

12. Лобачева Н.Г. Изменение расчетных параметров грунта основания при использовании метода уплотняющих давлений / Н.Г. Лобачева, А.А. Петраков // Строительные конструкции: Межвед. науч.-техн. сб., Вып. 61. – Т. 2. – К.: НИИСК, 2004. – С. 59 – 63.
13. Парамонов В.Н. Конечноэлементное моделирование нестационарных задач геомеханики / В.Н. Парамонов, Н.И. Стеглянникова // Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции: сб. тр. науч.-техн. конф. / Санк-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб., 2010. – С. 218 – 223.
14. Шаповал В.Г. Особенности взаимодействия весомого водонасыщенного основания с расположенными на нем зданиями и сооружениями / В.Г. Шаповал, П.Н. Нажа, А.В. Шаповал. – Дн-вск: «Пороги», 2010. – 251 с.
15. Heibroek G. On predicting of vibrocompaction performance using numerical models / G. Heibroek, S. Kebler, T. Triantafullidis // Proc. of 14th European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Geotechnical Engineering in Urban Environments. – Madrid, 2007. – P. 1323 – 1327.
16. Kelm M. FE-simulation of soil compaction / M. Kelm, J. Grabe // Proc. XIIIth European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Vol. 1. – Prague, 2003. – P. 739 – 742.
17. Pak A. Behavior of dry and saturated soils under impact load during dynamic compaction / A. Pak, H. Shahir, A. Ghassemi // Proc. 16th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Osaka, 2005. – P. 1245 – 1248.

УДК 624.131.524

РЕЗУЛЬТАТИ ТРИВАЛИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ОСІДАННЯМИ БУДІВЕЛЬ НА НАБИВНИХ ПАЛЯХ У ПРОБИТИХ СВЕРДЛОВИНАХ ЗА УМОВ ЗАМОКЛИХ ЛЕСОВИХ ҐРУНТІВ

д.т.н., проф. Винников Ю.Л., аспірант Мірошниченко І.В.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми. Набивні палі у пробитих свердловинах (НППС) дають змогу майже вилучити земляні та опалубочні роботи, знизити витрати бетону в 1,2 – 2 рази, металу – в 1,5 – 4 рази, вартість і трудомісткість – у 1,5 – 2 рази, прискорити зведення нульового циклу в 1,5 – 2 рази порівняно з фундаментами, що виготовляють з вийманням ґрунту та із забивних паль [1]. Однак, при замоканні лесові ґрунти знижують свої механічні властивості.

На базі натурних досліджень у ПолтНТУ створена інженерна методика розрахунку НППС [2]. За нею параметри розширених і ущільнених зон паль установлюють залежно від параметрів трамбівок, матеріалу розширення, фізичних властивостей ґрунту, відстані між осями паль. Але потребує подальшого удосконалення методика визначення осідань будівель на НППС у складі стрічкових ростверків, зокрема за умов замоклих лесових ґрунтів.

Аналіз публікацій. Авторами раніше [3] було обґрунтовано коректні умови використання плоскої версії програмного комплексу PLAXIS при

застосованні до ґрунту пружно-пластичної моделі Мора – Кулона та кроково-ітераційних процедур до розрахунків спільної роботи НППС у складі стрічкових ростверків із замкненими лесовими ґрунтами.

Іншим шляхом удосконалення методики визначення осідань будівель на тих чи інших фундаментах або штучних основах є порівняння розрахованих і вимірних величин стабілізованих осідань таких об'єктів з подальшою їх статистичною обробкою. Так для будівель на фундаментах з ущільненими основами (палі, масиви з ущільненням ґрунту, фундаменти у витрамбованих котлованах) А.О. Бартоломеем, І.П. Бойко, П.І. Брайтом, В.М. Голубковим, М.Л. Зоценком, С.М. Клепиковим, П.О. Коноваловим, В.І. Крутовим, М.О. Метсом, С.М. Сотниковим, В.Б. Швецем [1, 4-6] апробовані методики точних геодезичних спостережень за деформаціями таких об'єктів у часі.

