УДК 624.012.26

ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ В ПІСКАХ СЕРЕДНЬОЇ КРУПНОСТІ

СОПОСТАВЛЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ В ПЕСКАХ СРЕДНЕЙ КРУПНОСТИ

COMPARISON OF CARRYING CAPACITY PILES IN SAND MEDIUM SIZE

Підлуцький В.Л., к. т. н., доц., Гаврилюк О.В., ассистент
(Київський національний університет будівництва і архітектури)

Подлуцкий В.Л., к. т. н., доц., Гаврилюк А. В., аспирант
(Киевский национальный университет строительства и архитектуры)

Pidlutskiy V.L., PhD, assistant professor, Gavryliuk O. V., postgraduate
(Kyiv National University of Construction and Architecture)

Виконано порівняння несучої здатності бурових паль в пісках середньої крупності за діючими нормами, результатами статичного зондування, статичним випробуванням на вертикальне навантаження в польових умовах, а також встановлено співвідношення отриманих значень.

Выполнено сопоставление несущей способности буровых свай в песках средней крупности по действующим нормам, результатам статического зондирования, статическим испытанием на вертикальную нагрузку в полевых условиях, а также установлено соотношение полученных значений.

The comparison of bearing capacity of bored piles in sands of medium size according to current regulations, the results of static sensing static vertical load test on the field, and set the ratio of the obtained values.

Ключові слова: Бурові палі, статичне зондування, несуча здатність, випробування на вертикальне навантаження.
Буровые сваи, статическое зондирование, несущая способность испытание на вертикальную нагрузку.
Numerical modeling, static sensing test, numerical modeling the vertical load.

Стан питання та мета досліджень. Сучасне будівництво у великих містах йде в умовах щільної міської забудови, використовуються для забудови ділянки

із складними інженерно-геологічними. А також у зв'язку із збільшенням поверховості будівель та споруд на основу діють значні вертикальні навантаження, тому в таких умовах використовують в якості основи бурові палі.

Влаштування фундаментів в якості основи із бурових паль характеризуються високою мінімальним динамічним впливом на грунт основи, низьким рівнем шуму та значно високою продуктивністю є дуже важливою особливістю при щільній забудові у великих містах.

Визначення несучої здатності бурових паль виконується за методикою ДБН В.2.1-10-2009 зміна № 1 [1]. Як показує практика та аналіз публікацій, що несуча здатність бурових паль за формулами норм є значно заниженою, що в свою чергу призводить до збільшення довжини та діаметру паль їх кількості, витрат будівельних матеріалів що в кінцевому результаті призводить до збільшення собівартості влаштування фундаментної частини будинку.

Тому визначення несучої здатності паль за різними методиками є актуальною задачею на сьогодні, особливо при використанні польових методів досліджень грунтів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для визначення несучої здатності бурових паль проектувальники все більше стали використовувати не традиційні методи для визначення несучої здатності бурових паль, а саме метод статичного зондування грунтів.

Ця методика дозволяє в короткий термін отримати дані розрахункових характеристик грунтів по глибині зондування. Простота даного методу дає можливість значно швидше та без значних фінансових витрат отримати характеристики грунтів основи на відміну від традиційних методів по визначенні фізико-механічних характеристик грунтів в лабораторних умовах.

Розрахунок несучої здатності бурових паль відображено у працях: І.П. Бойка [2], В.Г. Березанцева [3], А.А. Бартоломея [4], Ю. Л., та інших.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Питання про резерв несучої здатності та економію виготовлення бурових паль є найбільш актуальним на теперішній час у зв'язку з широким застосуванням їх в багатоповерховому будівництві.

Мета роботи. Метою даної роботи є - порівняти несучу здатність бурових паль та їх розрахункове навантаження, визначених за різними методиками.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження було обрано багатоповерховий житловий будинок у місті Києві, Житловий будинок запроектований 3-ох секційним з габаритними розмірами в осях: 1 і 3 секція – 33,9х21,3 м; 2 секція – 40,2х21,3 м, які вже введено в експлуатацію.

У відповідності до інженерно-геологічних вишукувань, що виконані спеціалізованою організацією, в геоморфологічному відношенні описуваний майданчик розташований в межах лівобережної першої надзаплавній тераси р. Дніпро. Рельєф майданчика рівнинний. Абсолютні відмітки поверхні знаходяться в межах 99,0-103,0 м. У геологічній будові на розвідану глибину до 45 м беруть участь палеогенові бучакські піски, чвертичні алювіальні піски середні, дрібні і пилуваті та алювіально-озерні суспіски, перекриті рослинним шаром і насипними ґрунтами. Ґрунтові води зустрінуті на глибинах 2,7-4,2 м, на відмітках 96,23-6,90 м (рис.1).

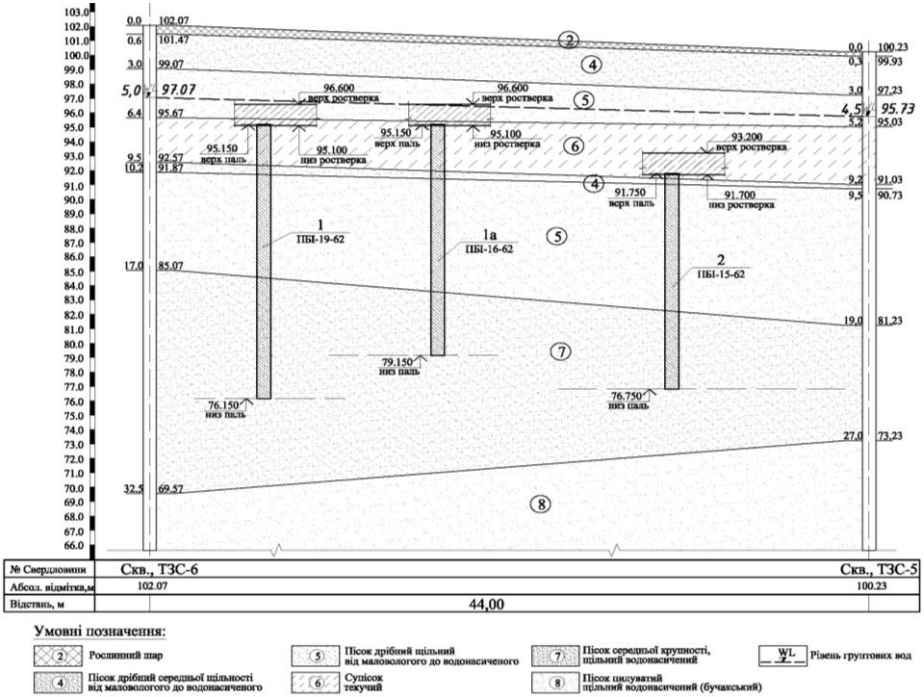

Рис. 1. Характерний інженерно-геологічний розріз майданчика будівництва та посадка фундаментів остаточного варіанту

Згідно попереднім рішенням було розроблено пальові фундаменти з виконанням паль діаметром 620 мм довжиною 15,0 м, по буронабивній технології.

За нормами [1] визначення несучої здатності буронабивних паль виконують за формулою:

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{cR}RA + u\sum \gamma_{cf}\, f_i h_i)\cdot \qquad (1)$$

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики ґрунтів експериментального майданчика за даними інженерно-геологічних вишукувань

№ ІГЕ	Щільність ґрунту, г/см^3	Природна вологість, д.о.	Коефіцієнт пористості, д.о.	Кут внутріш-нього тертя, градуси	Питоме зчепле-ння, кПа	Модуль деформації, МПа
	ρ	W	e	φ	c	E
2	1,60	-	-	-	-	-
4	1,75	0,09	0,64	32	2	28
5	2,04	0,21	0,57	36	4	36
6	1,97	0,23	0,69	22	9	5
7	2,10	0,19	0,50	37	5	45
8	1,90	0,30	0,45	36	8	39

Розрахунковий опір R, кПа, грунту під нижнім кінцем палі слід приймати для піщаних грунтів в основі бурової палі за формулою:

$$R = k_c\alpha_4(\alpha_1\gamma_I^{'}d + \alpha_2\alpha_3\gamma_I h). \qquad (2)$$

Позначення символів у відповідності з ДБН В.2.1-10-2009.

Результати розрахунків несучої здатності буронабивної палі за формулами норм подані у графіку 2.

На будівельному майданчику було виконано багато точок статичного зондування ґрунтів, що дало можливість визначити несучу здатність буронабивних паль використавши дані статичного зондування.

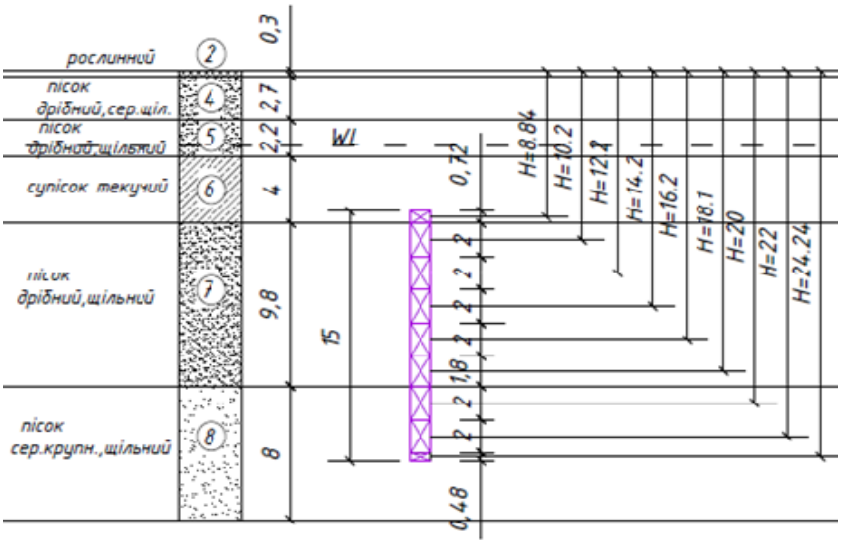

Рис. 2. Розрахункова схема до визначення несучої здатності палі по грунту

Визначення несучої здатності паль за даними статичного зондування для буронабивних паль виконувалося за нормативними вимогами ДСТУ Б В.2.1-27:2010 як для забивних паль для зонду II типу (для бурових паль методика відсутня), лише при роботі бічної поверхні було враховано коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній поверхні палі γ_{cf} , який приймався за таблицею Н.3.1 норм ДСТУ Б В.2.1-27:2010. Також для підтвердження результатів визначення несучої здатності паль за результатами статичного зондування, отриманого за результатами українських норм, було визначено несучу здатність паль за результатами статичного зондування згідно російських норм П2-2000 к СНБ 5.01.01-99 в яких дана методика для бурових паль описана і прийнята, та порівняна з білоруськими нормами СП 50-102-2003. В російських нормах для бурових паль використовуються тільки значення опору під конусом зонду, від якого переходять до роботи паль під вістрям і по бічній поверхні, при цьому розбиваючи палю на ділянки не більше 2-ох метрів.

Результати розрахунків несучої здатності буронабивної палі за даними статичного зондування грунтів за різними методиками подані у графіку 2.

Несучу здатність за результатами натурних випробувань визначають за формулою:

$$F_d = \gamma_c F_{u,n} / \gamma_g; \quad (3)$$

де: $\gamma_c = 1,$ -коефіцієнт умов роботи при вдавлювальних і висмикувальних навантаженнях;

$\gamma_g = 1,$ - коефіцієнт надійності по грунту;

$F_{u,n}$ – нормативне значення граничного опору палі, яке приймають рівним частковому значенню граничного опору палі F_i тоді формула (3) буде:

$$F_d = F_{i,}; \quad (4)$$

За часткове значення граничного опору палі $F_{i,}$ прийняли навантаження під впливом якого дослідна паля отримала осідання S, яке визначають за формулою:

$$S = \zeta S_{u,mt}; \quad (5)$$

де: $S_{u,mt}$ - максимальне значення середньої осідання будинку;

$\zeta = 0{,}2$ - коефіцієнт переходу від значення $S_{\max,u}$ до осідання палі, яку отримали при статичних випробуваннях з умовною стабілізацією осідання 0,1 мм за 1 годину.

