

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СТАТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БУРОВИХ ПАЛІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проаналізовані відомі методики визначення несучої здатності бурових палі за результатами статичного зондування. Виконаний збір даних польових випробувань бурових палі статичним навантаженням по майданчиках, де паралельно проводилось статичне зондування. Виконані порівняльні розрахунки несучої здатності палі за методикою чинних норм та за результатами статичного зондування. Виявлено, що визначення несучої здатності бурових палі за результатами статичного зондування потребує удосконалення.

Ключові слова: паля, бурова паля, несуча здатність палі, статичне випробування палі, статичне зондування.

Abstract

The well-known methods for determining the bearing capacity of drill piles by the results of static sounding are analyzed. Was made the collection of data from field tests of drill piles by static loading on sites where parallel static sounding was carried out. The comparative calculations of the bearing capacity of piles according to the method of current norms and the results of static probing are carried out. It is revealed that determination of the bearing capacity of drill piles by the results of static probing needs improvement.

Keywords pile, drill pile, load bearing capacity, static piling test, static sounding.

Вступ

В зв'язку із збільшенням поверховості споруджуваних будинків та зведенням їх у місцях щільної міської забудови збільшилися обсяги використання бурових палі. Чинні норми [1] вимагають обов'язкового підтвердження несучої здатності палі у польових умовах. Але з відомих польових методів випробування палі за українськими нормами для бурових палі можуть бути використані лише статичні випробування натурних палі. Цей метод найбільш достовірний, але одночасно найбільш трудомісткий та дорогий.

Для визначення несучої здатності забивних палі широко використовуються результати статичного зондування. Статичне зондування забезпечує оцінку несучої здатності палі на всіх характерних ділянках майданчику, на різних глибинах, поступаючись за точністю оцінок лише статичним випробуванням натурних палі [2]. Крім того будівництво нових підприємств і споруд усе частіше доводиться вести на слабких ґрунтах, які вважались раніше непридатними для будівництва. Відбір непорушених зразків таких слабких ґрунтів для лабораторних досліджень часто є практично неможливим. Це вимагає використання методу дослідження властивостей ґрунтів в умовах їх природного залягання, що також забезпечується застосуванням методу статичного зондування.

Отже, розробка достовірної методики визначення несучої здатності бурових палі на підставі результатів статичного зондування є актуальною.

Результати дослідження

Однією з важливіших областей застосування статичного зондування є визначення питомого опору під нижнім кінцем та на бічній поверхні палі у граничному стані, що використовуються для визначення несучої здатності палі при вертикальному навантаженні. Зважаючи на складність одержання теоретичних залежностей опору ґрунту основи від даних статичного зондування застосовують інженерні методи розрахунку, засновані на емпіричних залежностях. В основі такого розрахунку лежить двочленна формула, де перше складове визначає опір нижнього кінця, друге – опір бічної поверхні палі по ґрунту [3].

Опір ґрунту під нижнім кінцем або по бічній поверхні палі визначається добутком площі нижнього кінця або бічної поверхні на питомий опір ґрунту під наконечником зонда, q_s , або по бічній поверхні зонда, f_s , з урахуванням перехідних емпіричних коефіцієнтів. В українських нормах [3] такі коефіцієнти наведені лише для забивних паль.

Що стосується бурових паль, то методика визначення їх несучої здатності за даними статичного зондування запропонована у нормативних документах Росії [4], Білорусі [5], європейських нормах [6] та ряді авторських методик [7]. В Україні найбільшого поширення у практиці набула російська методика, яка використовується для орієнтовного визначення несучої здатності бурових паль і перевірки результатів теоретичних розрахунків.

Згідно з СП 24.13330.2011 [4] при визначенні несучої здатності бурової палі як під нижнім кінцем, так і по бічній поверхні використовується питомий опір ґрунту під наконечником зонда. Показники опору зонда по бічній поверхні не використовуються зовсім. Можна припустити, що даний підхід прийнятий з міркувань розбіжностей умов роботи бічної поверхні бурових паль і зонда. До того ж такий підхід дозволяє використовувати для обробки дані зондів будь-якого типу (з муфтою тертя або без неї). Але використання залежностей опору ґрунту по бічній поверхні тільки від q_s не завжди дає адекватні результати. У [4] рекомендована активна зона нижче нижнього кінця палі складає $2d$ (два діаметри палі).