Невирішеним питанням, між тим, залишається вибір найбільш достовірної методики визначення осідань будівель на НППС у складі стрічкових ростверків за умов замкнених лесових ґрунтів.

Тому за **мету статті** прийнято – систематизувати та проаналізувати результати геометричного нівелювання марок, влаштованих за периметром несучих стін будівель на НППС у складі стрічкових ростверків за умов замкнених лесових ґрунтів. Вирішення цієї задачі є достатньо актуальним для раціонального проектування будівель на НППС.

Викладення основного матеріалу. З 1984 року під керівництвом проф. М.Л. Зоценка полтавські геотехніки ведуть геодезичні спостереження за осіданням будівель, які зводять і експлуатують на НППС. Їх здійснюють методом геометричного нівелювання III класу точності поверхневих марок, які влаштовані за периметром несучих стін, у т. ч. внутрішніх, після зведення цоколів будівель. Подвійний замкнений нівелірний хід прив'язувався до ґрунтового реперу. При цьому на кожному об'єкті звичайно встановлювалось не менше 12 марок при відстані між сусідніми до 15 м. Ці спостереження велись як під час монтажу (з періодичністю через 1 поверх), так і після заселення будівель (не рідше раз у рік) до моменту стабілізації їх осідань.

Несучий шар НППС – лесові суглинки з коефіцієнтом водонасичення $S_r \geq 0,8$ і модулем деформації $E = 4 - 7$ МПа, що визначався за даними компресійних випробувань ґрунту, тобто, без застосування підвищуючих коефіцієнтів m_k [7]. Для цих умов найбільш повна інформація з нівелювання отримана для 7-ми будинків: 5 дев'ятиповерхових і 2 п'ятиповерхових. Діаметр стовбурів НППС складав $b_p = 0,5$ м, глибина свердловин – $h_k = 1,5 - 5$ м, об'єм щебеню в розширенні – $V_{cr} = 1,5 - 2$ м³ (на одному об'єкті $V_{cr} = 0,75$ м³). Розміщення НППС у складі стрічкових залізобетонних ростверків – однорядне, дворядне та в шаховому порядку.

Розрахунок кінцевих осідань НППС будівель S виконано за методами:

а) як для одиничних паль із розширеннями [2];

б) за експрес-методом І.О. Розенфельда [8] як для стрічкових

фундаментів шириною b_y , що дорівнює діаметру розширення d_{br} при

однорядному розташуванні НППС, і глибиною, яка відповідає його низу. При дворядному та в шаховому порядку розташуванні НППС ширину умовного фундаменту приймають як

$$b_y = \ell_n + d_{br}, \quad (1)$$

де ℓ_n – відстань між осями рядів НППС; d_{br} – діаметр поперечного перерізу розширення НППС [2];

в) за методом пошарового підсумовування [8] як для стрічкових із тими ж розмірами, що й у попередній методиці.

Модуль деформації ґрунту в межах висоти зони достатнього ущільнення h_s приймався як $3E$ (де E – модуль деформації природного ґрунту).

Для оцінювання надійності визначення осідань будівель на НППС за С.М. Сотниковим [5] знаходили коефіцієнт достовірності розрахунку

$$k = S_\infty / S. \quad (2)$$

На рис. 1 точками показано зіставлення значень розрахованих осідань S за вищезгаданими методиками та вимірних стабілізованих осідань S_∞ будівель на НППС у замкнених лесових ґрунтах. З нього, зокрема, видно, що:

– осідання, розраховані як для одиночних паль із розширеннями [2], завжди менші за вимірні при досить широкому розкиді значень коефіцієнта достовірності $k = 1,03 - 2,78$. Відносна похибка визначення осідань не перевищує 10 % і 20 % лише у двох випадках із дев'яти (рис. 1, а);

– осідання, розраховані за експрес-методом [8] як для стрічкових фундаментів, виявились також меншими за вимірні, та при меншому розкиді значень коефіцієнта $k = 1,02 - 2,00$. Відносна похибка визначення осідань не перевищує 10 % у трьох випадках із дев'яти, а 20 % – ще в одному (рис. 1, б);

– осідання, розраховані за методом пошарового підсумовування [8] як для стрічкових фундаментів, найбільш наближені до вимірних при вузькому розкиді значень коефіцієнта $k = 0,91 - 1,19$. Відносна похибка визначення осідань не перевищує 10 % у трьох випадках із дев'яти, 20 % – ще в шести (рис. 1, в), тобто всі розраховані осідання потрапили в інтервал $\delta = \pm 20\%$.

Наведемо також деякі особливості розвитку осідань у часі житлових будівель на НППС у складі стрічкових ростверків за умов замкнених лесових ґрунтів:

– як середні, так і максимальні значення осідань основ НППС (а також відносна різниця осідань) будівель не перевищили гранично допустимі величини [8], значення прогинів виявились у 2-6 разів, а кренів у 10 і більше разів менші від граничних [8];

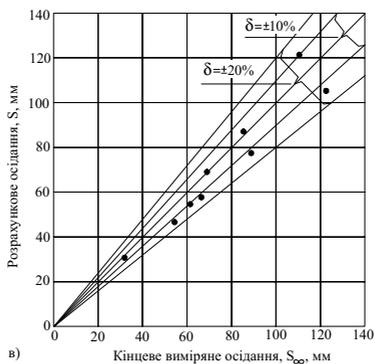
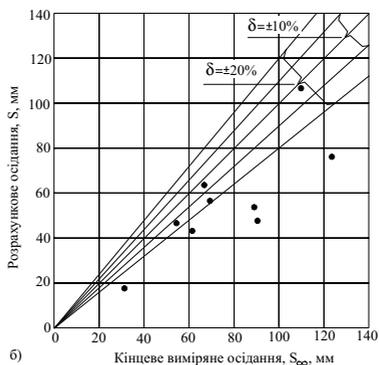
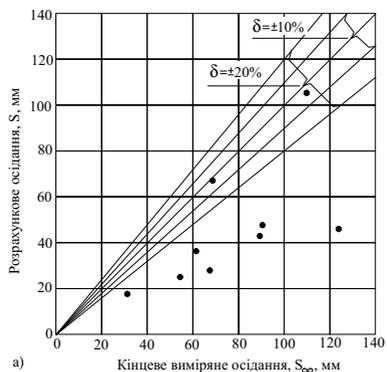


Рис. 1. Осідання будівель на НППС за спостереженням і розрахунком як для:
 а) одиночних паль; б) стрічкових фундаментів за експрес-методом;
 в) стрічкових фундаментів за методом пошарового підсумовування

– швидкість розвитку осідань НППС залежить від швидкості завантаження, що апроксимується степеневою функцією, та стабілізовані значення осідань будівель (чи їх відсіків) за однакових ґрунтових умов виявились близькими між собою;

– за 3-4 роки “консервації” об’єктів, у т. ч. вже після закінчення монтажних робіт, швидкість розвитку їх осідань суттєво знижувалась (іноді до 1-2 мм/рік), але з відновленням робіт чи заселенням будинків розвиток їх осідань поновлювався;

– значення осідань НППС під внутрішні стіни дев’ятиповерхових будівель перевищують їх осідання під зовнішні до 20 – 25 %, хоча за проектом навантаження на окремі НППС близькі. Нерівномірність осідань виникає, головним чином, при монтажі четвертого – восьмого поверхів і зберігається при дальшому будівництві й експлуатації будинків;

– зафіксовані додаткові осідання (до 10 %) існуючих будівель на НППС через прибудову до них нових аналогічних відсіків;

