

Вінницький національний технічний університет
СУМІСНА РОБОТА ІСНУЮЧОГО ФУНДАМЕНТУ ТА ПАЛЬ ПРИ ЙОГО ПІДСИЛЕННІ
ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЬНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Одним з поширених способів підсилення існуючих фундаментів мілкого закладання є спосіб пересаджування їх на палі. При цьому для включення паль у роботу, старий фундамент вводиться у склад ростверку нового пальового фундаменту або безпосередньо ним служить (наприклад, при використанні буро ін'єкційних паль).

При проектуванні паль підсилення важливо знати, яку частку загального навантаження будуть сприймати палі, а яку – конструкція старого фундаменту, що відіграє роль ростверку.

Відомо, що ростверк приймає участь у роботі пальового фундаменту, але загальноприйнятої методики, яка дозволяє визначити долю навантаження, що сприймається ростверком, до цього часу не існує, а нині діючі норми [1] рекомендують роботу ростверку не враховувати зовсім.

Дослідження досвіду будівництва і аналіз публікацій по даній темі [2,3] показали, що частка роботи ростверку зростає при зміні відстані між палями, при зменшенні довжини паль і покращенні ґрунтових умов під його підошвою. У підсиленіх фундаментах відстань між палями звичайно перевищує загальноприйнятую для нових фундаментів, тому актуальним питанням є дослідження сумісної роботи паль і існуючого фундаменту при його підсиленні пересаджуванням на палі.

Метою даної роботи є дослідження участі ростверку підсиленого стрічкового фундаменту у його роботі з палями. Стрічковий фундамент обраний для розгляду як такий, що підсилюється палями частіше, ніж стовпчастий.

Перший етап досліджень виконувався на моделях.

Моделльні дослідження роботи пальових фундаментів є найбільш доступними і, як показує досвід, дозволяють отримати досить достовірну якісну картину поведінки пальових фундаментів під навантаженням. Перевагою їх є можливість широкого варіювання різними параметрами паль та піщаного ґрунту, а також можливість багаторазового повторення.

При виконанні модельного експерименту для дослідження сумісної роботи паль і існуючого фундаменту при його підсиленні нами були поставлені такі задачі:

- вивчити характер роботи існуючого фундаменту при підсиленні палями;
- виявити основні фактори, що впливають на роботу існуючого фундаменту як ростверку.

Для проведення модельних досліджень було виготовлено конструкцію ростверку (рисунок 1), яка є одночасно і моделлю старого фундаменту. Масштаб геометричного моделювання експерименту 1:15. Матеріал ростверку – сталь. Отвори в ростверку розміщені на відстані $3d$ (d – сторона паль), що дозволяє розміщувати палі з кроком $3d$ і $6d$. При розміщенні паль з кроком $6d$ невикористані отвори не впливають на результати експерименту. Для забезпечення сумісної роботи паль і ростверку біля кожного отвору для палі розміщено по два отвори для болтів. Після забивання палі отвір закривається пластинкою, що кріпиться за допомогою двох болтів (рисунок 2).

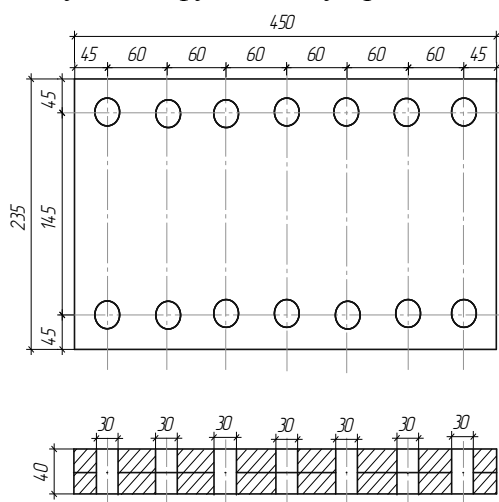


Рисунок 1 – Модель
ростверку

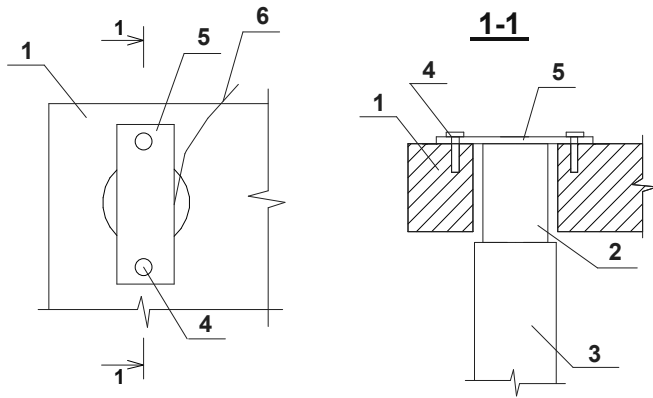


Рисунок 2 – Кріплення палі в ростверку:
1 – ростверк; 2 – наголовник; 3 – паля;
4 – болт; 5 – металева пластина, 6 – дріт від наголовника.

Таблиця 1 Фізичні характеристики ґрунту в лотку

Назва характеристики	Пісок середньої щільності
Щільність, г/см ³	1,75
Вологість	0,06

за способом «ріжучого кільця» у відповідності з ГОСТ 5182-78. Вологість визначалася згідно ГОСТ 5180-75.

Навантаження на ростверк передавалось через жорстку металеву балку, яка моделювала стіну фундаменту.

Для передачі і вимірювання навантаження використовувалися відповідно автомобільний домкрат і динамометр, які розраховані на максимальне навантаження 5т.



Рисунок 3

В якості опорної системи для домкрата було використано металеву раму. Розміщення всього дослідного устаткування показано на рисунку 3.

Вимірювання осідання фундаменту здійснювалось двома прогиномірами, що кріпились до реперної системи [4].

Для вимірювання навантаження, що сприймається палями, тензометричні датчики були підключенні до приладу ИДЦ (вимірювач деформацій цифровий).

Моделювалась робота старого фундаменту з послідовним підсиленням палями.

Всі модельні випробування проводились за наступною методикою:

- 1) зарівнювання поверхні піску і встановлення ростверку (старого фундаменту);
- 2) встановлення розподільчої балки, домкрата, динамометра;
- 3) кріплення прогиномірів;
- 4) навантаження конструкції ступенями 200кг з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації;
- 5) навантаження фундаменту без паль здійснюється до початку руйнування ґрунту;
- 6) після вичерпання несучої здатності фундаменту без паль забиваються палі, встановлюються наголовники і фундамент продовжуємо навантажувати ступенями до втрати ґрунтом несучої здатності.

Для отримання даних про навантаження, що сприймають палі, були виготовлені наголовники для паль у вигляді металевих циліндрів висотою 4,5см і діаметром – 1,5см, на які приклеєні тензометричні датчики опору, попередньо протаровані.

Палі було виготовлено з деревини, квадратного перерізу 20х20мм, довжиною 20, 30 і 40см.

Випробування проводились в лотку розмірами 1800х1200х1000мм. В якості ґрунту був використаний пісок середньої крупності, фізичні характеристики якого наведено в таблиці 1.

Глибина лотка забезпечує відстань не менше 8d від вістря самих довгих паль до дна лотка, тобто забезпечена непорушена картина напруженого стану навколо палі. Пісок в лоток засипався і пошарово ущільнювався. Щільність піщаної основи контролювали ваговим методом

За критерій втрати несучої здатності ґрунту приймалось виникнення навколо фундаменту радіальних тріщин.

В результаті було проведено 6 серій дослідів, які в залежності від кроку паль умовно поділимо на дві групи: 1 – з кроком 3d, 2 – з кроком 6d. Процес навантаження конструкції поділимо на два етапи: 1 – без паль, 2 – з палями. Перший етап завантаження відображає роботу стрічкового фундаменту. Другий – відображає роботу фундаменту при і після його підсилення палями. Забивання паль починалося при значному розкритті тріщин на першому етапі, але без розвантаження фундаменту. Таким чином був змодельований процес підсилення. Було зафіксовано, що ще до об'єднання паль у ростверк, палі починають працювати. При цьому вони сприймають при кроці 3d 10-11% від загального навантаження на фундамент, а при кроці 6d 18-21%. Це явище відбувається за рахунок ущільнення основи, що знаходиться під ростверком.

Графіки залежності осадки фундаменту від навантаження для різних довжин паль на першому і другому етапі навантаження наведено на рисунку 4. По цим графікам можна зробити висновок, що при виконанні модельних випробувань залежність між осадкою і навантаженням мала звичний характер. Несуча здатність фундаменту до підсилення складає 1500кН.

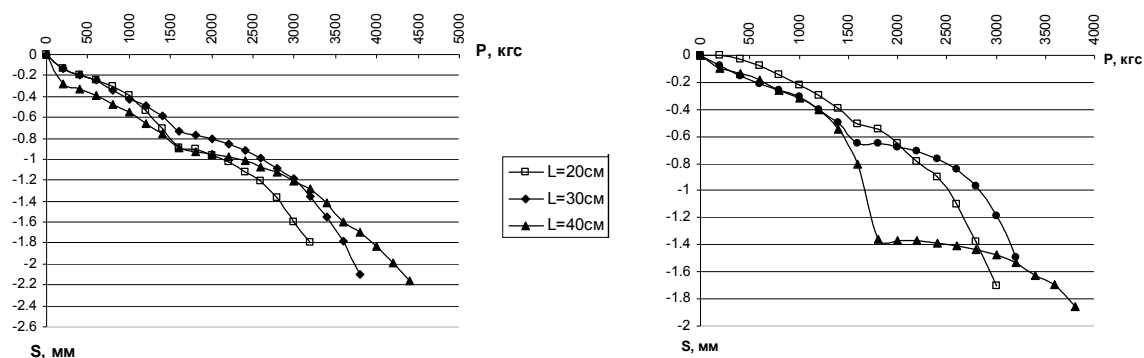


Рисунок 4 – Графік залежності осадки навантаження при кроці паль 3d (зліва) і 6d (справа)

Внаслідок проведення випробувань були отримані дані про несучу здатність паль і фундаменту в цілому. Маючи їх стало можливим обчислити несучу здатність ростверку на різних ступенях навантаження, результати представлені на рисунках 6 і 7.

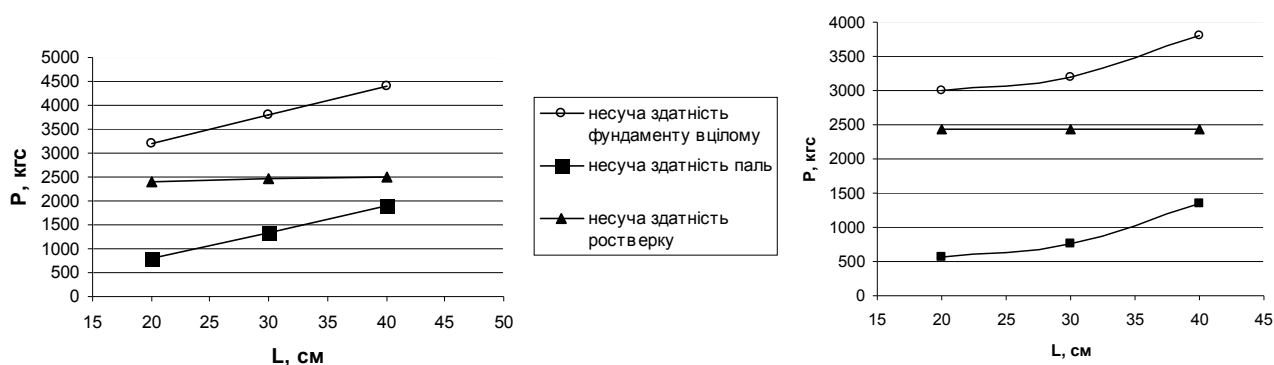


Рисунок 5 – Залежність несучої здатності фундаменту від довжини паль при кроці паль 3d (зліва) і 6d (справа)

При кроці паль 3d несуча здатність ростверку склала 2400-2415кгс, при кроці паль 6d – 2470-2490кгс. Залежність несучої здатності ростверку від кроку і довжини паль показана на рисунку 6.

Несуча здатність ростверку після підсилення перевищує несучу здатність непідсиленого фундаменту.

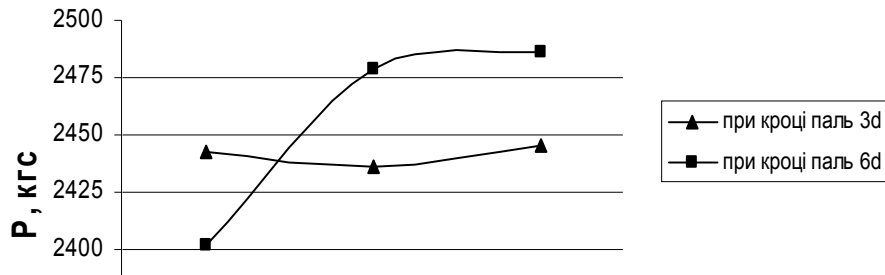


Рисунок 6 – Графік залежності несучої здатності ростверку від кроку і довжини паль

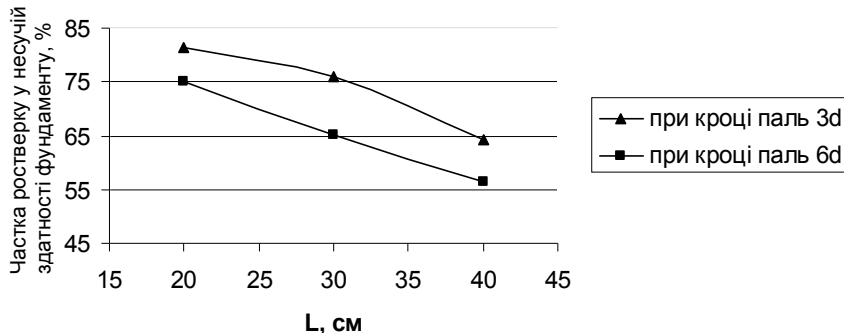


Рисунок 7 – Залежність частки, яку складає несуча здатність ростверку у складі підсиленого фундаменту, від довжини паль

При збільшенні кроку паль спостерігається незначне збільшення несучої здатності ростверку. Це знову пов'язано із збільшенням щільності основи.

Основним результатом проведених випробувань є отримання залежності частки, яку складає несуча здатність ростверку у складі підсиленого фундаменту, від довжини і кроку паль. Ця залежність показана на рисунку 7.

На рисунку 7 несуча здатність ростверку показана у відсотках від загальної несучої здатності фундаменту. За графіком можна зробити висновок,

що частка несучої здатності ростверку більша при меншій довжині паль.

Проведені модельні дослідження дозволяють зробити такі висновки:

- при підсиленні стрічкового фундаменту палями вони починають працювати до об'єднання з старим фундаментом. Наявність паль дозволяє збільшити несучу здатність старого фундаменту на величину 10-20%;
- несуча здатність ростверку у складі пальового фундаменту після підсилення збільшується на величину до 60%;
- частка, яку складає несуча здатність ростверку у складі підсиленого фундаменту, перевищує 50% і залежить від довжини і кроку паль;
- із збільшенням довжини паль частка, яку складає несуча здатність ростверку, зменшується; з збільшенням кроку паль ця частка також зменшується, але несуттєво;
- оскільки відсоток участі ростверку у розподіленні загального навантаження значний, то це означає, що врахування роботи старого фундаменту як ростверку при його підсиленні дасть змогу економити значну частину коштів. По попереднім розрахункам економічний ефект від такого впровадження складає 25-33%. Така цифра є досить суттєвою, адже підсилення фундаментів є одним з найдорожчих будівельних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты
2. Далматов Б.И., Лапшин Ф.К., Россихин Ю.В. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов. Под ред. д-ра техн. Наук проф. Б.И. Далматова Л., Стройиздат, Ленингр. отд-ние., 1975.- 240с.
3. Микитенко М.И., Сернов В.А., Щербицкий Д.Л., Балаш Н.С. Исследование работы свайных фундаментов с низкими ростверками.//Будівельні конструкції.- 2004.-С.420-425.
4. ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94) Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Методи польових випробувань палями