

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ
З ГРУПИ ПАЛЬ РІЗНОЇ ДОВЖИНИ**

О. В. Титко, О. Д. Панкевич

Проведено дослідження моделей фундаментів з групи взаємозалежних палей різної довжини влаштованих за вдосконаленою вибірковою технологічною схемою забивки палей. Представлено методіку проведення експериментальних досліджень роботи фундаментів з групи палей в піску середньої щільності. Побудовано графіки, які дозволяють визначити навантаження на палюву групу та зусилля, що виникають в окремих палях в залежності від схеми влаштування фундаменту. Представлено рекомендації щодо використання запропонованих технологічних схем по влаштуванню фундаментів з групи взаємозалежних палей різної довжини при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Ключові слова: фундаменти з групи палей різної довжини, експериментальні дослідження, технологічна схема.

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ
ИЗ ГРУППЫ СВАЙ РАЗНОЙ ДЛИНЫ**

О. В. Титко, О. Д. Панкевич

Проведено исследование моделей фундаментов из группы взаимозависимых свай разной длины устроенных по усовершенствованной выборочной технологической схеме забивки свай. Представлена методика проведения экспериментальных исследований работы фундаментов из группы свай в песке средней плотности. Построены графики, которые позволяют определить нагрузку на свайную группу и усилия, возникающие в отдельных сваях в зависимости от схемы устройства фундамента. Представлены рекомендации по использованию предложенных технологических схем по устройству фундаментов из группы взаимозависимых свай разной длины при выполнении строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: фундаменты из группы свай разной длины, экспериментальные исследования, технологическая схема.

**THE SELECTIVE FLOW OF FOUNDATIONS
WITH GROUP OF PILES OF DIFFERENT LENGTH**

O.Tytko, O. Pankevich

The study of models of foundations with interdependent group of piles of different length arranged on an improved selective flow sheet piles. The presented methodology of experimental research of work of foundations group of piles in sand of medium density. The graphs, which allow us to determine the load on the pile group and the efforts occurring in separate piles depending on the scheme of the device base. Recommendations for the use of the proposed technological schemes for foundations with interdependent group of piles of different lengths when performing construction and installation works.

Keywords: foundations with group of piles of different length, experimental research, selective flow sheet.

Вступ

Влаштування фундаментів з групи палей (пальових масивів) виконується за загально прийнятими методами. Проте, як показують сучасні дослідження в цих методах є свої недоліки, які потім впливають на роботу пальового фундаменту в цілому. Забивання зближених палей пов'язане з додатковими труднощами і вимагає великих витрат. Найбільше значно зростають труднощі при забивці останніх палей групи, а іноді забити їх до проектної відмітки взагалі не вдається. Ці обставини обумовлюють доцільність подальшого дослідження та вдосконалення технологічних прийомів влаштування фундаментів з палей в складі групи.

Постановка задачі

Задачею роботи є проведення експериментальних модельних випробовувань фундаментів з групи паль різної довжини, влаштованих за різними технологічними схемами та визначення найбільш ефективної схеми. Виконати порівняльний аналіз експериментальних результатів дослідження сумісної роботи палі у складі груп, а також побудувати графіки досліджень осадки фундаментів і розподілення зусиль між палями.

Основна частина

Розташування паль у групі завжди було актуальним та складним питанням. На даний час проектування пальових фундаментів виконується з використанням гіпотези про те, що всі палі групи сприймають однакові навантаження, коли їх довжини рівні, проте, як було підтверджено рядом науковців [1,2,3,4], палі в складі групи працюють по-різному. Має місце перерозподіл навантаження між палями в середній, проміжній та крайовій зоні фундаменту і відповідно палі, в залежності від місця у фундаменті, сприймають різні навантаження. Найбільше навантаження приходить на кутові та проміжні палі, середні ж палі залишаються недовантаженими.

Як було визначено в попередніх дослідженнях [5], найбільш ефективним виявився фундамент з групи паль в якому: найбільш довгі – кутові та опорні палі, середні за довжиною – проміжні, коротка – центральна, відстань між палями рівна трьом діаметрам палі. Тому для подальших експериментів була вибрана саме така схема розташування паль у групі. Експеримент проводився з пальовими групами з 9 (К-1) та 25 паль (К-2). (рис.1).