За результатами натурних випробування дослідних паль було встановлено наступні результати для дослідної палі:

$$F_d = \gamma_c \frac{F_u}{\gamma_g} = 1\frac{3750}{1} = 3750кН \quad (6)$$

$$N = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{3750}{1.2} = 3125кН \quad (7)$$

Таким чином несуча здатність буро набивної палі за результатами статичного випробовування згідно [7] становить 3125 кН, крива навантаження зображена на (рис.3).

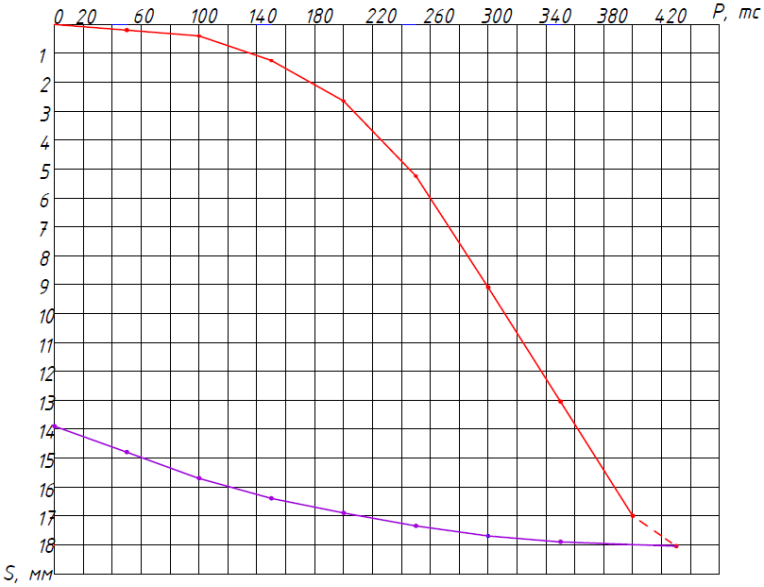

Рис. 3. Графік залежності осідання палі S від навантаження P

Рис. 4. Порівняння розрахункових навантажень

Висновки.

Підтверджено, що статичне зондування є достатньо ефективним методом для визначення несучої здатності палі.

Розрахункове навантаження на палю, визначене за її випробуванням більше за розрахункове навантаження визначене за формулами норм на 30% та менше на 18% визначення за методом статичного зондування для забивних паль.

Встановлено, що розрахункове навантаженян за результатами статичного зондування згідно різних нормативних документів дає більш точні результати. Тому необхідно вдосконалювати методику розрахунку за статичним зондуванням для бурових паль на території України.

1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10:2009. -[Чинний від 2009-07-01]. -К.: Мінрегіонбуд України, 2009. -105с. **2.** Бойко І.П. Визначення несучої здатності буроін'єкційної палі великого діаметру за допомогою різних методів // Основи і фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник./ Карпенко Ю.В., Новофастовський С.М., Подрятов В.С. -К.: КНУБА, 2004. -Вип.28. -С.79-94. **3.** Березанцев В.Г. определение предельного сопротивления песчаных грунтов под концом сваи с помощью статической пенетрации // Основания, фундаменты и механика грунтов. -1966. -№4. -С.1-5. **4.** Основи та фундаменти споруд. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань: ДСТУ Б В.2.1-27:2010.-[Чинний від 2010-12-22]. -К.: Мінрегіонбуд України, 2011.-11 с. **5.** Бартоломей А.А. Прогноз осадок свайніх фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С.Юшков. – М. Стройиздат, 1994.-381с.