УДК 528.48

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ОСІДАНЬ ФУНДАМЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД НА СТАДІЇ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ

М. Дутчин[1], Т. Грицюк[1], М. Ничвид[2]
[1]Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
[2]Ужгородський національний університет

Ключові слова: нерівномірні осідання, точність спостережень, ущільнення ґрунтів, еквівалентний шар ґрунту.

Постановка проблеми

Питанням точності спостережень за осіданнями і деформаціями будівель і споруд приділено багато уваги в сучасній геодезичній літературі. Однак нерідко точність вимірювань визначається без достатнього обґрунтування. Крім цього, для спостережень, які охоплюють різні за характером процеси консолідації, приймається однакова точність і, відповідно, методика вимірювань.

Регулярні спостереження за осіданнями і деформаціями інженерних споруд досить часто починаються після закінчення основних будівельних робіт, в зв'язку з чим величини осідань за цей період залишаються практично не відомими. Отже, неможливо правильно визначити величину абсолютного осідання споруди і можливі причини порушення її нормальної експлуатації.

Вважається, що так звані "первинні осідання", зумовлені ущільненням ґрунтів у період спорудження об'єкта, досягають максимуму [2]. Одним із основних завдань при цьому є встановлення необхідної точності геодезичних спостережень за осіданнями споруд на цьому етапі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Фундаменти, як відомо, є однією з основних частин споруди, які сприймають навантаження від неї та передають його основі. Осідання ущільнення зони стиснення ґрунту під фундаментами (тривала деформація ущільнення основ) за величиною вважається найбільшим і залежить від властивостей ґрунтів активної зони стиснення під фундаментами, на потужність якої, своєю чергою, впливають розміри і жорсткість фундаментів і ущільненість ґрунтів [11]. На стадії ущільнення ґрунту всі точки фундаменту здійснюють однаково напрямлені переміщення.

Прогнозування осідань фундаментів споруд на стадії ущільнення основ виконують зазвичай з використанням методів, основаних на розв'язанні задач з теорії консолідації [1, 11].

Для розрахунку осідань суцільних залізобетонних фундаментів інженерних споруд у [10] пропонується розрахункова схема у вигляді пружного деформуючого півпростору із застосуванням методів пошарового підсумування або еквівалентного шару ґрунту. Осідання еквівалентного шару ґрунту в разі суцільного навантаження точно дорівнює осіданню фундаменту на потужному масиві ґрунту (півпросторі) [11].

Алгоритми визначення осідань окремих точок гнучкого прямокутного фундаменту з використанням методу кутових точок еквівалентного шару ґрунту наведено в [9].

У [6] подано метод визначення допустимих осідань фундаментів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій під впливом статичних навантажень з урахуванням допустимої величини стріли прогину плити фундаменту.

У [4] розглянуто питання точності та інформативності визначення осідань фундаментів на стадії ущільнення ґрунтів залежно від розташування деформаційних марок. Наведено результати досліджень для ряду моделей прямокутних фундаментів.

У [5] наведено метод розрахунку допустимих величин деформаційних характеристик фундаментів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій з урахуванням функціональних залежностей осідань від відносного розміру фундамента та збереження оптимального просторового положення осей устаткування.

Метод розрахунку точності визначення осідань фундаментів інженерних споруд, оснований на врахуванні нерівномірності осідань точок, розташованих на повздовжній осі фундаменту, розглянуто в роботі [3].

У наведених роботах не приділено достатньої уваги максимальній нерівномірності осідань точок гнучкого фундаменту під час розрахунку точності геодезичних спостережень.

Постановка завдання

Метою дослідження є розрахунок точності спостережень за осіданням інженерних споруд під час ущільнення ґрунтів залежно від максимальної величини нерівномірних осідань точок гнучких фундаментів.

Виклад основного матеріалу

Одним із основних параметрів необхідної точності спостережень є середня квадратична похибка одиниці ваги μ, яка характеризує методику вимірювань.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Зв'язок між середньою квадратичною похибкою одиниці ваги μ і необхідною точністю спостережень можна подати у вигляді [2]:

$$\mu \le \frac{m_{\Delta S}}{\sqrt{2\pi_{\Delta H}}}, \qquad (1)$$

де $m_{\Delta S}$ – середня квадратична похибка вимірювання різниці осідань ΔS; $\pi_{\Delta H}$ – обернена вага перевищення між досліджуваними точками.

У разі використання для спостережень за осіданнями геометричного нівелювання як похибку μ одиниці ваги, як правило, приймають середню квадратичну похибку перевищення h, виміряного на станції за відповідною методикою [2].

Під час орієнтовних підрахунків необхідну точність нівелювання можна визначити з максимально допустимої або критичної для цієї споруди величини нерівномірних осідань $\Delta S_{кр}$.

У цьому разі допустиму середню квадратичну похибку визначення різниці осідань $m_{\Delta S}$ розраховують за формулою [2]:

$$m_{\Delta S} = \frac{\Delta S_{кр}}{kt}, \qquad (2)$$

де $1/k$ – коефіцієнт нехтівного впливу похибок вимірювань; t – нормований множник при переході від граничної похибки до середньої квадратичної.

Для порівняно близько розташованих марок спостережень у формулі (1) приймають $\pi_{\Delta H} = 1$.

У такому разі середню квадратичну похибку одиниці ваги визначають за формулою [7]:

$$\mu = \frac{\Delta S_{кр}}{\sqrt{2}\cdot kt}. \qquad (3)$$

Для особливо важливих споруд, якщо $k = 3$ (точність врахування впливу похибок $q_k = 5\%$) і $t = 3$ (ймовірність $P = 0.9973$), формулу (3) записують у вигляді [7]:

$$\mu = 0,08\Delta S_{кр}. \qquad (4)$$

Для визначення нерівномірності осідань фундаментів на стадії ущільнення ґрунту в умовах рівномірно розподіленого навантаження розрахуємо величини осідань точок моделі прямокутного гнучкого залізобетонного фундаменту з використанням методу кутових точок еквівалентного шару [11].

Параметри моделі фундаменту і ґрунтових умов: довжина фундаменту: $l = 17$ м; ширина фундаменту $b = 4$ м; товщина плити фундаменту $P = 0,0295$ МПа; середній приведений коефіцієнт відносного стиснення грунту $m_V = 3.7\cdot 10^{-4}$ см^2/Н; коефіцієнт поперечного розширення грунту $\mu_0 = 0.2$.

Величини кінцевих (стабілізованих) осідань точок вказаної моделі фундаменту наведено на схемі (рис. 1).

Лінії рівних осідань і об'ємне зображення осідання моделі фундаменту, побудовані з використанням програмного пакета *Surfer*, представлені відповідно на рис. 2 і 3.

Як відомо із [11], максимальна нерівномірність осідань $\Delta S_{\max}$, за інших рівних умов, виникає між центральною S_0 і кутовою S_c точками фундаменту, тобто

$$\Delta S_{\max} = S_0 - S_c. \qquad (5)$$

Величину $\Delta S_{\max}$ можна розрахувати за наближеною формулою [4]:

$$\Delta S_{\max} = (1.1884/\alpha^{0.0224} - 0.5946/\alpha^{.0229})\cdot S_m, \qquad (6)$$

де α – співвідношення сторін прямокутного фундаменту; S_m – прогнозована величина середнього стабілізованого осідання фундаменту (розрахована методом еквівалентного шару ґрунту).

