

Оптимізація проектних рішень пальових фундаментів з урахуванням впливу палі і роботи низького ростверку на їх несучу здатність

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто фактори, що впливають на несучу здатність пальового фундаменту і запропоновано критерії для оптимізації проектних рішень пальових фундаментів.

Ключові слова : *пальовий фундамент, низький ростверк, оптимізація, параметри, навантаження, проектне рішення, плитний фундамент.*

Abstract

The paper considers optimization of calculations of pile foundations taking into account the work of low rafters.

Keywords : *pile foundation, low piston, optimization, parameters, load, design solution, slab foundation.*

Вступ

В наш час пальові фундаменти є найдорожчими серед всіх відомих видів основ. Проблема економічного проектування пальових фундаментів є актуальною у сучасному будівництві. Особливо ця проблема стоїть при будівництві в складних інженерно-геологічних і гідрогеологічних умовах. У яких єдино можливим є застосування пальових фундаментів. Як відомо на практиці, частка витрат на зведення конструкцій підземних частин споруд на пальових основах становить до 20% від загального об'єму бетону та залізобетону, який використовується при будівництві. Одним з найбільш можливих напрямків підвищення економічної ефективності і надійності пальових фундаментів є вдосконалення методів їх розрахунку і проектування. Поряд з науковими досягненнями і розвитком нових технологій і технічної бази будівництва важливе значення для підвищення економічної ефективності застосування паль є пошук їх оптимального проектного рішення. Несучу здатність пальового фундаменту можна забезпечити різними шляхами: збільшити розмір поперечного перерізу паль, але зменшити їх довжину, не змінювати довжину, а також можна за рахунок збільшення перерізу паль зменшити їх число в фундаменті. Тобто практично завжди існує можливість вибору оптимального рішення. Хоча воно не завжди очевидне, що і поставило питання про необхідність алгоритму оптимізації проектного рішення, де враховується не тільки взаємовплив паль при їх спільній роботі в складі фундаменту, але і участь в роботі низького ростверку. Однак, якщо взаємодія паль у фундаменті як експериментально, так і в теоретичному плані в значній мірі вивчено, що дозволяє врахувати його в розрахунках у вигляді поправочних коефіцієнтів до несучої здатності паль, то вплив роботи низького ростверку на несучу здатність пальового фундаменту вивчено мало і враховується, як правило, інтегрально.

У зв'язку з цим в роботі була поставлена мета вивчити закономірності впливу роботи низького ростверку на несучу здатність пальового фундаменту від різних чинників, що необхідно для успішної розробки алгоритму прийняття оптимальних проектних рішень пальових фундаментів і, крім того, для розробки практичних рекомендацій. Це дозволить вважати актуальним дослідження, спрямоване на розробку методу оптимізації параметрів пальового фундаменту, що враховує взаємовплив його елементів «ростверк - група паль - ґрунт» і досягнення на цій основі оптимального поєднання економічності і надійності проектних рішень.

Поштовхом до дослідження цієї теми стали дослідження та публікації багатьох вчених, таких як М. Ю. Абелев, Ю. М. Абелев, В. Г. Березанцев, С. С. Вялов, А. Л. Гольдин, М. Н. Гольдштейн, М. І. Горбунов-Посадов, Б. І. Далматов, Б. І. Дідух, К. Е. Егоров, А. С. Моргун, І. М. Меть, Н. В. Блащук та інші. Зокрема, В. С. Глухов, О. В. Хряніна, М. В. Глухова[3], дослідили, на

прикладі перерозподіл тиску під плитою і палею до 50%, на прикладі плитного фундаменту 16-поверхового житлового будинку в м Пензі, за рахунок цього можна зменшити необхідну кількість паль зі 165 шт. з розрахунку забезпечення несучої здатності до 82 шт. За умови розміщення паль з кроком $5d$, де d - діаметр палі. Проектування по викладеній методиці комбінованого фундаменту з використанням паль в пробитих свердловинах дозволило отримати значну економію витрат (до 20%) у порівнянні з варіантом фундаменту із складових паль 17 м. При цьому забезпечується величина прогнозованого осідання фундаменту.

