

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПІДСИЛЕННЯ СТРІЧКОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ НА МОДЕЛЯХ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

При дослідженні моделі стрічкового пальового фундаменту на піщаній основі з використанням підсилення жорсткими елементами відзначено переуцільнену область сферичної форми ґрунту з діаметром, близьким до ширини елемента підсилення фундаменту. За межами цієї області відбувся зсув у масиві основи під подошвою ростверку при досягненні граничного навантаження. Запропоновано новий спосіб підсилення стрічкових пальових фундаментів.

**Ключові слова:** модель, піщана основа, експеримент, пальовий фундамент, міжпальовий простір, ґрунт, несуча здатність, ростверк, жорсткі елементи.

### Abstracts

In the study of the model of the strip pile foundation on a sandy base with the use of reinforcement with rigid elements, the overcompacted area of the spherical shape of the soil with a diameter close to the width of the foundation reinforcement element was noted. Outside this area, there was a shift in the base array under the grid sole when the maximum load was reached. A new method of reinforcing strip pile foundations is proposed.

**Keywords:** model, sand base, experiment, pile foundation, interpile space, soil, bearing capacity, grid, rigid elements.

### Вступ

У сучасних умовах, у зв'язку з реконструкцією, посиленням та надбудовою існуючих будівель, актуальним питанням є підсилення фундаментів [1,2]. Одним з найбільш проблемних та трудомістких напрямків у області посилення фундаментів є підсилення пальових фундаментів. Існує кілька загальноприйнятих способів підсилення пальових фундаментів:

- влаштування додаткових паль;
- зміцнення ґрунтової основи (цементация, силікатизация та інш.) для покращення фізико-механічних характеристик ґрунту;
- підведення фундаментної плити, тобто перетворення пальового фундаменту в комплексний пальово-плитний фундамент.

Пропонується спосіб підсилення пальових фундаментів, який об'єднує переваги різних способів і відрізняється зменшеними витратами праці. Він полягає в ущільненні ґрунту основи під ростверком в проміжку між палями і збільшенні площі ростверку.

### Проведення експериментальних досліджень

Для вивчення взаємодії запропонованої авторами конструкції та способу підсилення стрічкового пальового фундаменту була виготовлена модель та проведена серія експериментальних досліджень у лотку. При цьому вирішувалося завдання про дослідження розподілу напружень та відносних деформацій в масиві основи вздовж вертикальної осі моделі фундаменту у всьому інтервалі навантаження, аж до руйнування основи. Випробування проводилися в спеціально сконструйованому прямокутному ґрунтовому лотку загальними розмірами 1800×1200×900 (h) мм з використанням опорної рами, двох рам для кріплення прогиномірів, моделі механізму для ущільнення ґрунту, силового динамометра на 3 тс, гідравлічного домкрату. Стадії випробувань фіксувалися методом фотофіксації. Лоток заповнювався середньозернистим піском, який пошарово ущільнювали з контролем щільності. Палі моделювалися дерев'яними стрижнями з поперечним перерізом 20×20 мм та довжиною  $l = 20$  см, пальовий ростверк – металеві смуги з довжиною  $l = 60$  см, шириною  $b = 4,5$  та товщиною  $h = 2$  см, елементи підсилення виконували у виді клину, який виконано несиметричним відносно вертикалі,

проведеної через вістря клину, що має основу в формі трикутника та вістря, менше за сторону основи клину (рис. 1).



Рис. 1. Елементи для підсилення

Встановлюються клиноподібні елементи під подошвою ростверку (рис. 2а) в проміжку між палями, ущільнюючи ґрунт без зняття навантаження на фундамент. Ущільнення ґрунту проходить без динамічних впливів, за одну операцію.

При ущільненні проходить випирання верхньої частини ґрунту (рис. 2.б) в напрямку дії розпірних елементів, що негативно буде впливати конструкцію, наприклад підлоги підвалу. Тому, при влаштуванні підсилення необхідно з іншої сторони ростверку прикласти привантаження.

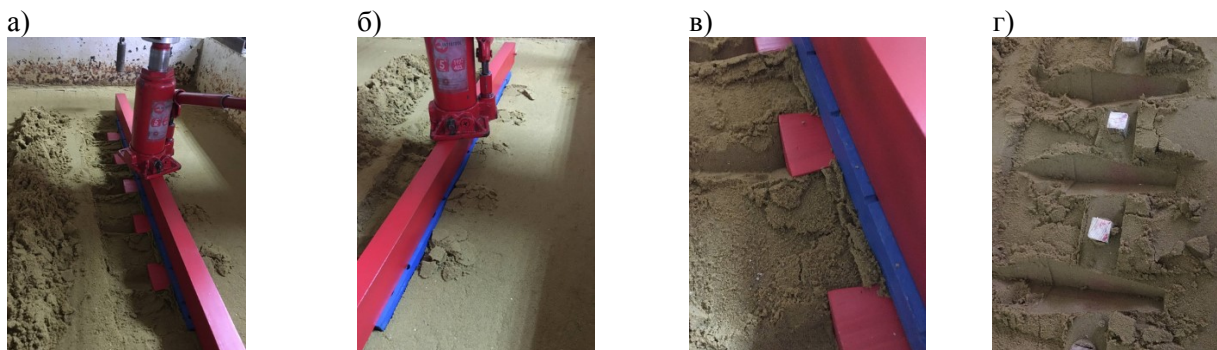


Рис. 2. Проведення досліджень

Проходили армування ґрунтової основи з допомогою клиновидних трикутних елементів, які одночасно зміцнювали ґрунт під подошвою ростверку і збільшували площу опирання ростверку (рис. 2 в, г).