У нашому випадку (рис. 3) значення $\Delta S_{\max}$ дорівнює 4,66 мм. Якщо за $\Delta S_{кр}$ прийняти величину нерівномірних осідань $\Delta S_{\max}$, розраховану за формулою (6), для цієї моделі фундаменту за формулами (2) і (4) відповідно отримаємо:

$$m_{\Delta S} = 0,52 \text{ мм};$$

$$\mu = 0,37 \text{ мм}.$$

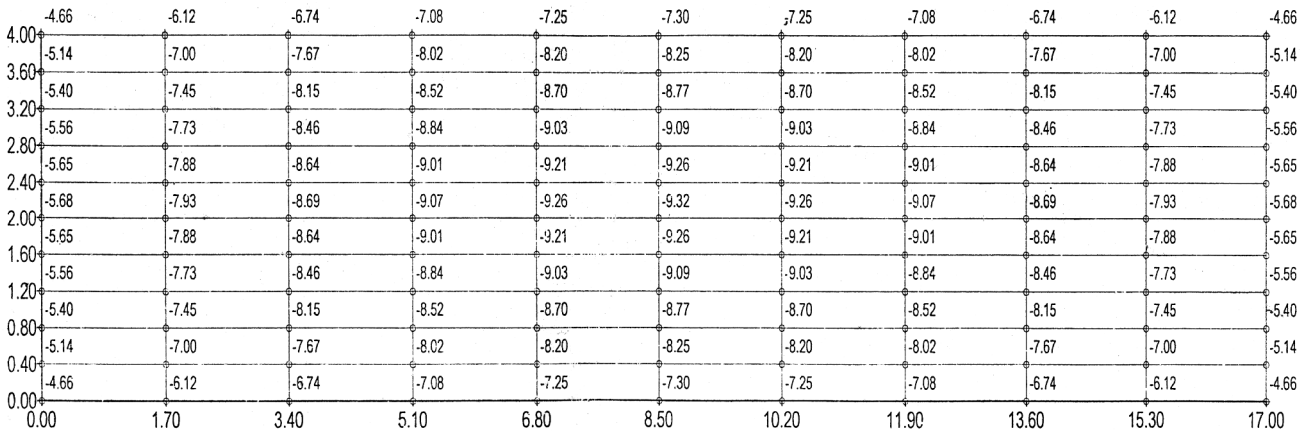

Рис. 1. Величини осідань точок моделі гнучкого фундаменту

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

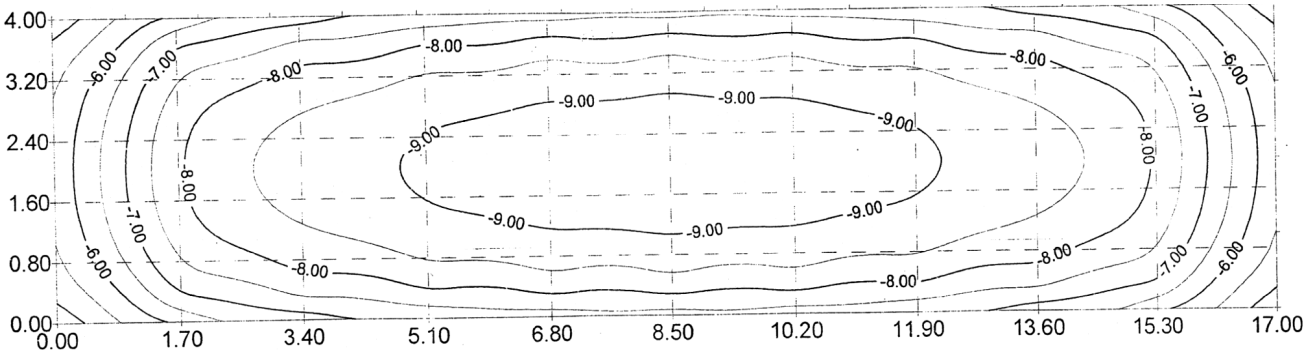

Рис. 2. Ізолінії осідань моделі гнучкого фундаменту (висота перерізу 0,5 мм)

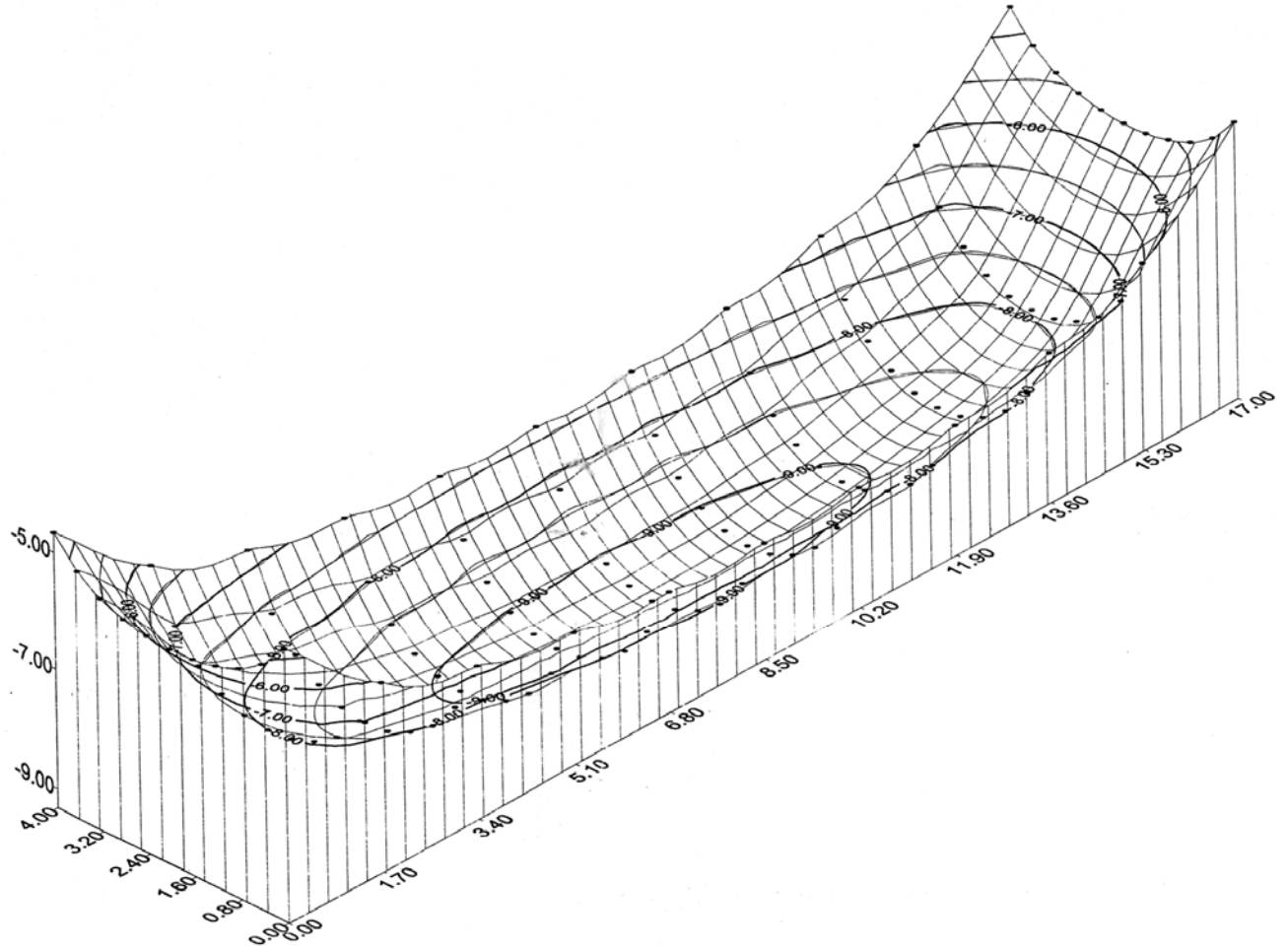

Рис. 3. Об'ємне зображення осідання моделі гнучкого фундаменту

Використовуючи отриману середню квадратичну похибку одиниці ваги μ, вибирають відповідну методику вимірювання осідань.

Так, наприклад, у разі визначення осідань методом геометричного нівелювання I класу середня квадратична похибка одиниці ваги, відповідно до [8], становить 0,32 мм.

Якщо середня довжина візирного променя дорівнює 10 м (що досить часто використовується під час вимірювання осідань інженерних споруд), приведена похибка одиниці ваги μ_{10} в цьому випадку становить 0,14 мм [8].

Залежно від необхідної точності визначення осідань розраховують відповідну точність побудови висотного обґрунтування.

Висновки

Наведений метод розрахунку точності визначення осідань можна використовувати під час геодезичних спостережень за осіданнями і деформаціями гнучких прямокутних фундаментів інженерних споруд і технологічного обладнання на стадії ущільнення ґрунтів.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

Література

1. Дашко Р.Є. Механика грунтов в инженерно-геологической практике / Р. Дашко, А. Каган. – М.: Недра, 1977. – 237 с.
2. Измерение вертикальных смещений сооружений и анализ устойчивости реперов / В.Н. Ганьшин, А.Ф. Стороженко, А.Г. Ильин и др. – М.: Недра, 1981. – 215 с.
3. Дутчин М. До розрахунку точності визначення осідань фундаментів інженерних споруд в процесі ущільнення ґрунтів / М. Дутчин, Т. Грицюк, І. Біда // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS і GIS-технології, – Алушта, 2013. – С.241–243.
4. Дутчин М. Дослідження точності та інформативності визначення осідань фундаментів інженерних споруд / М. Дутчин // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2005. – С.164–168.
5. Дослідження деформаційних характеристик фундаментів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій з використанням методів механіки ґрунтів / М. Дутчин, Г. Мельниченко, І. Біда [та ін.] // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2012. – № 24. – С.86–88.
6. Дутчин М. До визначення допустимих величин осідань фундаментів газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій / М. Дутчин, Г. Мельниченко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2002. – С.190–192.
7. Левчук Г.П. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ: учебник / Г.П. Левчук, В.Е. Новак, В.Г. Конусов. – М.: Недра, 1981. – 438 с.
8. Михелев Д.Ш. Геодезические измерения при изучении деформаций крупных инженерных сооружений / Михелев Д.Ш., Рунов И.В., Голубцов А.И. – М.: Недра, 1977. – 152 с.
9. Рудий Р. До розрахунку осідань фундаментів газокомпресорних станцій методом кутових точок / Р. Рудий, М. Дутчин, Г. Мельниченко // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ: держ. міжвід. наук.-техн. зб. – Івано-Франківськ, 2001. – № 38. – С.151–153.
10. Тишин В.Г. Основания и фундаменты обьектов нефтяной и газовой промышленности / В.Г. Тишин. – М.: Недра, 1985. – 174 с.
11. Цытович Н.А. Механика грунтов: учебник / Н.А. Цытович. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с.

Дослідження точності визначення осідань фундаментів інженерних споруд на стадії ущільнення грунтів

М. Дутчин, Т. Грицюк, М. Ничвид

Наведено результати розрахунку точності спостережень за осіданнями інженерних споруд під час ущільнення ґрунтів залежно від величини нерівномірних осідань точок гнучких фундаментів.

Встановлення необхідної точності вимірювання осідань запропоновано виконувати на основі моделювання осідань фундаментів з використанням методу кутових точок еквівалентного шару ґрунту.

Исследование точности определения осадок фундаментов инженерных сооружений на стадии уплотнения грунтов

М. Дутчин, Т. Грицюк, М. Ничвид

Приведены результаты расчета точности наблюдений за оседаниями инженерных сооружений в процессе уплотнения грунтов в зависимости от величины неравномерных оседаний точек гибких фундаментов.

Необходимую точность измерения оседаний предлагается определять на основе моделирования осадок фундаментов с использованием метода угловых точек эквивалентного грунта.

Investigation of accuracy of determination of subsidence foundations of engineering structures at the stage of soil consolidation

M. Dutchyn, T. Grytsyuk, M. Nychvyd

In the article the results of calculation of observation accuracy of subsidence and engineering building in the process of soil consolidation depending on the value of the differential subsidence of points of flexible foundations are given.

For establishment of necessary accuracy of measuring of subsidence it was suggested to made them on the basis of modelling of foundations subsidence with the use of method of angular points of equivalent horizon of soil.

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua