

# ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ КОРОТКИМИ ПАЛЯМИ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*У науковій роботі виконано планування математичного моделювання підсилення фундаменту мілкового закладання короткими палями, для подальшого дослідження та розрахунку їх у програмному комплексі Plaxis. Також складено програму фізичного моделювання із подальшим його виконанням у лабораторних умовах.*

**Ключові слова:** короткі палі, підсилення, моделювання, ростверк.

## *Abstract*

*In the scientific work the planning of mathematical modeling of strengthening of the foundation of shallow laying by short piles is carried out, for the further research and their calculation in the Plaxis software complex. The program of physical modeling with its further performance in laboratory conditions is made.*

**Keywords:** short piles, strengthening, modeling, grillage.

## **Вступ**

Нормативами передбачено, що кожна будівля має свій встановлений термін експлуатації. На сьогоднішній день, досить багато будівель та споруд вже вичерпали цей термін і потребують аналізу та перевірки несучої здатності для подальшої безпечної експлуатації. Тому все частіше виникає потреба у підсиленні та реконструкції елементів основ та фундаментів.

У даній роботі передбачено запланувати математичне і фізичне моделювання підсилення фундаментів короткими палями у порівнянні з довгими, для подальшого дослідження та проектування їх у програмному комплексі Plaxis. При моделюванні передбачено запропонувати дослідження з підсилення фундаментів мілкового закладання з варіюванням кроку, довжини та розміщення паль, а також зміною ґрунтових умов, що дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при підсиленні фундаментів.

## **Планування математичного моделювання**

Доволі популярний та вартий подальшого дослідження є напружено-деформований стан системи «пала-ростверк-основа» та «існуючий фундамент – палі підсилення - основа», для дослідження застосовують метод математичного моделювання на основі чисельних методів аналізу. Найпоширенішим із яких є метод скінченних елементів, який закладено в основу доволі сучасного програмного комплексу «Plaxis 3D Foundation», який широко використовують для розрахунку основ та фундаментів.

Не дивлячись на широке застосування палевих фундаментів і велику кількість досліджень, недостатньо вивченими є ряд факторів, що впливають на несучу здатність і осідання при їх роботі в різних ґрунтових умовах. При математичному моделюванні передбачено дослідити ефективність використання у роботі з підсилення коротких та довгих паль з подальшим їх порівнянням.

Прийнятою початковою експериментальною моделлю є фундамент мілкового закладання висотою 300 мм, шириною 1 м, глибиною закладання 1 м та постійне навантаження, яке задаємо - 200 кН. Модель стрічкового фундаменту зображено на рис 1.

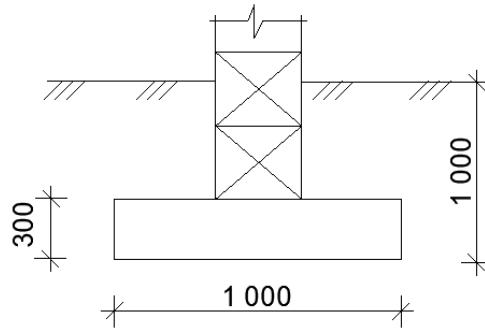


Рис. 1 – Модель стрічкового фундаменту

У першому варіанті плануємо підсилення існуючого фундаменту короткими палями у рівні підшови.

До розрахунку приймаємо такі параметри [1]:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- фундамент, що підсилюють – стрічковий мілкового закладання;
- палі довжиною 1,0 м з кроком 600 та 1200мм;
- палі довжиною 5,0 м з кроком 600 та 1200мм;
- поперечний переріз палі 0,2м x 0,2м;
- висота ростверку – 600 мм;
- ростверк – 2,4 м x 2,4 м;
- характеристики ґрунту: пісок дрібний, щільний  $\gamma = 19,2 \text{ кН/м}^3$ ,  $e = 0,59$ ,  $c = 4 \text{ кПа}$ ,  $\varphi = 31^\circ$ ,

$E = 28 \text{ МПа}$ ;

Графічна модель підсилення фундаменту у рівні підшови зображено на рис. 2.