### Результати дослідження

Результати лабораторних експериментів поставлені в основу створення способу підсилення стрічкового пальового фундаменту, в якому за рахунок нових операцій та їх послідовності досягається підвищення його ефективності влаштування та використання.

Поставлена задача досягається тим, що в способі підсилення стрічкового пальового фундаменту, що включає розробку траншеї з зовнішнього боку фундаменту, створення горизонтальних виробок під фундаментом по черзі впритул до подошви фундаменту, закладку у виробки арматури та закачування цементного розчину, згідно з пропозицією, створення горизонтальних виробок під фундаментом здійснюють впритул до подошви ростверку в проміжку між палями механізмом з робочим органом у вигляді клину, який виконано несиметричним відносно вертикалі, проведеної через вістря клину, що має основу в формі трикутника та вістря, менше за сторону основи клину з упором механізму за існуючі палі.

На рисунку 3 зображено траншею 1, ростверк 2, палі 3, робочий орган у вигляді клину 4, горизонтальні виробки 5. Спосіб здійснюється наступним чином. Розробляють траншею 1 з зовнішнього боку фундаменту нижче подошви ростверку 2 на ширину не меншу довжині робочого органу у вигляді клину 4, опускають робочий орган у вигляді клину 4 на дно траншеї 1, вдавлюють робочий орган у вигляді клину 4 в проміжок між палями 3, використовуючи їх як анкера. При цьому утворюють горизонтальні виробки 5.

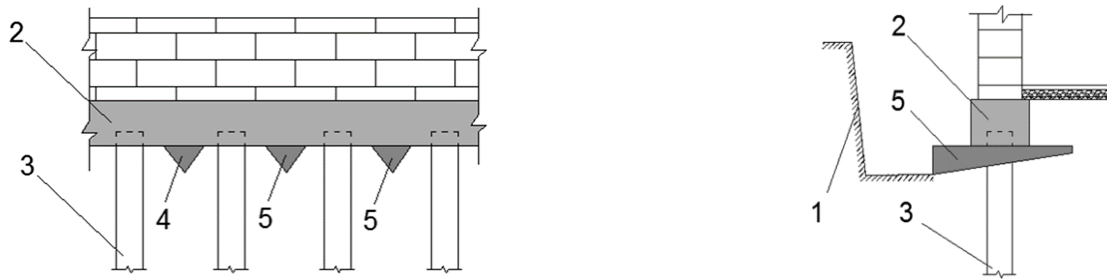


Рис.3. Конструкція підсилення стрічкового пального фундаменту

Після чого вкладають арматуру та заповнюють бетоном. Можливе заповнення горизонтальних виробок 5 готовими залізобетонними виробами, виконаними по формі робочого органу у вигляді клину 4.

### Висновки

Аналізуючи результати проведених експериментів, можна зробити такі висновки:

1. В результаті ущільнення ґрунту клиновидними елементами під подошвою ростверку в проміжку між палями підвищується несуча здатність пального фундаменту за рахунок збільшення радіальних напружень, які призводять до збільшення сил тертя ґрунту по боковій поверхні стовбура паль та збільшення площі опирання.
2. Використання запропонованого способу підвищення несучої здатності пального фундаменту дозволить зменшити витрати на влаштування, підвищити ефективність та надійність використання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пронозин Я.А. Регулирование напряженно-деформированного состояния основания комбинированных ленточно-свайных фундаментов / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов, Д.В. Волосяк // Основания, фундаменты, механика грунтов. 2016. №3. С. 16-20.
2. Нуждин М.Л., Нуждин Л.В. Исследования эффективных параметров контурного армирования твердыми включениями неправильной формы // Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Новочеркасск, 2015. С. 325–331.
3. Спосіб підвищення несучої здатності пального фундаменту: пат. 145863 Україна: МПК6 E02D 27/12. № 202004702; заявл. 24.07.20; опубл. 06.01.21, Бюл. №1. 4 с.

**Івасюк Сергій Олегович** — студент групи Б-20мі, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [rembogrey@gmail.com](mailto:rembogrey@gmail.com)

Науковий керівник: **Микола Миколайович Попович** — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)

**Ivasyuk Serhiy Olehovych** - student of group B-20mi, faculty of construction, civil and ecological engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : [rembogrey@gmail.com](mailto:rembogrey@gmail.com)

**Supervisor: Mykola Popovych** — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [popovychnick@gmail.com](mailto:popovychnick@gmail.com)