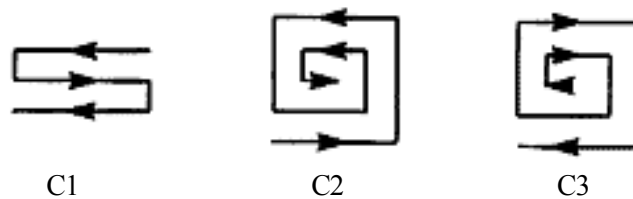
а) К-1

б) К-2

Рисунок 1 – Схема розташування паль у групах: а) К-1:9 паль; б) К-2:25 паль

+ - довга паля; x – середня паля; 0 – коротка паля

Для дослідів застосовувались загально прийняті технологічні схеми влаштування пальових фундаментів [6]: рядова (С1), концентрична з напрямом руху до центру (С2) та концентрична з рухом від центру (С3) (рис.2). Також проводились дослід з вибіркоким зануренням паль: спочатку забивалися коротші палі групи потім довші (С4), і навпаки спочатку довші потім коротші з концентричним напрямом руху до центра групи (С5).



С1

С2

С3

Рисунок 2 – Порядок забивки паль у групі

Випробування проводились в пісках середньої щільності. Навантаження фундаменту виконувалось за допомогою гідравлічного домкрату ДГ-100 з упором в завантажену платформу, яка представляла собою спеціально виготовлену сталеву раму, в якості компенсаційних вантажів застосовувались фундаментні блоки і плити перекриття.

В якості моделей застосовувалися палі перерізом 60x60 мм та довжиною 1,0, 1,2 та 1,4 м. Масштаб моделювання склав 1:5. Палі в групах об'єднувалися жорстким ростверком, з'єднання паль з ростверком шарнірне. Влаштування основи проводилось в такі послідовності: засипка піску в дослідний котлован пошарово по 150 мм з ущільненням кожного шару і контролем отриманої щільності. Завантаження груп виконувалось ступенями по 0,04МПа з витриманням кожної ступені до умовної стабілізації осадок, рівної 0,01мм за 60 хвилин.

Для вимірювання зусиль, які приходяться на кожну палю групи, в голові кожної палі встановлювалось тензометричне кільце з трьома датчиками опору. Корпус кільця представляє

собою відрізок металевої труби з внутрішнім діаметром 40 мм, зроблений з вуглеводної конструкційної сталі. Із зовнішнього боку центральної частини стінки тензокільця були наклеєні тензOMETричні датчики опору. Товщина стінки тензокільця підбиралась з таким розрахунком, щоб найбільше напруження, яке виникає в стінці не перевищувало 80% розрахункового опору стиску матеріалу кільця. Тензокільця тариувалися на пресі за допомогою зразкового динамометра та цифрового тензOMETричного комплексу ЦТК – 1 з автоматичним 100 – позиційним перемикачем АП – 3. По отриманим тестовим графікам в процесі випробовувань можна було визначити зусилля в тензOMETричних кільцях, інакше кажучи, зусилля, які передавалися на кожен окрему палу в складі групи.

Занурення паль відбувалося у відповідності з прийнятими схемою, типом пальної групи та методикою дослідження: встановлення тензOMETричних трубок, ростверку, навантажувального пристрою і прогиномірів; передача на палу чи групу статичного навантаження ступенями, занесення показників вимірювальних пристроїв в робочий журнал. Склад експериментальних досліджень моделей пальових фундаментів в приведений в табл. 1.

Таблиця 1 – Склад дослідів моделей пальових фундаментів

Серія дослідів	Тип фундаменту	Відстань між палями	Схема забивки	Кількість дослідів
1	К-1	3 d	C1	3
			C2	3
			C3	3
			C4	4
			C5	4
2	К-2	3 d	C1	3
			C2	3
			C3	3
			C4	4
			C5	4

Аналіз результатів дослідів по визначенню осадки та розподілу навантаження між взаємозалежними палями групи при її завантаженні ступенями дозволяє відмітити наступне:

- несуча здатність групи К-1 при різних технологічних схемах влаштування (С-1÷С-5) має досить суттєві відмінності, також спостерігалися розбіжності в перерозподілі навантаження між окремими палями, це можливо пояснюється невеликою кількістю паль у групі і визначає те, що кожна паля відіграє важливу роль в роботі малогабаритної групи в цілому;

- осадка групи К-2 при різних технологічних схемах влаштування, на початкових стадіях навантаження мала більш швидкоплинний приріст, а на момент втрати несучої здатності була майже рівна у всіх випадках, відповідно і несуча здатність групи мала незначні розбіжності результатів.

Результати експериментів показали, що порядок забивки паль в фундаментах з групи взаємозалежних паль різної довжини впливає на несучу здатність фундаменту в цілому, найбільш відчутно цей фактор в фундаментах з малої кількості паль у групі. Пальові групи в яких забивалися спочатку довші палі, а потім коротші (С-5) мають найбільшу несучу здатність порівняно з групами які влаштовувалися за іншими технологічними схемами (С-1÷С-4). Це пояснюється порядком формуванням сферичних зон концентрації напружень в ущільненій основі під нижньою частиною пальної групи, що забезпечує передачу більшого навантаження на поверхню основи. Осереднені результати випробувань представлені в табл. 2.

На основі проведених експериментальних досліджень у відповідності з вище представленою методикою, були отримані практичні дані осадки фундаментів та граничні навантаження на групи К-1 і К-2 в момент втрати несучої здатності. Для визначення ефективності технологічних схем влаштування фундаментних груп був розрахований коефіцієнт ефективності, що дозволяє оцінити переваги тої чи іншої схеми.

На рис. 3 та рис.4 показані графіки залежності “осадка-навантаження” пальових груп, які влаштовані за різними технологічними схемами. З графіків видно, що для фундаментів з групи паль різної довжини досить важливим є порядок забивки паль, правильно підібрана технологічна схема дає до 10% приросту несучої здатності групи в цілому при одній і тій ж осадці.

Таблиця 2 – Результати модельних випробувань груп паль різної довжини

Тип групи	Технологічна схема	Граничне навантаження на групу, кН	Осадка групи в момент втрати несучої здатності, мм	Теоретична несуча здатність групи ($\Sigma F_{од}$), кН	Коефіцієнт ефективності, $K_{ЕФ}$
К-1	С-1	51,2	13,5	58,45	0,87
	С-2	54,5	12,2		0,93
	С-3	52,6	12,9		0,9
	С-4	51,9	13,2		0,89
	С-5	57,7	11,8		0,97
К-2	С-1	151,9	13,0	163,65	0,92
	С-2	157,8	12,4		0,96
	С-3	154,6	13,2		0,94
	С-4	153,2	13,7		0,93
	С-5	159,8	12,0		0,97

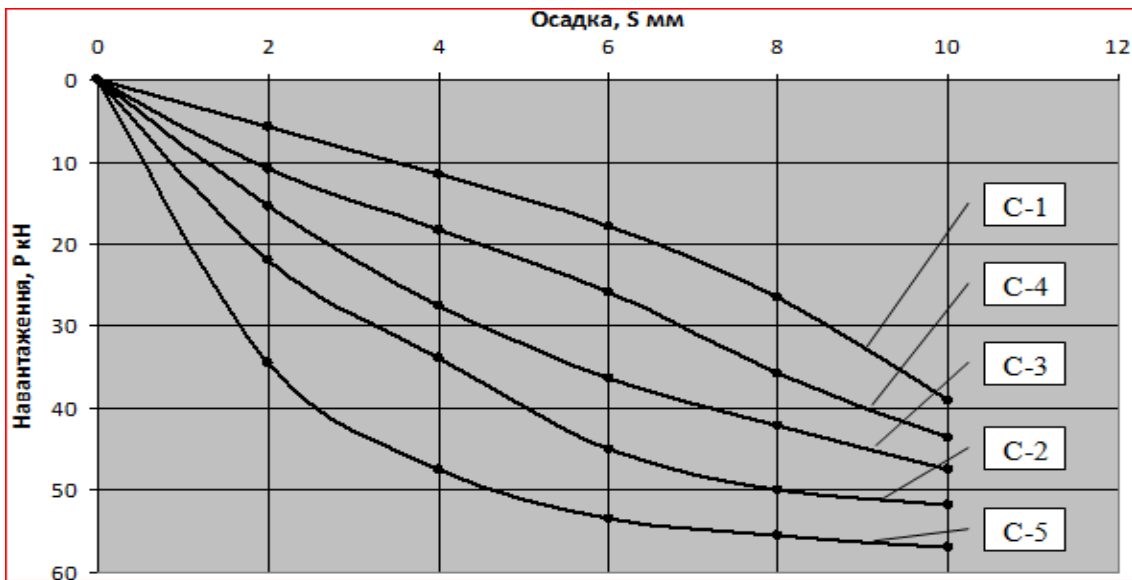


Рисунок 3 – Результати досліджень осадки пальної групи К-1 при різних технологічних схемах влаштування фундаменту

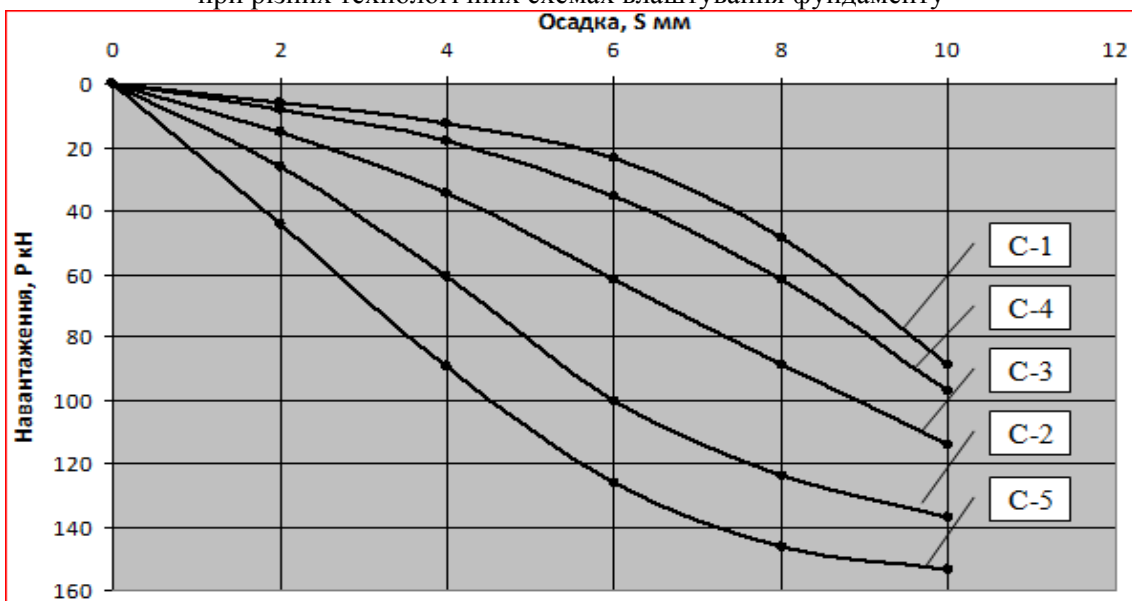


Рисунок 4 – Результати досліджень осадки пальної групи К-2 при різних технологічних схемах влаштування фундаменту

Питання розподілу зусиль між палями досить об'ємне і має впливове значення для проектування пальових фундаментів і, зокрема, при розрахунку ростверку, тому аналіз розподілу зусиль між палями буде представлено в наступних друкованих матеріалах.

Висновки

- Для фундаментів з групи паль різної довжини досить важливим є порядок забивки паль, правильно підібрана технологічна схема дає до 10 % приросту несучої здатності групи в цілому;
- найбільш ефективною виявилась схема при якій забивалися спочатку довші палі, а потім коротші, це пояснюється порядком формуванням сферичних зон концентрації напружень в ущільненій основі під нижньою частиною пальної групи, що забезпечує передачу більшого навантаження на поверхню основи.
- запропонована технологічна схема С-5 є також енергоефективною, так як більш короткі палі, що забиваються останніми, не входять в переущільнену зону основи, утворену при забивці попередніх паль і можуть бути легко занурені до проектної позначки.

Використана література

1. Бартоломей А. А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А. А. Бартоломей, И. М. Омельчак, Б. С. Юшков. – М.: Стройиздат, 1994. – 384 с.
2. Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б.И. Далматов. – Л.: Стройиздат, 1988. – 415 с.
3. Берман В. И. Возведение фундаментов из кустов забивных свай разной длины / В.И. Берман // Промышленное строительство и инженерные сооружения. – 1983. – Вып. 3. - С.30–31.
4. Бойко І. П. Особливості взаємодії пальових фундаментів під висотними будинками з їх основою // Основи і фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 30 / Відповідальний редактор І. П. Бойко – К.: КНУБА, 2006. – С. 3-8.
5. Титко О. В. Оцінка ефективності фундаментів з групи взаємозалежних паль: монографія / О. В. Титко – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 114 с.
6. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.

Титко Олег Васильович – к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету.

Панкевич Ольга Дмитрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету.

Титко Олег Васильевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерных систем в строительстве Винницкого национального технического университета.

Панкевич Ольга Дмитривна – к.т.н., доцент, доцент кафедры инженерных систем в строительстве Винницкого национального технического университета.

Tytko Oleg – Ph.D., associate professor, assistant professor of engineering systems in building Vinnitsa National Technical University.

Pankevych Olga – Ph.D., associate professor, assistant professor of engineering systems in building Vinnitsa National Technical University.