Також стаття П. А. Кравченко [3] містить інформацію про проведення досліджень про взаємодію паля-плита. У пальово-плитному фундаменті палі передають на основу 21-24% загального навантаження. У випадку ж з посиленням палями фундаменту тиск приблизно відповідає величині розрахункового опору ґрунту, навантаження передані на палі, становить 15-17% від навантаження, що прикладається до штампі після підсилення. Різниця навантаження переданого палями на основу у випадках із пальово-плитних фундаментах становить понад 40%. Під час експерименту дані свідчать про суттєве зниження оцінки несучої здатності пальово-плитних фундаментів при проектуванні відповідно до вимог нормативної документації.

Результати дослідження

Опрацювавши наукові нароби та ідеї було сформульовано алгоритм оптимального проектування. При розробці проекту пальового фундаменту, що складається з буронабивних паль, як заданих параметрів проектування виступають фізико-механічні характеристики ґрунтів майданчика будівництва, геометричні розміри конструкції фундаменту на яку діють задані навантаження. До параметрів, які можна оптимізувати є такі значення – геометричні розміри паль (d - діаметр палі; L/d - відносна довжина палі) і їх розміщення в плані, що характеризується відносною осью відстанню між палями.

Критерій оптимальності - це функція змінних проектування, яка являє основу вибору між допустимими альтернативними проектами. Зазвичай, процес оптимізації пов'язаний з пошуком мінімального або максимального значення цільової функції в області визначення параметрів з обмеженнями, які накладаються на неї (управлінням на цільову функцію). В якості критерію оптимальності можуть виступати як натуральні показники (витрати використаних матеріалів), так і вартісні (вартість матеріалів і робіт).

Для розрахунку фундаменту по запропонованому методу необхідні такі вихідні дані[5]:

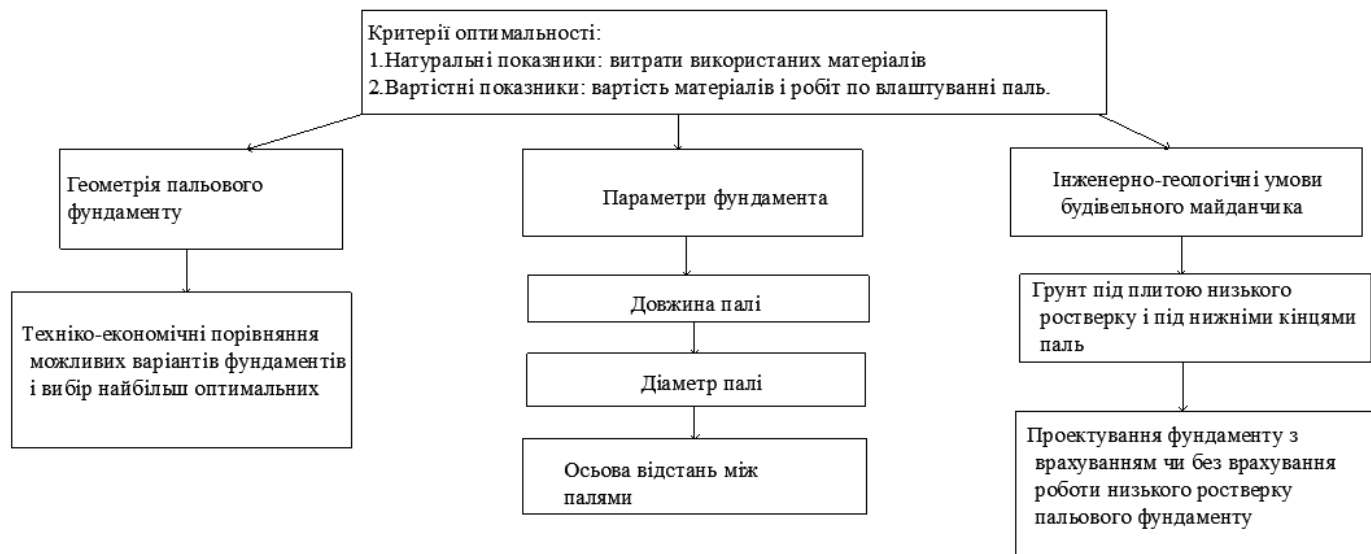
- прийнятий критерій оптимальності - обсяг і вартість матеріалів буронабивних паль, а також вартість робіт;
- величина розрахункового вертикального навантаження $N_{foundation}$;
- деформаційні характеристики ґрунтів будівельного майданчика (модулі деформації ґрунту під подошвою низького ростверку і під нижніми кінцями палі);
- діапазон зміни основних параметрів проектування (довжина палі; осні відстань між палями: діаметр палі);

