

СТУПІНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ БУРОВИХ ПАЛЬ В СКЛАДІ СТРІЧКОВОГО ОДНОРЯДНОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження ступеню реалізації бурових паль у складі однорядного стрічкового пальового фундаменту під дією вертикального навантаження. Виконано фізичне моделювання на маломасштабних моделях у лабораторному лотку. Досліджено вплив сумісної роботи бурових паль на ступінь реалізації їх несучої здатності залежно від довжини та кроку.

Ключові слова: стрічковий пальовий фундамент, однорядний стрічковий фундамент, низький ростверк, бурова паля, перерозподіл навантажень, статичне навантаження, несуча здатність.

Abstract

A study of the degree of realization of bored piles within a single-row strip pile foundation under the action of vertical load has been conducted. Physical modeling on small-scale models in a laboratory tray has been performed. The influence of the joint work of bored piles on the degree of realization of their bearing capacity depending on length and spacing has been investigated.

Keywords: strip pile foundation, single-row strip foundation, low pile cap, bored pile, load redistribution, static load, bearing capacity.

Вступ

Використання бурових паль в складі стрічкових пальових фундаментів поширено в Україні та за її межами. Бурові палі мають переваги: відсутність динамічних впливів на ґрунт під час влаштування, можливість використання в складних геотехнічних умовах, варіативність геометричних та конструктивних параметрів. При тому бурові палі програють за техніко-економічними показниками забивним палям при навантаженні середнього діапазону, їх використання обґрунтовано переважно при значних навантаженнях, або при спіранні на міцні шари ґрунту, або при неможливості улаштувати забивні палі через складні інженерно-геологічні умови чи наявність існуючої забудови поблизу.

Основний метод розрахунку пальових фундаментів за чинними нормами України [1], полягає в простому складанні несучих здатностей одиночних паль, що не враховує взаємодії елементів пальового фундаменту та наявність складних геотехнічних умов. Положеннями тих же нормативних документів [1] рекомендовано враховувати сумісну роботу системи «ростверк - палі - ґрунтова основа» але не наведено методів, які враховують вплив сумісної роботи на несучу здатність пальового фундаменту. Тому при проектуванні, як правило, сумісна робота елементів системи «ростверк - палі - ґрунтова основа» не враховується. Вченими та інженерами ведуться дослідження перерозподілу навантажень в пальовому фундаменті [2-6], що вказують на відмінність роботи в палі та ростверку у порівнянні з сумою несучих здатностей одиночних паль та опору під ростверком, але розробка ефективного методу врахування процесу перерозподілу навантаження в пальовому фундаменті залишається актуальною. Врахування ефектів реальної роботи та дійсного резерву несучої здатності стрічкового пальового фундаменту дозволить скоротити матеріальні та трудові витрати на влаштування пальових фундаментів.

Метою даної роботи є дослідження реалізації несучої здатності бурових паль в складі стрічкового однорядного пальового фундаменту під дією вертикального навантаження

Результати дослідження

Для оцінки впливу сумісної роботи бурових паль в складі однорядного стрічкового пальового фундаменту під дією вертикального навантаження в залежності від кроку та довжини паль проведено фізичне моделювання на маломасштабних моделях у лабораторних умовах. Фізичне моделювання на маломасштабних моделях дозволяє отримати якісну оцінку поведінки фундаменту під навантаженням та взаємодію елементів конструкції в подібних до реальних умовах.

При плануванні фізичного моделювання за мету було поставлено отримати якісну оцінку впливу сумісної роботи бурових паль об'єднаних низьким ростверком на ступінь реалізації паль порівняно з одиночними палями тих же геометричних параметрів.

Для проведення модельного дослідження виготовлені маломасштабні моделі паль з деревини довжиною 20, 30 і 40 см., діаметром 2,5 см. Модель низького ростверку виконана з металу висотою 2 см., шириною 5 см. та довжиною 66 см. Розміщення паль в ростверкі з кроком 3d (11 паль) та 6d (6 паль). В ростверкі підготовлені отвори для влаштування тензометричних датчиків, які показують, яке навантаження приходить на кожен палець.

Навантаження на модель стрічкового фундаменту прикладалося від двох домкратів розташованих на рівній відстані від центру конструкції на жорсткій балці, яка слугує для рівномірного розподілу навантаження. Величина прикладеного навантаження змінювалась з кроком 1,5 кН та контролювалась за допомогою динамометрів.

Моделювання проведено в лотку розмірами 1800x1200x1000 мм з піщаною основою. В якості ґрунту використовувався пісок середньої крупності. Основа створюється шляхом пошарового засипання у лоток з контролюванням щільності та вологості піску.

В результаті проведених модельних досліджень було отримано величину осідання моделі однорядного стрічкового пальового фундаменту під дією статичного навантаження та величину навантаження, яке приходить на палі в складі однорядного стрічкового фундаменту. Також отримана величина осідання одиночних бурових паль тих же геометричних параметрів що і для паль в складі фундаменту. Результати випробування моделі однорядного стрічкового пальового фундаменту сформовано в графіки залежностей «осідання – навантаження» бурових паль в складі фундаменту при кроці 3d та 6d різної довжини паль (рис. 1. а.) та одиночних бурових паль різної довжини (рис. 1. б.).

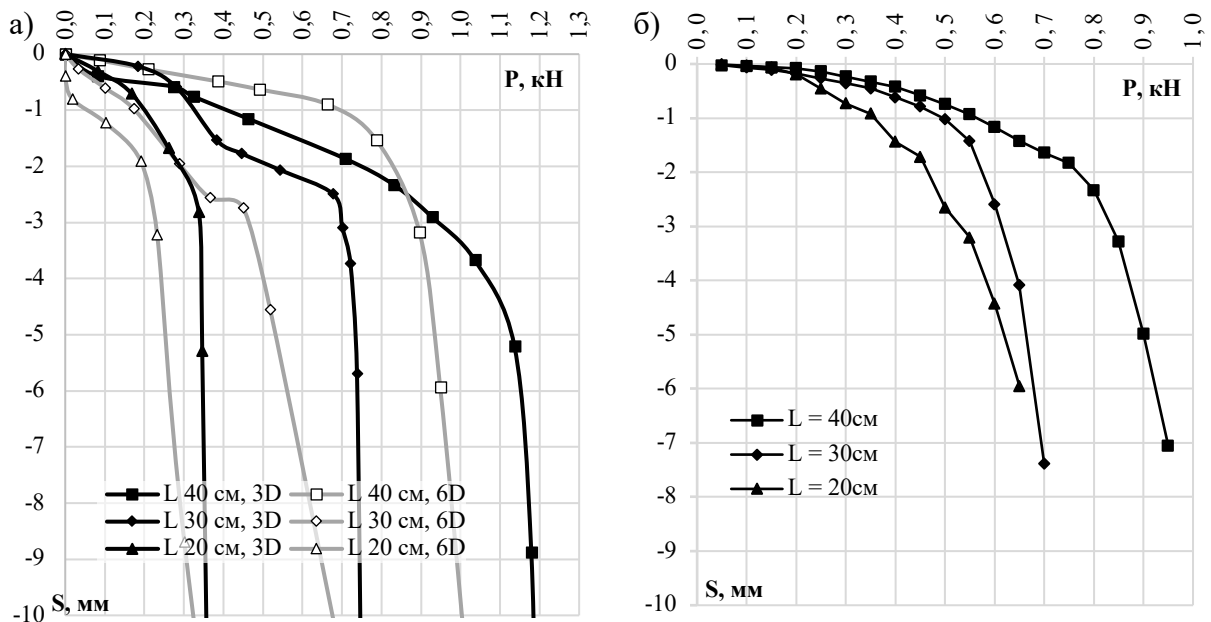


Рис. 1. Графік залежності осідання-навантаження бурових паль: а) палі в складі фундаменту з кроком 3d та 6d; б) одиночні палі

Результати дослідження дозволяють оцінити ступінь реалізації несучої здатності бурових паль в складі однорядного стрічкового фундаменту порівняно з несучою здатністю одиночних бурових паль. Величина ступеню реалізації несучої здатності бурових паль в складі однорядного стрічкового фундаменту за результатами фізичного моделювання виражена у відношенні палі в складі фундаменту та одиночної показана в табл.1 та на графіку рис.2.