– монолітний залізобетонний ростверк вступає в роботу по сприйняттю навантаження при осіданнях 7-8 мм, а наявність попередньо ущільненої під ним основи суттєво підвищує відсоток несучої здатності ростверку в загальній несучій здатності фундаменту;

– час стабілізації осідань будівель на НППС у лесових ґрунтах при коефіцієнті водонасичення $S_r \geq 0,80$ звичайно у 3-5 разів перевищує, ніж при $S_r \leq 0,70$, для яких цей час складає приблизно 3 роки після заселення будинку. Зафіксовані випадки стабілізації осідань дев’ятиповерхових будівель на НППС у водонасичених лесових ґрунтах за період 15-20 років;

– тріщин та інших видимих деформацій у будинках на НППС у лесових водонасичених ґрунтах при обстеженнях не виявлено.

Висновки. Таким чином, порівняння значень розрахованих і вимірних стабілізованих осідань будівель на НППС, об’єднаних стрічковими ростверками, за умов замочених лесових ґрунтів показало, що найбільш достовірною методикою визначення їх осідань є метод пошарового підсумовування як для стрічкового фундаменту, за ширину якого слід приймати діаметр жорсткого розширення при однорядному розташуванні паль (глибина відповідає його низу), а при двохрантному й шаховому порядку розташуванні НППС ширину умовного фундаменту слід приймати як суму відстані між осями рядів паль і діаметра розширення.

Допустимо приймати модуль деформації в зоні достатнього ущільнення НППС як три його величини для природного ґрунту. За умов водонасичених лесових ґрунтів їх модуль деформації слід визначати за даними компресійних випробувань без застосування підвищуючих коефіцієнтів m_k .

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

18. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти: Підручник / Н.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.

19. Зоценко М.Л. Посібник з проектування та зведення фундаментів у пробитих свердловинах (до СНиП 2.02.03-85) / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников. – К.: Держбуд України, 1997. – 72 с.
20. Мірошніченко І.В. Моделювання взаємодії набивних паль у пробитих свердловинах у складі стрічкових фундаментів із водонасиченими лесоподібними ґрунтами / І.В. Мірошніченко, Ю.Л. Винников, М.І. Лапін // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. 56. – Дн-вск., ПГАСА, 2010. – С. 291 – 298.
21. Бартоломей А.А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. – М.: Стройиздат, 1994. – 384 с.
22. Сотников С.Н. Строительство и реконструкция фундаментов зданий и сооружений на слабых грунтах / С.Н. Сотников // Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.02 / М.: ВНИИОСП, 1987. – 49 с.
23. Mets M. The effect of natural factors on bearing capacity of sands / M. Mets, T. Ruben // Proc. of the 17th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Olexandria, Egypt, 2009. – Amsterdam, Berlin, Tokyo, Washington: JOS Press, 2009. – P. 1049–1051.
24. Винников Ю.Л. Проблеми визначення модуля деформації замочлих лесоподібних ґрунтів / Ю.Л. Винников // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во) / Полт. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Вип. 3 (28). – Полтава: ПНТУ, 2010. – С. 62 – 68.
25. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будівель і споруд. – К.: Мінрегіонбуд України. – 2009. – 107 с.

УДК 533.6.013.42

ФАЗОВЫЕ ТРАЕКТОРИИ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.т.н., доцент Волкова В. Е.

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта имени академика В.Лазаряна*

Введение

Развитие науки и техники вызывает необходимость создания и исследования всё более сложных технических объектов и систем. Вследствие этого, создаются и всё более сложные математические модели процессов проектирования, создания и эксплуатации таких объектов. В настоящее время, для построения математических моделей динамических систем применяется ряд методов: метод выбора, феноменологический подход и метод идентификации.

При построении математических моделей реальных динамических систем существенное влияние оказывает субъективный фактор. Это