Згідно з П2-2000 [5] для визначення опору по бічній поверхні використовуються результати роботи зондів II та III типу, коли опір по бічній поверхні f_{si} визначається за допомогою муфти тертя. Це не дозволяє для визначення несучої здатності бурових паль використовувати зонди I типу. У [5] рекомендована активна зона нижче нижнього кінця палі складає $4d$ (чотири діаметри палі).

У міжнародних нормативних документах, таких як ENV-1997-3 [6], розрахунок заснований на загальноприйнятій двочленній формулі з перехідними коефіцієнтами від опору ґрунту під конусом зонда до опору ґрунту під нижнім кінцем та по бічній поверхні палі (аналогічно російським нормам). Але в порівнянні з російськими та білоруськими нормами методика має більшу універсальність з точки зору вибору конструкції палі, більш складний алгоритм, а також має слабку залежність від q_s в глинистих ґрунтах і не має у піщаних.

У авторських методиках [7] пропонуються аналогічні підходи, а різниця полягає у зміні емпіричних перехідних коефіцієнтів.

Отже, методики визначення несучої здатності бурових паль за результатами статичного зондування потребують удосконалення.

На першому етапі досліджень виконаний збір даних польових випробувань бурових паль статичним навантаженням по майданчиках, де паралельно проводилось статичне зондування, та виконані порівняльні розрахунки несучої здатності паль за чинними українськими нормами і за методикою російських та білоруських норм для результатів статичного зондування.

При вирішенні поставленої задачі були використані результати статичних випробувань бурових паль, виконаних у Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій м. Київ, КНУБА м. Київ, . Розглянуті результати натурних випробувань 5-ти бурових паль з 5-ти різних майданчиків. Райони випробувань знаходяться в таких містах: м. Київ, м. Бровари. Майданчики мали різні ґрунтові умови з спиранням паль на піщані ґрунти.

Випробовувались палі різної довжини та конфігурації. Довжини паль знаходяться в діапазоні від 10,8 до 18 м. Палі мають незмінний переріз. Діаметр ствола паль знаходиться в межах від 0,62 м до 0,83 м. Навантаження, яке може витримати конкретна бурова паля визначалося при досягненні межі осідання $s = 40$ мм. Але частина випробувань була виконана як контрольні, тому навантаження доводилось до полуторного розрахункового навантаження. У цих випадках реальна несуча здатність паль буде більшою.

У табл. 1 представлені результати порівняння несучої здатності бурових паль, визначеної за результатами польових випробувань статичним навантаженням, розрахунком за методикою норм [1], несучої здатності за результатами статичного зондування за методиками російських та білоруських норм.

З аналізу результатів можна побачити, що несуча здатність, визначена за результатами статичного зондування, більше корелює з несучою здатністю, визначеною теоретично за нормами [1], ніж з результатами статичного випробування. За результатами статичного випробування несуча здатність переважно вище, ніж теоретична несуча здатність.

Таблиця 1 – Порівняння несучої здатності бурової палі, визначеної за даними польових випробувань, методикою норм [1] та за результатами статичного зондування

