зв'язків ґрунту – структурна зв'язність ґрунту при набряканні та капілярні сили. Зовнішні сили можуть бути змінними, а внутрішні для даного виду і стану ґрунту – сталі. Таким чином, тиск набрякання – це різниця між тиском гідратних плівок, що розклинають, і структурною зв'язністю ґрунту при набряканні.

12. Попереднє розуцільнення ґрунту сприяє вільному набряканню ґрунту, тому являє інтерес визначення тиску набрякання глинистих ґрунтів. Тиск набрякання ґрунту, що знаходиться як у природному, так і в розуцільненому стані, визначається його початковою щільністю і вологістю. Збільшення початкової щільності ґрунту при сталій вологості призводить до збільшення тиску

набрякання. Тиск вільного набрякання для випробовуваних глин складає до 0,1 МПа. За тиск набрякання приймається навантаження, при якому починається деформація стиску.

Зі зменшенням попереднього розуцільнення тиск набрякання зростає. Найбільш значне зниження тиску набрякання відбувається при невеликому попередньому розуцільненні. Наприклад, для бентонітової глини, що має щільність $13,8 \text{ Н/см}^3$, при розуцільненні на 4 % тиск набрякання знизився на 46 %.

На основі проведених серійних експериментальних досліджень циклічного зволоження – висушування глинистих ґрунтів – були встановлені зміни відносних деформацій набрякання й усадки при різних значеннях навантаження, що ущільнює.

На рис. 1 і 2 представлені закономірності розвитку деформацій набрякання й усадки глинистого ґрунту при безупинному збільшенні і зменшенні його вологості при відсутності зовнішнього навантаження і величині $P = 0,4 \text{ МПа}$ для трьох послідовних циклів зволоження – висушування; аналогічні закономірності були побудовані для $P = 0,1; 0,2; 0,3$ і $0,5 \text{ МПа}$. Як видно з цих рисунків, інтенсивність розвитку набрякання більша, ніж усадочних деформацій; істотне збільшення деформацій набрякання відбувається протягом першої доби при зволоженні водою до $20 \text{ }^\circ\text{C}$, а при $T = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ – протягом 10–12 годин, а потім поступово стабілізується. Характерна риса цих закономірностей полягає в тому, що величина набрякання в другому і третьому циклах зволоження – висушування виявилася більшою, ніж у першому циклі. Слід зазначити, що зі збільшенням числа циклів зволоження – висушування деформація набрякання трохи підвищується. Цим закономірностям не підлягає усадочна деформація. Період розвитку усадочних деформацій з часом значно більше, ніж деформацій набрякання. Стабілізація усадочних деформацій досягається протягом 12–14 діб. Зі збільшенням інтенсивності зовнішнього навантаження період стабілізації деформації усадки поступово зменшується. Важлива особливість усадочних деформацій полягає в тому, що зі збільшенням числа циклів зволоження – висушування ці деформації убувають. Кінцева стабілізована усадочна деформація в другому і третьому циклах зволоження – висушування виходить майже однаковою.

В умовах відсутності зовнішнього навантаження ($P=0$, рис. 1) у першому циклі деформація набрякання протягом перших шести годин при зволоженні водою до $20 \text{ }^\circ\text{C}$, і 4 год. при $60 \text{ }^\circ\text{C}$ досягає більше половини кінцевої стабілізованої величини. Як видно з рис. 1, температура води $T = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ при зволоженні гарячою водою майже в два рази збільшує величини відносної деформації набрякання й у два рази скорочує час досягнення максимальної відносної величини набрякання.

Наведені кількісні характеристики процесу набрякання й усадки дозволяють прийти до наступних висновків:

1. На кінцеву стабілізовану величину набрякання і усадочних деформацій глинистих ґрунтів істотний вплив робить температурний фактор нагрітої води та інтенсивність зовнішнього навантаження. Зі збільшенням температури води до $100 \text{ }^\circ\text{C}$ величина деформацій набрякання зростає, а зі збільшенням зовнішнього навантаження відповідно до зниження поглинальної здатності ґрунту – зменшується, також зменшується величина набрякання і усадочних деформацій.

2. На інтенсивність і величину кінцевої деформації набрякання істотний вплив робить поглинальна здатність ґрунту.

Зі збільшенням температури води при зволоженні глинистих ґрунтів поглинальна здатність ґрунту збільшується. Ці явища можна пояснити тим, що температура води різко підвищує розчинність плівки навколо твердих часток, змиває розчинені речовини, очищує дрібні канали від розчинів солей і поліпшує доступ вологи до твердих часток (агрегатів), чим поліпшує поглинальну здатність ґрунту. Спочатку ґрунт інтенсивно поглинає майже всю кількість води (особливо гарячої) і відповідно до цього порівняно швидко досягається кінцева максимальна деформація набрякання. Кінцева величина набрякання і усадочних деформацій в основному залежить (крім температурного фактора) від початкової вологості (природної вологості) ґрунту; чим більше діапазон зміни вологості, тим більше величина набрякання і усадочних деформацій ґрунту.

3. Діапазон зміни вологості глинистих ґрунтів у другому і третьому циклах зволоження–висушування в порівнянні з першим циклом – однаковий. Відповідно до цього в циклах досягається однаковий діапазон зміни деформацій набрякання, як при зволоженні водою до $20 \text{ }^\circ\text{C}$, так і при високих температурах води, а усадочні деформації залишаються сталими, тому що температура води не відіграє істотної ролі. Таким чином, кінцева величина набрякання і усадочних деформацій залежить від температури води (при набряканні) і від діапазону зміни вологості ґрунту: чим більше цей діапазон, тим більше набрякання і усадочні деформації. Величина деформацій набрякання залежить також від усадочних деформацій: чим більше усадочна деформація, тим більші деформації набрякання ґрунту.

4. Обидва процеси – набрякання й усадка – мають реологічну природу, що нами буде проаналізовано більш докладно. У процесі розвитку деформації набрякання ґрунт припиняє поглинати воду. Тим часом деформація набрякання продовжує зростати, а в процесі усадки деформація набрякання ґрунту припиняється, в той час, як волога продовжує випаровуватись.

5. Закономірності зміни набрякання і усадочних деформацій з часом при різних циклах зволоження–висушування можуть бути апроксимовані такими функціями:

$$\varepsilon_{SW} = \alpha_{nae} t^{\beta_{nae}}; \varepsilon_{sh} = -\alpha_{usad} t^{\beta_{usad}} \quad (1)$$

де α_{nab} , α_{usad} , β_{nab} , β_{usad} – відповідно параметри нелінійної деформованості ґрунту в процесі набрякання й усадки. Значення цих параметрів визначається шляхом випрямлення кривих за формулою (1) на логарифмічній сітці координат. Для кожного циклу зволоження–висушування значення цих параметрів залишаються сталими; вони міняються лише при переході від одного циклу до іншого. Для усадочних деформацій значення параметрів α_{usad} , β_{usad} для всіх досліджених циклів можуть бути прийняті сталими, тому що вони не залежать від температури води. Крім того, для цих деформацій у великому інтервалі зміни часу значення параметра β_{usad} може бути прийнято рівним одиниці.

Експерименти показали, що відносно набрякання і тиск набрякання глинистих ґрунтів при їхньому циклічному зволоженні та висушуванні гарячою водою зростає і підлягає експонентному закону – зі збільшенням циклів досягається максимальне значення при якомусь циклі, після якого ці характеристики не змінюються. Кількість циклів, необхідних для досягнення максимального набрякання, збільшується зі зростанням структурних зв'язків ґрунтів. Однак при експлуатації теплових споруд часто зустрічаються умови, при яких змінно зволожується і підсушується вся товща ґрунтів, що набрякають, чи її частина. Це може викликатися випадками аварій у теплотрасі, зміною температури трубного простору при зупинці теплових споруд.

Як показують досліди, кінцеві значення набрякання і усадочних деформацій істотно залежать від діапазону зміни вологості ґрунту. На величину набрякання і усадочних деформацій при безупинному підвищенні та зменшенні вологості гарячою водою істотно впливає також величина тисків, що ущільнюють. При навантаженні 0,1 МПа збільшення вологості ґрунту від 0,12 до 0,24 (температура води $T = 40$ °С) і її зменшення в цьому ж діапазоні викликало в ньому на 52 % більше усадочних деформацій, ніж набрякання.

Обробка результатів експерименту показує, що закономірності зміни деформації набрякання залежно від вологості в межах одного циклу зволоження–висушування досить задовільно описуються експонентним законом:

$$\varepsilon_{SW} = \left[1 - e^{-\alpha_{nae} (W - W_{nae})} \right] \cdot n_T \quad (2)$$

де W_{nab} – початкова (вихідна) вологість ґрунту; $\alpha_{nae} = \frac{1}{W_{SW} - W_{nae}} \ln \frac{1}{1 - \varepsilon_{SW,k}}$ – параметр, що залежить від властивостей і стану ґрунту; W_{sv} – кінцева вологість ґрунту; – відповідна цій вологості відносна деформація набрякання; n_T – коефіцієнт, враховуючий фактори температури води: при температурі води $T =$ до 20 °С, $n_T = 1,0$; $T = 40$ °С, $n_T = 1,16$; $T = 60$ °С, $n_T = 1,35$; $T = 80$ °С, $n_T = 1,52$; $T = 100$ °С, $n_T = 1,8$.

Для процесу усадки маємо:

$$\varepsilon_{sh} = 1 - e^{-\alpha_{usad} (W - W_{sh})} \quad (3)$$

де $\alpha_{usad} = \frac{1}{W_{nae} - W_{sh}} \ln \frac{1}{1 - \varepsilon_{sh,k}}$; $\varepsilon_{sh,k}$ – відповідна початковій вологості ґрунту відносна деформація усадки.

В лабораторних умовах проводилися серійні досліди на зразках бентонітових і монтморилонітових глин у процесі набрякання й усадки при різних значеннях вологості зі зміною ущільнюючих тисків. Зволоження здійснювалося водою з початковою температурою до 20 °С, 60 °С, 80 °С.

Кількісні характеристики зміни вологості глинистого ґрунту в процесі його набрякання й усадки дозволяють прийти до таких висновків.

У процесі зволоження вологість глинистих ґрунтів у відповідності до швидкості інфільтраційного всмоктування гарячої води $T = 60$ °С зростає протягом декількох годин. Потім процес насичення ґрунту гарячою водою швидко стабілізується і подальший розвиток деформації набрякання відбувається при деяких стабілізованих значеннях вологості ґрунту.

При збільшенні вологості ґрунту, що супроводжуються розвитком процесу набрякання, коефіцієнт пористості ґрунту збільшується. Процес зменшення вологості ґрунту, що викликає в ньому усадочні деформації, призводить до різкого зменшення коефіцієнта пористості ґрунту, що досягає свого максимального значення в першому циклі зволоження–усадки. В другому і третьому циклах межа зміни коефіцієнта пористості ґрунту відрізняється несуттєво.

Відповідно до зміни пористості ґрунту в процесі його набрякання й усадки відбувається зміна щільності: при набряканні щільність ґрунту зменшується, а при усадці – збільшується. Зміна щільності ґрунту в процесі другого й третього циклів набрякання–усадки несуттєві. Щільність ґрунту досягає

$$\begin{aligned}
 & [W_1 - W(t_1)] \frac{\partial W(t_1)}{\partial a_0} + [W_2 - W(t_2)] \frac{\partial W(t_2)}{\partial a_0} + \dots + [W_k - W(t_k)] \frac{\partial W(t_k)}{\partial a_0} = 0 ; \\
 & \dots \dots \dots \\
 & [W_1 - W(t_1)] \frac{\partial W(t_1)}{\partial a_n} + [W_2 - W(t_2)] \frac{\partial W(t_2)}{\partial a_n} + \dots + [W_k - W(t_k)] \frac{\partial W(t_k)}{\partial a_n} = 0 ; \\
 & [W_1 - W(t_1)] \frac{\partial W(t_1)}{\partial b_1} + [W_2 - W(t_2)] \frac{\partial W(t_2)}{\partial b_1} + \dots + [W_k - W(t_k)] \frac{\partial W(t_k)}{\partial b_1} = 0 ; \tag{7} \\
 & \dots \dots \dots \\
 & [W_1 - W(t_1)] \frac{\partial W(t_1)}{\partial b_n} + [W_2 - W(t_2)] \frac{\partial W(t_2)}{\partial b_n} + \dots + [W_k - W(t_k)] \frac{\partial W(t_k)}{\partial b_n} = 0 .
 \end{aligned}$$

Розв’язуючи отриману систему, знаходимо значення невідомих коефіцієнтів a_0, a_n, b_n :

$$a_0 = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k W_i; \quad a_n = \frac{2}{K} \sum_{i=1}^k W_i \cos nt_i; \quad b_n = \frac{2}{K} \sum_{i=1}^k W_i \sin nt_i. \tag{8}$$

Відповідно до теорії рядів Фур’є будь-яка функція $W(t)$, що задовольняє умовам Дирихле в проміжку значень t від 0 до 2π , може бути представлена у вигляді:

$$W(t) = A_0 + \sum_{j=1}^n (A_j \cos jt + B_j \sin jt) , \tag{9}$$

де

$$A_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} W(t) dt ; \quad B_j = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} W(t) \sin jtdt ; \quad A_j = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} W(t) \cos jtdt . \tag{10}$$

Таким чином, на основі дослідних даних за допомогою тригонометричних гармонічних функцій за теорією рядів Фур’є можна математично моделювати зміну вологості ґрунту в процесі зволоження-висихання набрякаючих ґрунтів при зволоженні гарячою водою. Від зволоження холодною водою величина вологості майже залишається сталою, але ефект температури води тільки впливає на часовий параметр t .

Отже, на основі проведених досліджень отримані закономірності набрякання й усадки з урахуванням температури води при зволоженні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Переделский Л.В., Ананьев В.П.* Набухание и усадка глинистых грунтов. – Ростов-на Дону, 1987. – С. 127.
2. *Хаазе Р.* Термодинамика необратимых процессов. – М.: Мир, 1967. – С. 544.
3. *Лыков А.В.* Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – С. 599.
4. *Scempton A.W.* First-time Slides in Over-Consolidated Clays. *Journal Geotechnique*. Vol. 20. – № 3. – 1970.

ДЖАНГ ЮН БОК – доктор-інженер Політехніки ім. Кім Чека, Пхеньян, КНДР.

Подано 10.10.2002

Изменение влажности грунта во времени в процессе набухания и усадки при различных значениях уплотняющих давлений/Джанг Юн Бок /

Установлено изменение влажности грунта во времени в процессе набухания и усадки при различных значениях уплотняющих давлений и температурах горячей воды. С помощью рядов Фурье по гармоническим функциям тригонометрических полиномов математически моделированы процессы увлажнения и высыхания набухающих грунтов при увлажнении горячей водой. Установлены основные факторы, влияющие на набухание глинистых грунтов, в том числе при различных температурах воды. Предложены формулы аппроксимирующие закономерности изменения деформации набухания в зависимости от влажности и температуры воды.

Change of humidity of a ground in time during increase and reduction at various meanings of condensing pressure/Chang Jun Bok/

The change of humidity of a ground in time in process increase and reduction is established at various meanings of condensing pressure and temperatures of hot water. With the help of lines Furrye on functions of

harmonics, trigonometry palimony mathematics the processes of humidifying and drying increase grounds are simulated at humidifying by hot water. The major factors influencing increase clay grounds are established including at various temperatures of water. The formulas approximation of law of change of deformation increase are offered depending on humidity and temperature of water.