

УДК 624.154.546.012.45

РОЗВ'ЯЗОК МОДЕЛІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПАЛІ НА ПРИКЛАДІ ДВОШАРОВОГО ЗВ'ЯЗНОГО ПИЛУВАТО-ГЛИНИСТОГО ҐРУНТУ

*І. Добрянський, д. т. н., О. Гнатюк, к. т. н., М. Лапчук, старший викладач,
М. Івчук, асистент*

Львівський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Для розв'язання задач механіки ґрунтів звичайно обмежуються вивченням лише механічних явищ і нехтують фізико-хімічними та іншими процесами, які відбуваються у ґрунтах. Отже, механіка ґрунтів має справу не з реальними гірськими породами як із природно-історичними тілами, а з їх певними механічними моделями – тілами зі значно спрощеними властивостями порівняно з фактичними ґрунтами. Істотне розходження між дійсними властивостями реальних ґрунтів та їх модельним відображенням привело до побудови складніших багатоелементних моделей із великою (але кінцевою) кількістю пружних і зв'язаних елементів. Автори статті запропонували розв'язати переміщення палі на прикладі одного з поширених геологічних елементів у заданій місцевості та описати взаємозалежності різних геометричних характеристик палі від фізико-механічних [2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На кафедрі будівельних конструкцій Львівського національного аграрного університету була розроблена і впроваджена в реальне будівництво нова ефективна конструкція буронабивних залізобетонних мікропалів із поширеною п'ятою та проведені експериментальні дослідження їх несучої здатності [1].

Постановка завдання. Закордонні норми проектування основ, хоч і не базуються на принципах граничних станів, але, починаючи з формули К. Терцагі з уточненнями Мейєргофа, Како-Керізеля, Хансена та інших, містять вирази, до складу яких входять емпіричні коефіцієнти i , λ , d , N , що залежать від кута внутрішнього тертя φ . Тож актуальним стає завдання спрощення розрахунку моделі переміщень (осідань) [4].

Виклад основного матеріалу. Розглянемо бетонну палю 1 густиною ρ та діаметром D , яка міститься у тришаровому ґрунті. Висоту нульового шару ґрунту позначимо l_0 , першого шару – l_1 (рис. 1). На палю на верхній основі діє сила P , під впливом якої паля заглиблюється на величину h . Цю величину h потрібно визначити. Вважається, що розмір палі біля нижньої основи більший, ніж біля верхньої.

Внаслідок взаємодії палі з ґрунтом на її поверхні виникають сили тертя $F_{\text{тр}1}$ у першому шарі ґрунту та $F_{\text{тр}2}$ у другому, які діють не в усьому другому шарі, а тільки на глибині l_2 – l_3 . На нижній основі палі виникає сила опору R .

Вважатимемо, що паля є абсолютно твердим тілом порівняно з ґрунтом, тобто її деформацією знехтуємо. Ґрунт вважаємо пружним суцільним середовищем, для якого модулі пружності, коефіцієнти Пуассона та кути тертя відповідно E_1 , ν_1 , φ_1 для першого шару та E_2 , ν_2 , φ_2 – для другого.

Введемо декартову систему координат з початком O на поверхні ґрунту, вісь Oz направимо вздовж палі донизу, а осі Ox та Oy розмістимо у горизонтальній

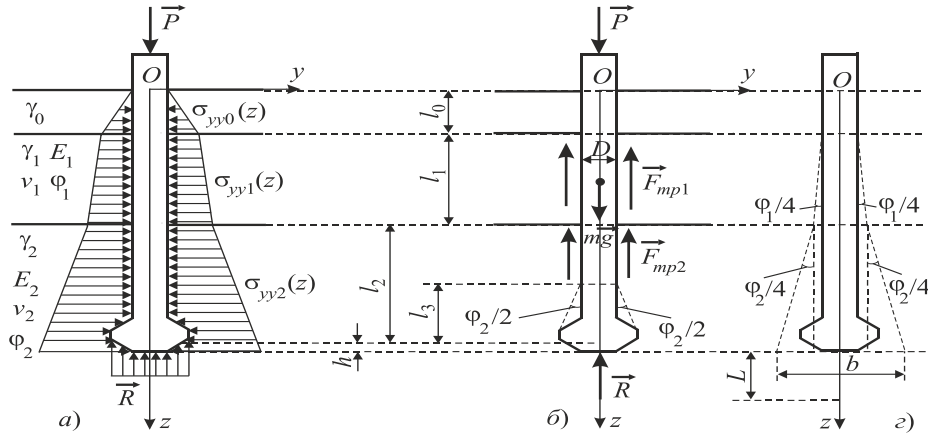


Рис. 1. Схема навантажень та епюри напружень роботи палі у ґрунті

площині на поверхні ґрунту. Оскільки ґрунт під дією власної ваги тисне на бокові стінки палі по лінійному закону, то стискальні напруження у початковому (нульовому), першому та другому шарі визначають за формулами:

$$\begin{aligned}\sigma_{yy0}(z) &= \gamma_0 z, \quad 0 \leq z \leq l_0, \\ \sigma_{yy1}(z) &= \gamma_0 l_0 + \gamma_1 (z - l_0), \quad l_0 \leq z \leq l_0 + l_1, \\ \sigma_{yy2}(z) &= \gamma_0 l_0 + \gamma_1 l_1 + \gamma_2 (z - l_1 - l_0), \quad l_0 + l_1 \leq z \leq l_0 + l_1 + l_2 + h,\end{aligned}\quad (1)$$

де $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2$ – питома вага нульового, першого та другого шарів ґрунту; l_0 – висота нульового шару ґрунту.

Сили тиску на бокові поверхні палі у першому та другому шарі визначимо за формулами:

$$\begin{aligned}N_1 &= 2\pi R \int_{l_0}^{l_0+l_1} \sigma_{yy1}(z) dz, \\ N_2 &= 2\pi R \int_{l_0+l_1}^{l_0+l_1+l_2-l_3+h} \sigma_{yy2}(z) dz.\end{aligned}\quad (2)$$

Коефіцієнт тертя між палею та першим шаром ґрунту позначимо через f_1 , між палею та другим шаром ґрунту – через f_2 . Ці коефіцієнти визначаються за формулами:

$$f_1 = \frac{\nu_1}{1-\nu_1} \operatorname{tg} \varphi_1, \quad f_2 = \frac{\nu_2}{1-\nu_2} \operatorname{tg} \varphi_2 \quad (3)$$

Тоді сили тертя між палею та першим і другим шарами ґрунту, з урахуванням формул (2)-(3), визначаються:

$$F_{mp1} = f_1 N_1 = 2\pi R \frac{v_1}{1-v_1} \operatorname{tg} \varphi_1 \int_{l_0}^{l_0+l_1} \sigma_{yy1}(z) dz,$$

$$F_{mp2} = f_2 N_2 = 2\pi R \frac{v_2}{1-v_2} \operatorname{tg} \varphi_2 \int_{l_0+l_1}^{l_0+l_1+l_2-l_3+h} \sigma_{yy2}(z) dz. \quad (4)$$

Розглянемо силу опору R . Оскільки ґрунт ми моделюємо як пружне суцільне середовище, тоді величина сили опору, згідно зі законом Гука, визначається за формулою:

$$R = k \Delta l, \quad (5)$$

де k – коефіцієнт пружності (пропорційності, жорсткості) ґрунту; Δl – величина осідання палі, яка для нашого випадку $\Delta l = h$.

Коефіцієнт пружності ґрунту визначимо за формулою

$$k = \frac{E_2 F}{L}, \quad (6)$$

де F – площа основи палі; L – висота пружної частини ґрунту під палею, яку згідно з рис. 1 визначають за формулою

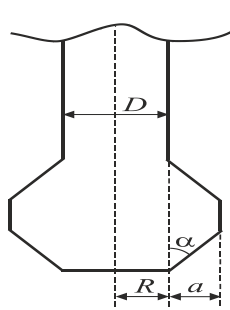


Рис. 2 Нижня основа палі

$$L = 0.4b = 0.4 \left(2R + 2l_1 \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{4} + 2l_2 \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{4} \right). \quad (7)$$

Визначимо площу основи палі F . Оскільки основа палі складається з круга та зрізаного конуса, тоді

$$F = F_1 + F_2, \quad (8)$$

де $F_1 = \pi R^2$ – площа круга,

$$F_2 = \frac{\pi}{\sin \alpha} \left((R+a)^2 - R^2 \right) - \text{площа бічної поверхні}$$

зрізаного конуса; R – радіус верхньої основи палі, a і α –

геометричні параметри нижньої основи палі, показані на рис. 2.

Тоді

$$F = \pi R^2 + \frac{\pi}{\sin \alpha} \left((R+a)^2 - R^2 \right). \quad (9)$$

Підставивши (6) у (5), отримаємо

$$R = \frac{E_2 F}{L} h, \quad (10)$$

де F і L визначаються за формулами (7) і (9) відповідно.

Запишемо векторне рівняння рівноваги палі:

$$\vec{P} + m\vec{g} + \vec{R} + \vec{F}_{mp1} + \vec{F}_{mp2} = \vec{0}, \quad (11)$$

де $m = \rho V = \rho \pi R^2 (l_0 + l_1 + l_2)$ – маса палі; V – об’єм палі, $g = 9.81 \text{ H / м}^2$ – прискорення вільного падіння біля поверхні Землі.