Проектування фундаменту проводиться в наступному порядку:

1. На підставі аналізу вихідних даних про інженерно-геологічні умови ділянки будівництва призначаються параметри проектування (довжина палі; діаметр палі, осні відстань між палями) і діапазони їх можливих змін.
2. В залежності від обраних діапазонів зміни змінних параметрів проектування відповідно до описаного вище алгоритму визначається основний параметр фундаменту - оптимальна відносна довжина палі $L/D^{optimum}$.
3. Для подальшого порівняльного техніко-економічного аналізу можливих варіантів конструкцій фундаменту вибираються кілька діаметрів d палі.
4. В залежності від обраного діаметра d палі при фіксованому значенні $L/D^{optimum}$ тим чи іншим методом визначається несуча здатність одиночної сван F_d .
5. Визначається допустиме навантаження на палю.
6. Призначається відносна осні відстань між палями в інтервалі $a/d = 5 \dots 7$.
7. В залежності від обраного відносного осні відстані між палями визначається можлива участь низького ростверку в роботі фундаменту. У разі виконання необхідних умов подальше проектування ведеться з умови спільної передачі навантаження палями і ростверком.
8. Визначається необхідне число паль у фундаменті.
9. Залежно від передбачуваного числа палі n визначається фактичне навантаження на одиночну палю.

10. Перевіряється виконання умови $N_{cr} < P_{cr}$.

11. Виконується перевірочний розрахунок пальового фундаменту по деформаціям.



Таблиця 1. Блок-схема факторів, які впливають на критерії оптимальності

Висновки

Отже, представлена оптимізаційна модель розрахунку параметрів пальового фундаменту, до яких відносяться довжина і діаметр палі, число палі в фундаменті і осьова відстань між ними, дозволяє, варіюючи змінними параметрів фундаменту, визначити таке їх поєднання, при якому забезпечується його надійна робота по умовах I і II групи граничних станів при одночасному досягненні найкращих техніко-економічних показників проекту.

Використання розробленого алгоритму оптимізації дозволяє здійснити пошук оптимальних проектних рішень пальових фундаментів з урахуванням встановлених в даній роботі закономірностей взаємного впливу палі і роботи низького ростверку без безпосередньої перевірки і порівняння потенційно можливих варіантів, що істотно полегшує і прискорює процес проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Взаємодія пальових фундаментів з ґрунтовою основою: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02 / Мелашенко Юрій Борисович ; ДП "Держ. НДІ буд. конструкцій"(ДП НДІБК). - К., 2009. - 20 с.*
2. *Знаменський В.В., Рузаєв А.М., Полинков І.Н. Взаємодія низького ростверку з палями. Вісник МДБУ. -2008 -№2.- с.48-50.*
3. *Глухов В.С., Хряніна О.В., Глухова М.В. Пальово-плитні фундаменти на комбінованій основі. Вісник ПНПУ. -2014 -№2.- с.229-237.*
4. *Кравченко П.О. Розподіл навантажень у пальово-плитних і підсилених палями фундаментах. Техніка і технології.-2012.-№3.- с.132-137.*
5. *Рузаєв А. М. Оптимізація проектних рішень пальових фундаментів з урахуванням взаємного впливу палі і роботи низького ростверку на їх несучу здатність : дис.... канд. техн. наук.: 05.23.02 / НАН Росії. — К., 2010. — 115-120с.*

Друківаний Михайло Федорович-д.т.н., професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ;

Блащук Наталя Вікторівна - к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури ВНТУ;

Машиницька Ірина Петрівна- студент Вінницького національного технічного університету;

Друківануу Mykhaylo Fedorovych- Ph.D., professor of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture VNTU;

Blashchuk Natalya Viktorivna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture of VNTU;
Mashnytska Iryna Petrivna- a student of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;