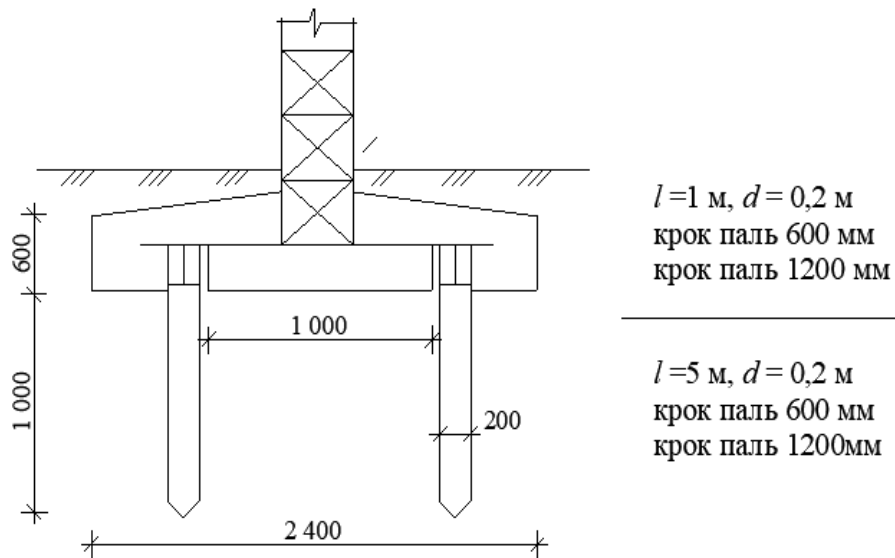


Рис. 2 – Модель підсилення фундаменту у рівні підшови

Також варто розглянути програму моделювання підсилення роботи фундаменту наведену у таблиці 1.

Таблиця 1 – Програма математичного моделювання підсилення роботи фундаменту у рівні підшоши

Група дослідів	Довжина та поперечний розмір паль	Крок паль
1	$L = 1 \text{ м}, d = 0,3 \text{ м}$	600 мм
2		1200 мм
3	$L = 5 \text{ м}, d = 0,2 \text{ м}$	600 мм
4		1200 мм

У другому варіанті виконуємо підсилення існуючого фундаменту короткими палями без викопування, заглиблюючи палю на 500 мм, такий спосіб доволі гарно мінімізує земляні роботи. Параметри всіх конструктивних та фізичних характеристик залишаємо як і у першому варіанті підсилення. Програма моделювання підсилення фундаменту методом заглиблення відповідна до варіанту моделі у рівні підшоши. Модель підсилення фундаменту мілкого закладання із заглибленням на 500 мм зображено на рис. 3.

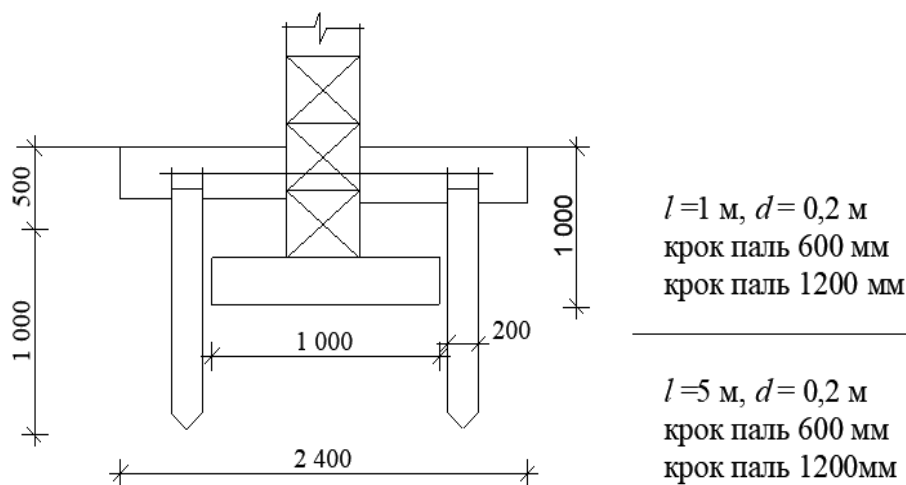


Рис. 3 - Модель підсилення фундаменту методом заглиблення

У третьому варіанті математичного моделювання планується виконати перевірку підсиленого фундаменту як умовного фундаменту мілкого закладання з глибиною закладання в рівні нижніх кінців паль (відповідно 2,0 м та 1,5 м). Ширина умовного фундаменту - 2,4 м, висота 500 мм. Фізико-механічні характеристики приймаємо як у попередніх варіантах. Схема фундаменту мілкого закладання, що моделює умовний фундамент, зображено на рис. 4.