Майданчик будівництва	Параметри палі			Ґрунт під нижнім кінцем	Ґрунти по бічній поверхні	Нусуча здатність палі за результатами статичних випробувань, кН, при осіданні s	Нусуча здатність палі за ДБН [1]			Нусуча здатність палі за результатами статичного зондування, кН, за методикою російських норм [4]			Нусуча здатність палі за результатами статичного зондування, кН, за методикою білоруських норм [5]		
	Спосіб улаштування	довжина, м	діаметр, мм				Під нижнім кінцем, кН	По бічній поверхні, кН	Загалом, кН	Під нижнім кінцем, кН	По бічній поверхні, кН	Загалом, кН	Під нижнім кінцем, кН	По бічній поверхні, кН	Загалом, кН
с. Чайка Києво-Святошинсько го району Київської обл., майданчик 1	Бурова, буріння насухо	13,5	620	Пісок середньої крупності, середньої щільності	Пісок середньої крупності, середньої щільності	$\frac{1400.0}{S=7.84}$ мм	1069	1036	2105	603,5	1566,4	2170	1298	496	1794
с. Чайка Києво-Святошинсько го району Київської обл., майданчик 2	Бурин'єкція	18,0	620	Пісок середньої крупності, щільний	Пісок дрібний, супісок $I_L=0,1$	$\frac{2700.0}{S=10.51}$ мм	1870	1636	3506	603,5	1705,6	2309	1234	767	2001
м. Бровари Київської обл., вул. Київська	Бурин'єкція	12	620	Пісок дрібний, щільний	Пісок дрібний, супісок твердий	$\frac{3200.0}{S=40}$ мм	671	961	1632	504	1146	1650	919	736	1655
м. Київ, Печерський р-он, Спортивна площа	Бурова, обсадні труби	10,8	830	Пісок пилуватий, щільний	Пісок серед., супісок, суглинок	$\frac{1950.0}{S=26,9}$ мм	417	626	1043	832	986	1818			Зонд I типу
м. Київ, вул. Григоренко	Бурин'єкція	16	620	Пісок пилуватий, щільний	Пісок пилуватий, щільний	$\frac{2400.0}{S=40}$ мм	966	1449	2415	1874	1431	3305			Зонд I типу

Порівняння методик російських та білоруських норм показує, що загальна несуча здатність, визначена за різними методиками має один порядок, а структура її суттєво відрізняється. За методикою російських норм опір під нижнім кінцем значно менший, ніж за білоруською, а по бічній поверхні навпаки більший.

Значний розкид результатів розрахунків, невідповідність результатам польових випробувань свідчать про те, що методика визначення несучої здатності бурових паль за даними статичного зондування потребує подальшого дослідження та удосконалення.

Висновки

1. Статичне зондування на теперішній час залишається одним з найбільш достовірних методів визначення несучої здатності паль у польових умовах і широко використовується для розрахунку забивних паль.

2. У нормах України відсутня методика визначення несучої здатності бурових паль за результатами статичного зондування.

3. Для визначення несучої здатності бурових паль на підставі даних статичного зондування можна користуватись методиками, передбаченими нормативними документами інших країн, але усі вони до теперішнього часу не є досконалими і дають різні результати.

4. Несуча здатність бурових паль за даними статичних польових випробувань як правило перевищує несучу здатність, визначену як за теоретичними методами, так і за існуючими методиками обробки результатів статичних випробувань, тому розробка удосконаленої методики визначення несучої здатності бурових паль на базі статичного зондування може дати економічний ефект.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 55 с. – (Державні будівельні норми України).

2. Рьжков И. Б., Исаев О. Н. Статическое зондирование грунтов. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 496 с.

3. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань: ДСТУ Б.В.2.1-27:2010 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 11 с. – (Національний стандарт України).

4. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. – М., 2011. – 90 с.

5. П2-2000 к СНБ 5.01.01-99: Праектаванне забіуных і набіуных паляу па выніках задзіравання грунтоу. Пособіе к строительным нормам республики Беларусь. Проектирование забивных и набивных свай по результатам зондирования грунтов. – Минск, 2001.

6. European prestandard ENV 1997-3: 2000. Eurocode 7: Geotechnical design – Part 3: Design assisted by fieldtesting. BSI. 2000.

7. Глазачев А. О. Исследование взаимодействия вертикально нагруженных буронабивных свай с основанием и их расчет с использованием статического зондирования : дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения» / Глазачев Антон Олегович ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь, 2014. – 185 с.

Володимир Андрійович Шуневич — магістрант гр. 2Б-17м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет;

Науковий керівник: **Ірина Вікторівна Маєвська** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Volodymyr A. Shunevich - Master hr. 2B-17m, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University;

Supervisor **Irina V. Majewska** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.