

## **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 ростверок, оптимізація.*

### **Abstract**

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

**Keywords :** *group of piles, low rafters, calculation algorithm*

В наш час пальові фундаменти є найдорожчими серед всіх відомих видів основ. Проблема економного 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 штампку після підсилення. Різниця навантаження переданого палями на основу у випадках із пальово-плитних фундаментах становить понад 40%. Під час експерименту дані свідчать про суттєве заниження оцінки несучої здатності пальово-плитних фундаментів при проектуванні відповідно до вимог нормативної документації.

Опрацювавши наукові нароби та ідеї було сформульовано алгоритм оптимального проектування, який дає змогу оптимально розрахувати всі параметри та характеристики пальового фундаменту. Отже, пропонується метод визначення оптимальних параметрів розроблений для пальових фундаментів, що складаються з буронабивних паль, об'єднаних плитою низького ростверку квадратної або прямокутної геометричної форми.

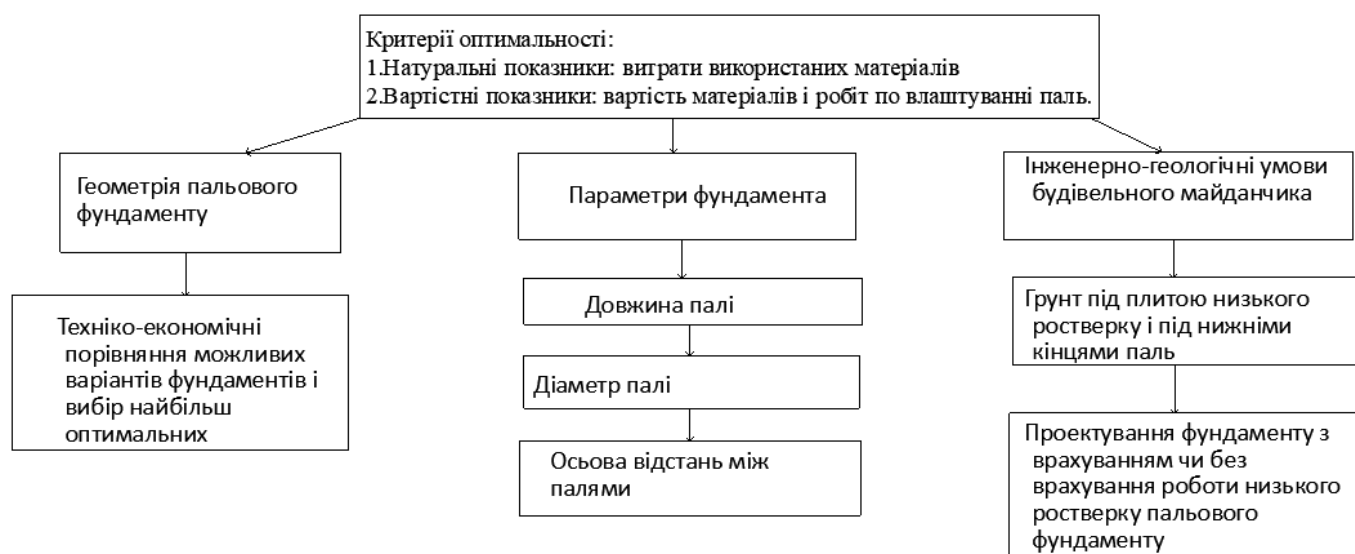
Для розрахунку фундаменту по запропонованому методу необхідні такі вихідні дані[5]:

- 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 паль);
- діапазон зміни основних параметрів проектування (довжина паль; осей відстань між палями: діаметр паль);

Проектування фундаменту проводиться в наступному порядку:

1. На підставі аналізу вихідних даних про інженерно-геологічні умови ділянки будівництва призначаються параметри проектування (довжина паль; діаметр паль, осьова 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 паль  $L/D^{optimum}$ .
3. Для подальшого порівняльного техніко-економічного аналізу можливих варіантів конструкцій фундаменту вибираються кілька діаметрів  $d$  паль.
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 осьова відстань між палями в інтервалі  $a/d = 5 \dots 7$ .
7. В залежності від обраного відносного осьового 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  $p$  визначається фактичне навантаження на одиночну палю.
10. Перевіряється виконання умови  $N_{cr} < P_{cr}$ .
11. Виконується перевірочний розрахунок пальового фундаменту по деформаціям.

Таблиця 1



Отже, представлена оптимізаційна модель розрахунку параметрів пальового фундаменту, до яких відносяться довжина і діаметр паль, число паль 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 паливних фундаментів з урахуванням встановлених в даній роботі закономірностей взаємного впливу палів і роботи низького ростверку без безпосередньої перевірки і порівняння потенційно можливих варіантів, що істотно полегшує і прискорює процес проектування.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Взаємодія паливних 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 палими. Вісник МДБУ. -2008 -№2.- с.48-50.
3. Глухов В.С., Хрянина О.В., Глухова М.В. Паливо-плитні фундаменти на комбінованій основі. Вісник ПНШТУ. -2014 -№2.- с.229-237.
- 4.Кравченко П.О. Розподіл навантажень у паливо-плитних і підсилених палими фундаментах. Техніка і технології.-2012.-№3.- с.132-137.
5. Рузаєв А. М. Оптимізація проектних рішень паливних фундаментів з урахуванням взаємного впливу палів 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;

**Drukovanyy 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;