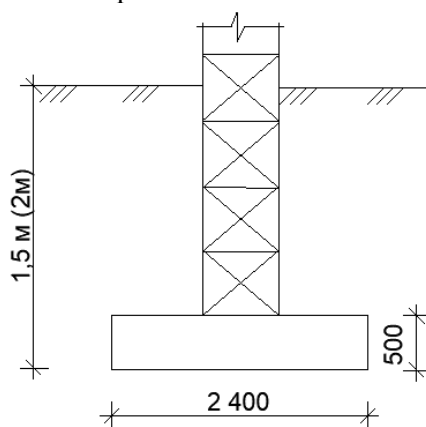


Рис. 4 - Модель підсилення фундаменту методом збільшення глибини закладання

У всіх трьох варіантах підсилення, за мету поставлено перевірити та порівняти чи збігатимуться результати випробувань при однаковому завантаженні.

### Планування фізичного моделювання

У даній роботі з дослідження ефективності використання коротких паль заплановано провести фізичне моделювання на мало масштабних моделях у лабораторних умовах. Фізичне моделювання роботи пальових фундаментів на мало масштабних моделях є найбільш оптимальним і дозволяє одержувати якісну картину, для оцінки сумісної роботи існуючого фундаменту будівлі і паль при його підсиленні, варіюючи при цьому довжиною та кроком паль у поперечному та поздовжньому напрямку[2].

Розмір експериментального лотка 1800x1200x1000 мм. В якості ґрунту для досліду будемо використовувати привозний пісок середньої крупності, щільністю 1,73 г/см<sup>3</sup>. Вологість будемо контролювати методом висушування до сталої ваги, щільність - за способом «ріжучого кільця» [3].

Моделі паль виконаємо з дерева квадратного перерізу 20x20 мм, довжиною 200, 400 мм, а моделі існуючого фундаменту – металеві жорсткі ростверки. Для визначення навантаження, що приходить на кожну палю, виготовимо спеціальні наголовники. В процесі досліджень будуть заміряться деформації і навантаження на кожну палю.

Заплановано виконати три серії дослідів при різному кроці паль у ростверку, а також при змінній довжині паль для кожної моделі підсиленого палями стрічкового фундаменту. В таблиці 2 наведено програму модельних випробувань.

Таблиця 2 – Програма фізичного моделювання

Група дослідів	Крок паль у поперечений напрямку (а)	Крок паль у поздовжньому напрямку	Довжина паль, мм
1	3d	7d	200
			400
2	6d	7d	200
			400
3	Умовний фундамент мілкового закладання 2,35м x 4,5м, глибиною закладання 20 см	-	-

Для передачі і розподілення навантаження на плиту ростверку зверху встановлюється жорстка балка.

Всі модельні випробування будуть проводитись з наступною послідовністю [2]:

- 1) вкладання піску в лоток пошарово ( $\delta = 15$  см) з ущільненням кожного шару і контролем отриманої щільності;
- 2) встановлення ростверку у лотку і завантаження для моделювання роботи старого фундаменту мілкового закладання;
- 3) передача статичного навантаження на фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій (не більше 0,25 мм за 15 хв. спостережень) до досягнення навантаженням граничного значення;
- 4) занурення паль разом із тензOMETричними трубками у відповідності із прийнятою послідовністю;
- 5) закріплення паль у фундаменті-ростверку для забезпечення їх сумісної роботи;
- 6) продовження передачі статичного навантаження на пальовий фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій (не більше 0,25 мм за 15 хв. спостережень) до досягнення навантаженням граничного значення для підсиленого фундаменту.

## Висновки

1. Проведення досліджень дозволить з'ясувати доцільність використання коротких паль при підсиленні фундаментів.
2. Аналіз напружено-деформованого стану елементів підсилення буде сприяти уточненню методик їх розрахунку.

## 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., Блащук Н.В. Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсиленних палями фундаментів : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2013. 183 с.
3. Знаменский В. В. Взаимодействие низкого ростверка со сваями / В. В. Знаменский, А. М. Рузаев, И. Н. Польшков // Вестник МГСУ. – М., 2008 – №2. – с. 48-51 . – ISSN 1997-0935.

*Городнік Лілія Анатоліївна* — студентка групи Б-20м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: lb.16b.zabashanska@gmail.com

Науковий керівник: *Маєвська Ірина Вікторівна* — к. т. н, доцент, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com maevska@vntu.edu.ua

*Horodnik Liliia* — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: lb.16b.zabashanska@gmail.com

Supervisor: *Irina V. Mayevska* — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Construction, Municipal Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: irina.mayevskaja@gmail.com maevska@vntu.edu.ua