

О.В. Нестерова, інженер

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

МЕТОДИКА ОБЛІКУ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ФУНДАМЕНТІВ НА ГРУНТОВОМУ ШАРІ КІНЦЕВОЇ ТОВЩИНИ

Викладено методики врахування взаємного впливу фундаментів на осідання один одного. Розглянуто схеми сумісного і роздільного розрахунку. Зроблено висновок про можливість використання методик для виконання практичних розрахунків осідань фундаментів.

Ключові слова: *будівля, основа, шар скінченної товщини, коефіцієнт.*

Е.В. Нестерова, инженер

*Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры*

МЕТОДИКА УЧЕТА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНДАМЕНТОВ НА ГРУНТОВОМ СЛОЕ КОНЕЧНОЙ ТОЛЩИНЫ

Изложены методики учета взаимного влияния фундаментов на осадки друг друга. Рассмотрены схемы совместного и отдельного расчета. Сделан вывод о возможности использования методик для выполнения практических расчетов осадок фундаментов.

Ключевые слова: *здание, основание, слой конечной толщины, коэффициент.*

E. Nesterova, engineer

Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture

TREATMENT OF MUTUAL INFLUENCE OF FOUNDATIONS ON THE UPPERMOST LAYER OF THE FINAL THICKNESS

This paper contains the accounting policy on the mutual influence of foundations on the rainfall of each other. The joint scheme and a separate calculation. Concluded that the use of methods to perform the actual calculations cake foundations.

Keywords: *building, base, layer thickness, coefficient of ultimate.*

Вступ. Під час реконструкції (наприклад, при збільшенні поверховості будівель) і нового будівництва в умовах тісної міської забудови постає проблема врахування впливу фундаментів один на одного. У цій роботі викладено методику врахування взаємного впливу фундаментів, розташованих на ґрунтовому шарі кінцевої товщини [1, 2].

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Визначенню напружено-деформованого стану (НДС) ґрунтового шару скінченної товщини присвячено роботи авторів [2, 6], аналіз яких дозволив нам зробити висновок про те, що товщина ґрунтового шару істотно впливає на його НДС і НДС розташованих на ньому будівель і споруд. При цьому питання кількісного оцінювання впливу його товщини й деформаційних властивостей ґрунту, що є основою, на осідання розташованих поблизу один від одного фундаментів залишається не вирішеним.

Крім того, в діючих на території України нормативних документах немає ніяких указівок щодо обліку впливу один на одного фундаментів, розташованих на ґрунтовому шарі кінцевої товщини.

При цьому також не існує ніяких указівок з урахування впливу реологічних процесів, що протікають у ґрунтовій основі, на осідання розташованих поблизу один від одного фундаментів.

Мета роботи – викладення рекомендованих методик, призначених для врахування впливу розташованих на ґрунтовому шарі кінцевої товщини фундаментів один на одного.

Основний матеріал і результати. Під час прогнозування взаємного впливу фундаментів на осідання один одного необхідно розрізнити схеми роздільного і сумісного розрахунку.

I. Схема роздільного розрахунку

1. За розрахункову схему основи слід використовувати шар кінцевої товщини, який характеризується товщиною H .

2. Деформаційними характеристиками є модуль загальної деформації E , модуль пружності E^y і коефіцієнт Пуассона ν .

3. Реологічними характеристиками основи є коефіцієнт консолідації C_k і ядро повзучості.

4. Якщо основа має шарувату текстуру (тобто її властивості неоднорідні щодо глибини), то необхідно:

4.1. Замість фактичних значень модулів загальної деформації E_i , модулів пружності E^y_i і коефіцієнтів Пуассона ν_i потрібно врахувати їх середньозважені значення, розраховані за формулами

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot E_i}{H}, \quad E^y = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot E^y_i}{H} \quad \text{і} \quad \nu = \frac{\sum_{i=1}^n \nu_i \cdot h_i}{H}, \quad (1)$$

де n – число ґрунтових шарів у межах ґрунтового шару кінцевої товщини $H = \sum_{i=1}^n h_i$; h_i – товщина i -го елементарного шару; E_i , E^y_i і ν_i –

відповідно модуль загальної деформації, модуль пружності й коефіцієнт Пуассона i -го елементарного шару.

4.2. Замість фактичних значень коефіцієнтів консолідації окремих ґрунтових шарів $C_{k,i}$ необхідно врахувати середньозважене значення, розраховане за формулою

$$C_k = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{C_{k,i}}}. \quad (2)$$

4.3. Замість фактичних значень ядер повзучості окремих ґрунтових шарів $K_j(t, \tau)$ необхідно врахувати середньозважене значення, розраховане за формулою

$$K(t, \tau) = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot K_i(t, \tau)}{H}. \quad (3)$$

5. Фундаменти характеризуються розмірами в плані – шириною підшви b і довжиною підшви.

6. Вплив фундаментів один на одного необхідно розраховувати з використанням схеми на рис. 1.

6.1. Стабілізовані (кінцеві) осідання для центрів фундаментів необхідно розраховувати за формулою

$$S = \frac{q \cdot b \cdot K_c}{K_m} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{K_i - K_{i-1}}{E_i}, \quad (4)$$

а осідання краю фундаментів – за формулою

$$S^* = \frac{q \cdot b \cdot K_c}{K_m} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{K_i^* - K_{i-1}^*}{E_i}, \quad (5)$$

де S – осідання центра фундаменту; S^* – те ж, його краю; q – середній тиск під підшовою фундаменту; b – ширина його підшви; K_c і K_m – табличні коефіцієнти, які залежать від товщини ґрунтового шару, ширини фундаменту та модуля загальної деформації ґрунту [1]; n – число елементарних шарів ґрунту, на які розбита основа; E_i – модуль загальної деформації основи (якщо розраховуються кінцеві осідання фундаменту) або модуль пружності основи (якщо розрахунок осідання фундаменту виконується в часі); K_i – табличний коефіцієнт, призначений для розрахунку осідання центрів фундаментів; K_i^* – табличний коефіцієнт, призначений для розрахунку осідання кутових точок.

7. У межах моделі пружної водонасиченої основи вплив фундаментів один на одного необхідно розраховувати з використанням схеми на рис. 1 у такій послідовності:

7.1. Спочатку необхідно визначити пружні осідання центра фундаменту $S_y(t)$ і його краю $S^{*y}(t)$ як функції часу. При цьому як деформаційні характеристики необхідно використовувати коефіцієнт Пуассона ν та модуль пружності основи E^y .

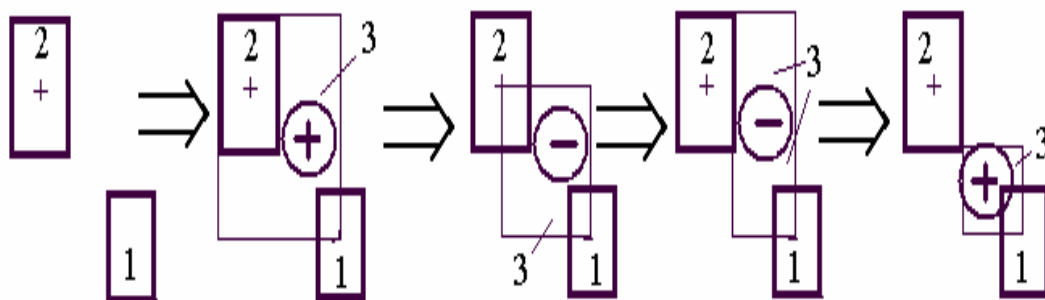


Рис. 1. До обліку впливу сусідніх фундаментів один на одного методом кутових точок: 1 – фундамент, що розраховується; 2 – те ж, що впливає; 3 – те ж, фіктивний

$$\left. \begin{aligned} S^\phi(t) &= S^y(t) \cdot \sum_{i=1}^3 b_i - \int_0^t S^y(\tau) \cdot \sum_{i=2}^3 b_i \cdot N_i \cdot \exp[-N_i \cdot (t-\tau)] \cdot d\tau; \quad (6.1) \\ S^{*\phi}(t) &= S^{*y}(t) \cdot \sum_{i=1}^3 b_i^* - \int_0^t S^{*y}(\tau) \cdot \sum_{i=2}^3 b_i^* \cdot N_i \cdot \exp[-N_i \cdot (t-\tau)] \cdot d\tau; \quad (6.2) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де b_i і b_i^* – коефіцієнти апроксимації залежностей, обумовлених фільтраційною консолідацією осідань фундаментів від часу [8].

7.2. Далі з використанням формул (6) необхідно розрахувати обумовлені фільтраційною консолідацією осідання центрів фундаментів $S^\phi(t)$ (формула (6.1)) та їх кутових точок $S^{*\phi}(t)$ (формула (6.2)).

$$S(t) = S^\phi(t) + \int_0^t K(t, \tau) \cdot S^\phi(\tau) \cdot d\tau; \quad (7)$$

$$S^*(t) = S^{*\phi}(t) + \int_0^t K(t, \tau) \cdot S^{*\phi}(\tau) \cdot d\tau; \quad N_i = k \cdot \frac{i-1}{b^2} \cdot c_k. \quad (8)$$

8. У межах моделі, яка має властивість повзучості неводонасиченої основи, вплив фундаментів один на одного потрібно розраховувати з використанням схеми на рис. 1 у такій послідовності:

8.1. Спочатку необхідно визначити пружні осідання основи як функції часу. При цьому як деформаційні характеристики необхідно використовувати коефіцієнт Пуассона ν і модуль пружності основи.

8.2. Далі з використанням формул

$$\left. \begin{aligned} S(t) &= S^y(t) + \int_0^t K(t, \tau) \cdot S^y(\tau) \cdot d\tau; \quad (9.1) \\ S^*(t) &= S^{*y}(t) + \int_0^t K(t, \tau) \cdot S^{*y}(\tau) \cdot d\tau. \quad (9.2) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

необхідно розрахувати повзучість ґрунту центрів фундаментів (формула (9.1)) і їх кутових точок (формула (9.2)).

9. У рамках моделі пружної водонасиченої основи, що має властивість повзучості, вплив фундаментів один на одного необхідно розраховувати з використанням схеми на рис. 1 у такій послідовності:

9.1. Спочатку з використанням п. 7 цієї методики слід визначити обумовлені фільтраційною консолідацією осідання основи як функції часу.

9.2. Далі з використанням формул (6) необхідно розрахувати обумовлені сумісним впливом фільтраційної консолідації і повзучості

грунтового скелета осідання центрів фундаментів (формула (7)) і їх кутових точок (формула (8)).

II. Схема сумісного розрахунку

1. Як розрахункову схему основи потрібно використовувати шар скінченної товщини, який характеризується товщиною H .

2. Пружними характеристиками основи є модуль загальної деформації E і коефіцієнт Пуассона ν .

3. Реологічними характеристиками основи є її коефіцієнт консолідації C_k і ядро повзучості.

4. Якщо основа має шарувату текстуру (тобто її властивості неоднорідні за глибиною), то їх приведені фільтраційні й реологічні властивості слід визначати за формулами (2) і (3).

5. Основу слід подати у вигляді скінченноелементної моделі з об'ємних елементів.

6. При встановленні кінцевих осідань основи слід використовувати модуль загальної деформації ґрунту та коефіцієнт Пуассона. При цьому спочатку слід зібрати схему вже існуючої будівлі й визначити осідання її фундаментів. Після цього слід зібрати схему прибудованої будівлі й обчислити прирости осідань уже існуючої.

7. При визначенні сумісного впливу фундаментів будівель на осідання один на одного в часі, спочатку необхідно визначити зміну в часі пружних осідань, а потім використовувати формули (6).

У цілому, було зроблено такі **висновки**:

1. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на пружному неводонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, в межах роздільного розрахунку.

2. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на пружному водонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, в межах схеми роздільного розрахунку.

3. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на неводонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, що має властивість повзучості, в межах схеми роздільного розрахунку.

4. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на неводонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, яка має властивість повзучості, в рамках схеми роздільного розрахунку.

5. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на пружному неводонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, в рамках схеми роздільного розрахунку.

6. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на пружному водонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, в рамках схеми сумісного розрахунку.

7. Розроблено методику обліку взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на неводонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, що має властивість повзучості, в межах схеми сумісного розрахунку.

8. Розроблено методику врахування взаємного впливу один на одного фундаментів, розташованих на водонасиченому ґрунтовому шарі скінченної товщини, що має властивість повзучості, в межах схеми сумісного розрахунку.

Література

1. СНиП 2.02.01-83*. *Основания зданий и сооружений.*
2. Горбунов-Посадов, М.И. *Осадки фундаментов на слое грунта, подстилаемом скальным основанием.* – М.: Госстройиздат, 1946. – 60 с.
3. Бабич, П.В. *Особенности розвитку крена прямокутних фундаментів на водонасиченій основі для шару кінцевої товщини : автореферат на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук.* – Дніпропетровськ: ПГАСА, 2006. – 21 с.
4. Титякова, К.С. *Напружено-деформований стан системи «ґрунтовий шар кінцевої товщини – фундамент – надфундаментна будівля» : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук.* – Дніпропетровськ, 2010. – 24 с.
5. Кушнер, С.Г. *Расчет деформаций оснований зданий и сооружений / С.Г. Кушнер.* – Запорожье, 2008 – 496 с.
6. Егоров, К.Е. *К расчету деформаций оснований (сборник статей).* – М.: ФГУП «ВНИИГТИИ», 2002. – 400 с.
7. ДБН В.2.1-10-2009. *Основи та фундаменти споруд.* – К: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
8. Шаповал, А.В., *Теория взаимосвязанной фильтрационной консолидации / А.В. Шаповал, В.Г. Шаповал.* – Днепропетровск: Пороги, 2009. – 311 с.

Надійшла до редакції 01.10.2013

© О.В. Нестерова