Спроекуємо це векторне рівняння на вісь Oz

$$P + mg - R - F_{mp1} - F_{mp2} = 0 \quad (12)$$

Підставимо у попереднє рівняння формули (10) та (9)

$$P + \rho \pi R^2 (l_0 + l_1 + l_2) g - \frac{E_2 F}{L} h - 2\pi R \frac{v_1}{1-v_1} \text{tg} \varphi_1 \int_{l_0}^{l_0+l_1} \sigma_{yy1}(z) dz - \\ - 2\pi R \frac{v_2}{1-v_2} \text{tg} \varphi_2 \int_{l_0+l_1}^{l_0+l_1+l_2-l_3+h} \sigma_{yy2}(z) dz = 0 \quad (13)$$

Висновки. Розроблену математичну модель роботи мікропаль сумісно з ґрунтовим середовищем можна використовувати для визначення несучої здатності та осідання мікропаль за зміни їх геометричних характеристик (діаметра палі, діаметра поширення, глибини залягання, форми розширення нижньої частини тощо), та фізико-механічних властивостей ґрунтового середовища (кута внутрішнього тертя, питомого зчеплення, модуля деформацій тощо).

Бібліографічний список

1. Деклараційний патент на винахід № 2003109615. Україна. Бурунабивна мікроपालа з поширеною п’ятою / Гнатюк О. Т., Мазепа О. М., Ониськів Б. М. (Україна). – Опубл. 26.05.04, Бюл. № 5.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будівель та споруд. – К. : Мінрегіонбуд, 2009. – 161 с.
3. ПП БКФ Основа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://_pposnova.lviv.ua.
4. Determination of the bearing capacities of ferro-concrete bored micropiles with extended privots by the results of field tests / Lapchuk M. // Article in XV international scientific conference «Rzeszów-Lviv-Kosice», 9-10 september 2015. – 37–39 p.

Добрянський І., Гнатюк О., Лапчук М., Івчук М. Розв’язок моделі переміщення палі на прикладі двошарового зв’язного пилувато-глинистого ґрунту

Проведені числові експерименти переміщень залізобетонних палей з поширеною п’ятою та проаналізовано залежність напружено-деформівного стану від фізико-механічних характеристик ґрунтів.

Ключові слова: математична модель, бурунабивні залізобетонні палі, рівняння рівноваги, вектор, сила опору.

Dobriansky I., Hnatiuk O., Lapchuk M., Ivchuk M. The solution of the model for moving the piles on the example of a two-layer connected dusty-clay soil

Numerical experiments on displacements of ferro-concrete piles with a common heel have been carried out and the dependence of the stress-strain state on the physical-mechanical characteristics of soils is analyzed.

Key words: mathematical model, drilling pile concrete, equilibrium equation, vector, strength of resistance.

Добрянський І., Гнатюк А., Лапчук Н., Івчук М. Решение модели перемещения сваи на примере двухслойной связной пылевато-глинистой почвы

Проведенные численные эксперименты перемещений железобетонных свай распространенной пятой и проанализирована зависимость напряженно-деформированного состояния от физико-механических характеристик почв.

Ключевые слова: математическая модель, буронабивные железобетонные сваи, уравнения равновесия, вектор, сила.

Стаття надійшла 04.09.2017.

УДК 624.07

ПОНЯТТЯ КАПІТАЛЬНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ

*І. Добрянський, д. т. н.,
Р. Корчинський, інженер-будівельник
Львівський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Нормативно-правове забезпечення базису будівництва окремих країн містить істотні розбіжності щодо регулювання відносин, що зумовлено зокрема історичними, культурними, релігійними та іншими соціальними чинниками.

Досліджуючи особливості регулювання відносин у будівництві різних країн, можна дійти висновку, що в цій сфері уніфікація норм є досить проблематичною, що й зумовлює необхідність регулювання нормативного базису за допомогою навіть колізійних норм.

Є багато прикладів розбіжностей у нормативному забезпеченні баз будівництва в різних країнах, у тому числі України, які характеризуються спільною проблематикою і потребують узгодження міжнародних законодавчих позицій у їх регулюванні. Тому особливого значення набуває колізійне і жорстке «адаптування» нормативного забезпечення будівництва України у сферу міжнародного та зокрема європейського нормативного забезпечення будівництва. У законодавстві практично всіх країн передбачена «м'яка» адаптація всіх напрямків нормативної бази в усіх сферах життя.

Отже, зазначена тема дуже актуальна в наш час, потребує глибокого та кропіткого дослідження, детальнішого аналізу державних будівельних норм з метою усунення «білих плям», що виникли у процесі реформування та змін під час спроб інтеграції нашої нормативної бази будівництва в міжнародну нормативну базу будівництва, у тому числі євроспільноти, наближених і актуалізованих до європейського нормативного забезпечення в сфері будівництва.

На сьогодні питання дефініції «капітальність» чи «капітальність будівлі» повністю не розкрито, немає точного визначення цього терміна чи словосполучення – ні в нормативних документах з будівництва, ні в загальній законодавчій базі України. Не розкрито і «широкосмугового» розуміння самої