Таблиця 2. Порівняння ступеню реалізації несучої здатності бурових паль у складі однорядного стрічкового фундаменту з одиночними палями

крок паль	довжина паль, см								
	20			30			40		
	у складі фундаменту, кН	одиночна, кН	ступінь реалізації	у складі фундаменту	одиночна, кН	ступінь реалізації	у складі фундаменту	одиночна, кН	ступінь реалізації
3d	0,35	0,46	0,76	0,72	0,6	1,2	1,55	0,76	1,51
6d	0,25	0,46	0,54	0,54	0,6	0,9	0,93	0,76	1,22

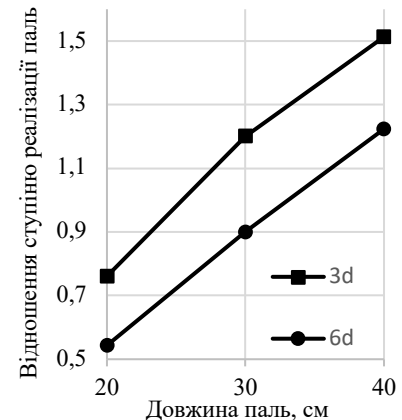


Рис. 2 Графік залежності осідання - навантаження бурових паль в залежності від кроку та довжини

При розгляді реалізації несучої здатності бурової палі в складі однорядного стрічкового фундаменту помітна тенденція підвищення несучої здатності палі в складі фундаменту у порівнянні з несучою здатністю одиночно палі до 1.5 разів. З результатів дослідження помітно, що палі довжиною 20 см мають нижчу ступінь реалізації несучої здатності (0,54 - 0,76 разів), а зі збільшенням довжини ступінь реалізації несучої здатності росте (до 1,22 - 1,51 разів). Також помітна залежність ступеня реалізації несучої здатності паль від кроку, яка нижча для 3d у порівнянні з 6d в середньому на 30 % для всіх випробуваних довжин.

Висновки

Результати дослідження дозволяють оцінити ступінь реалізації несучої здатності бурової палі в складі однорядного стрічкового фундаменту та вказують на:

- підвищення несучої здатності бурової палі до 1,5 разів в складі фундаменту у порівнянні з одиночною палью;
- залежність несучої здатності бурової палі від довжини палі від 0,5 до 1,5 разів;
- залежність несучої здатності бурової палі від кроку паль, яка підвищується зі збільшенням кроку (вище для 6d на 30% ніж для 3d)

Результати дослідження показують наявність резерву несучої здатності бурової палі в складі однорядного стрічкового пального фундаменту, використання якого при проектуванні палових фундаментів дозволить скоротити витрати на матеріальні та трудові ресурси на влаштування фундаменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.:Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).
2. Маєвська І. В. Різниця в роботі пального фундаменту і підсиленого палями стрічкового фундаменту мілкового закладання за результатами фізичного моделювання. Сучасні

технології, матеріали та конструкції в будівництві, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. – 2016. – №1(20). – С.31-39.

3. Маєвська І.В., Романенко А.В. Аналіз достовірності визначення несучої здатності бурін'єкційних паль за діючими методиками СНиП Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – К.: КНУБА, 2011. – Вип. 75, кн.2. – С. 164-169.
4. Н. В. Блащук і І. В. Маєвська, Перерозподіл зусиль між елементами однорядного стрічкового пальового фундаменту. Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві, н/т збірник ВНТУ, Вінниця. – 2019. –№1(26). – С.43-52.
5. Viggiani C., Mandolini A., Russo G. Piles and Pile Foundations. London : Spon Press (Taylor & Francis Group), 2011. 296 p.
6. Reul O., Randolph M. Combined Pile-Raft Foundations: Design and Practice. London : CRC Press, 2024. 270 p.
- 7.

Перебийніс Михайло Володимирович – аспірант, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: perebyinis@vntu.edu.ua

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Mykhailo Perebyinis — Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsyanational technical university, Vinnytsya city, e-mail: perebyinis@vntu.edu.ua

Supervisor: **Blaschuk Natalia** – candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua