

## Підсилення фундаментів мілкового закладання шляхом перебудови в суцільну плиту

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Виконано чисельне моделювання підсилення фундаментів мілкового закладання шляхом перебудови в суцільну плиту. Підтверджено доцільність влаштування плити в рівні обрізу фундаменту при незначному збільшенні навантаження при реконструкції.*

**Ключові слова:** фундамент мілкового закладання, підсилення, суцільна плита.

### **Abstract**

*A numerical simulation of the reinforcement of the foundations of shallow laying is performed by reorganization into a solid plate.*

**Keywords:** the foundation of shallow laying, strengthening, solid plate.

### **Вступ**

Для вивчення напружено-деформованого стану (НДС) системи «основа-фундамент» при підсиленні фундаментів мілкового закладання шляхом перебудови у суцільну плиту було виконано чисельне моделювання роботи під навантаженням системи «основа – фундамент» в програмному комплексі «Plaxis 3D» для визначення НДС основи з врахуванням історії завантаження конструкцій.

Механічна поведінка ґрунтів в даному програмному комплексі може бути змодельована за допомогою використання різних моделей ґрунту: модель Кулона-Мора; модель ґрунту, що ущільнюється; модель повзучості слабкого ґрунту (реологічна модель). Для розрахунку прийнято модель ґрунтів Кулона-Мора.

При розрахунках з використанням моделі Кулона-Мора (як і для решти моделей), що реалізована в Plaxis, генеруються початкові горизонтальні напруження в ґрунті. Пластичність в даній моделі пов'язана з виникненням незворотних деформацій. Функція текучості задається у вигляді напружень і деформацій, а також може бути представлена як поверхня в просторі головних напружень. Модель Кулона-Мора має фіксовану поверхню текучості, тобто таку поверхню, яка повністю визначається параметрами моделі і на якій не відображається пластичне деформування. При напружених станах, що представлені точками в межах поверхні текучості, поведінка ґрунту є пружною, а всі деформації зворотніми.

Основний принцип пружнопластичності полягає в тому, що деформації і їх швидкості поділяються на пружні та пластичні складові.

Програма вивчення роботи підсилених шляхом перебудови в суцільну плиту стовпчастих фундаментів передбачала наступні етапи:

- створення розрахункової схеми стовпчастого фундаменту, що підсилюється шляхом перебудови в суцільну плиту з сусідніми фундаментами;
- дослідження залежності навантаження, що сприймається підсиленням фундаментом, від відстані між сусідніми фундаментами та глибини розташування існуючого фундаменту;
- побудова графіків залежності «осідання-навантаження» та порівняння отриманих результатів.

## Результати досліджень

При моделюванні були прийняті наступні передумови і параметри:

- модель ґрунту основи – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- модель стовпчастого фундаменту, що підсилюється, розмірами 1,2 м x 1,2 м;
- розміри розрахункової області в плані 40 м x 40 м, по глибині 20 м;
- ґрунт основи однорідний по глибині - пісок дрібний –  $\gamma = 18,7 \text{ кН/м}^3$ ,  $c = 2 \text{ кПа}$ ,  $\varphi = 32^\circ$ ,

$\nu = 0,30$ ,  $E = 28 \text{ МПа}$ ;

- навантаження, що сприймається стовпчастим фундаментом мілкого закладання до підсилення, приймається з умови:

$$P \leq R, \text{ приймаємо } P = R, \text{ тоді } \frac{N}{A} + \gamma_{mt} \cdot d = R, \text{ тоді } N = (R - \gamma_{mt} \cdot d) \cdot A,$$

при глибині закладання 1,2 м -  $N = 320 \text{ кПа}$ ; при 1,8 м -  $N = 430 \text{ кПа}$ ; при 2,4 м -  $N = 550 \text{ кПа}$ ;

- навантаження, що сприймається стовпчастими фундаментами мілкого закладання після підсилення, приймається з двох умов:

I – при величині граничних додаткових осідань 3 см;

II – при величині сумарних осідань, що рівна гранично допустимому (прийнято 10 см).

Для якісної оцінки підсилення фундаментів шляхом перебудови в суцільну плиту було виконано моделювання підсилення банкетами.

При моделюванні були враховані наступні фази роботи:

- робота ґрунтової товщі без фундаменту (початкова фаза);
- влаштування стовпчастих фундаментів мілкого закладання;
- робота стовпчастих фундаментів мілкого закладання під дією вертикального навантаження до підсилення;
- улаштування суцільної плити в рівні поверхні і збільшення вертикального навантаження.

На рис. 1– 3 наведено графіки залежності несучої здатності підсиленого фундаменту від різних факторів.

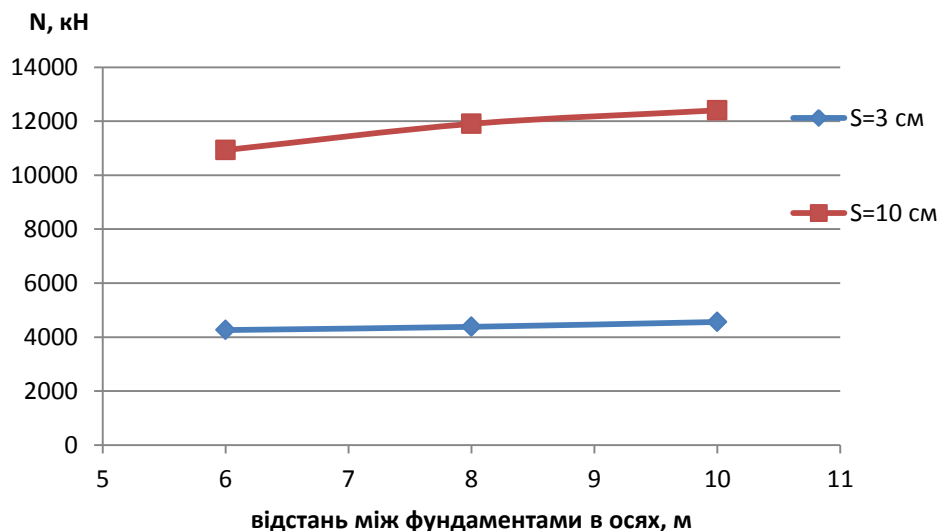


Рисунок 1 – Графіки залежності несучої здатності підсиленого фундаменту від відстані між фундаментами в осях при різному допустимому осіданні

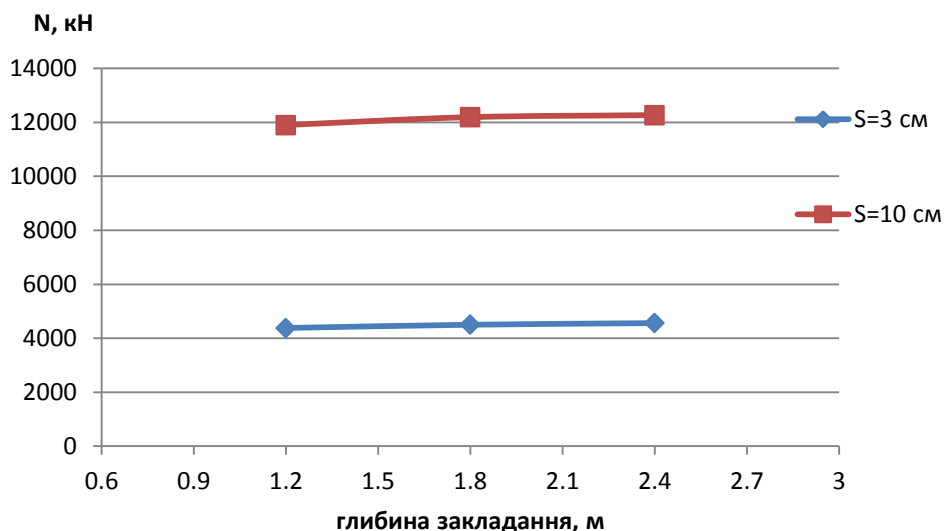


Рисунок 2 – Графіки залежності несучої здатності підсиленого фундаменту від глибини закладання існуючого фундаменту при різному допустимому осіданні

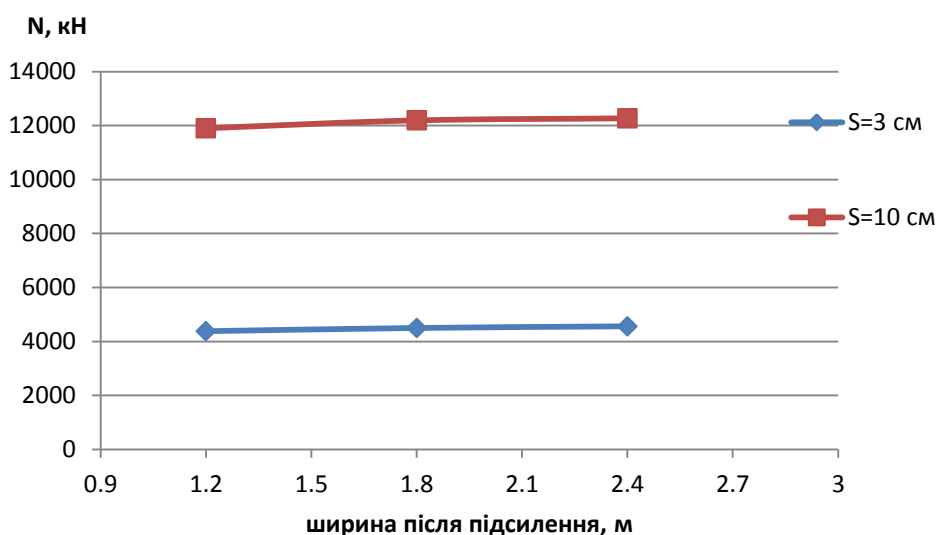


Рисунок 3 – Графіки залежності несучої здатності підсиленого банкетями фундаменту від ширини фундаменту після підсилення

Як видно з рис. 1 та 3 несуча здатність підсиленого банкетями фундаменту мілкого закладання коливається в межах від 1179 до 2883 кН при осіданні  $S=3$  см, що значно менше несучої здатності підсиленого фундаменту шляхом перебудови у суцільну плиту – 4260-4560 кН. Така ж закономірність і при осіданні  $S=10$  см. Це свідчить про те, що підсилення в рівні обрізу фундаментів є ефективним рішенням за умови нормальних ґрунтових умов, що дозволить зменшити об'єм земляних робіт при влаштуванні підсилення.

На рис. 4 – 6 наведено мозаїки деформацій ґрунтової основи для різних випадків моделювання. З мозаїк видно як змінюється форма розповсюдження максимальних вертикальних деформацій в залежності від глибини закладання фундаменту до підсилення.

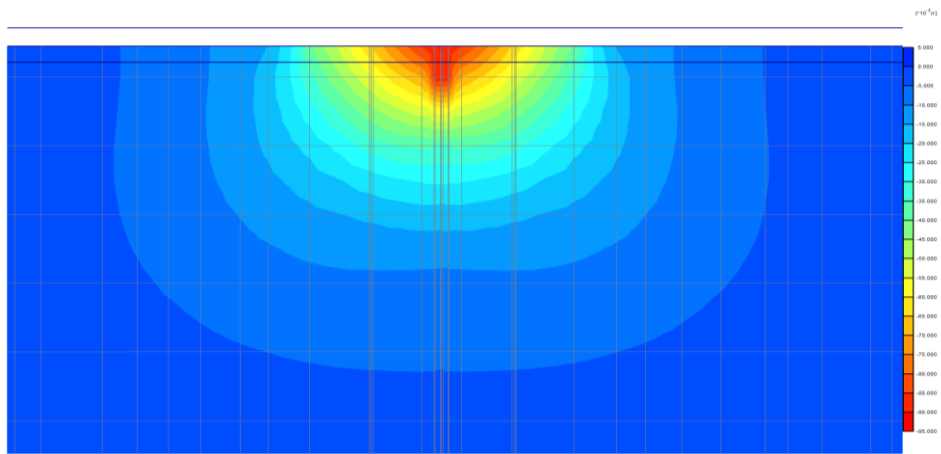


Рисунок 4 – Мозаїки вертикальних деформацій в основі підсиленого фундаменту при відстані між осями 8 м і глибині закладання 1,2 м

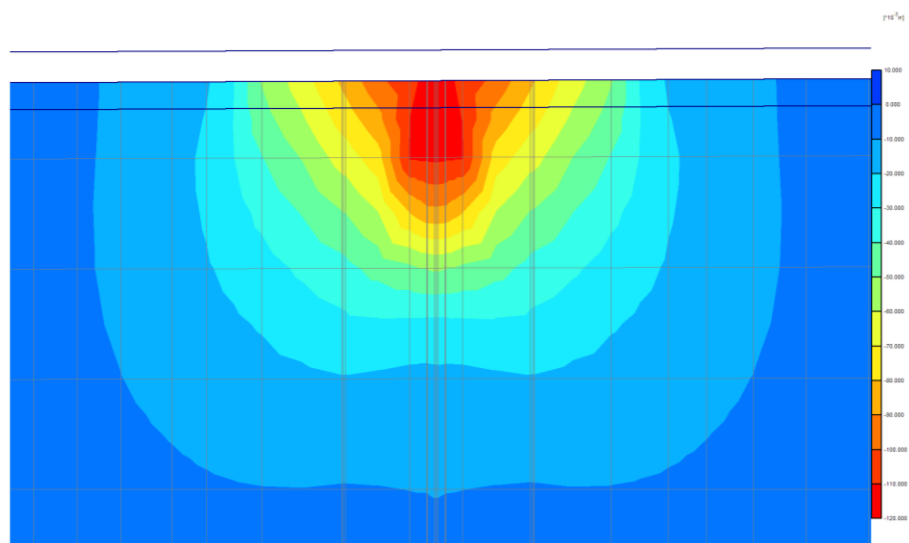


Рисунок 5 – Мозаїки вертикальних деформацій в основі підсиленого фундаменту при відстані між осями 8 м і глибині закладання 1,8 м

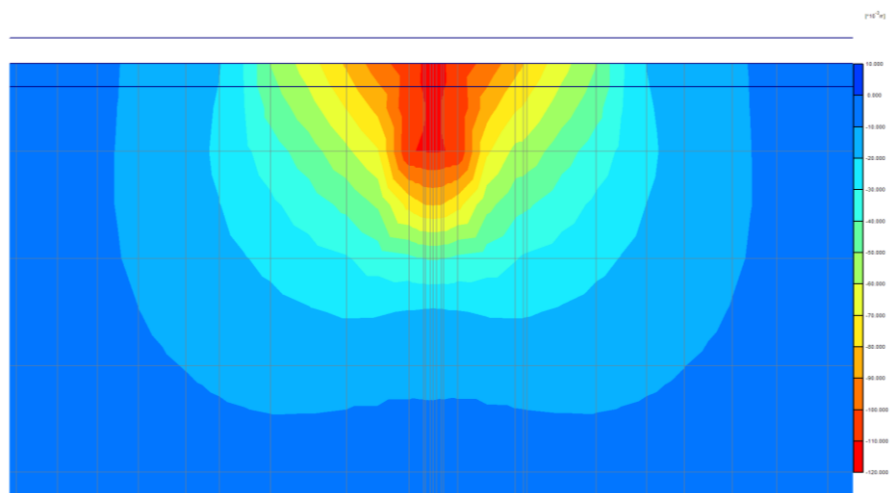


Рисунок 6 – Мозаїки вертикальних деформацій в основі підсиленого фундаменту при відстані між осями 8 м і глибині закладання 2,4 м

## Висновки

Провівши ряд досліджень можна зробити такі висновки:

1. Глибина закладання існуючого фундаменту при підсиленні шляхом перебудови в суцільну плиту суттєво на несучу здатність підсиленого фундаменту в цілому не впливає. Несуча здатність підсиленого фундаменту в такому випадку зростає незначно, це пояснюється збільшенням із глибиною реактивного опору під подошвою існуючого фундаменту.

2. Несуча здатність підсиленого шляхом перебудови в суцільну плиту фундаменту зростає із збільшенням відстані між фундаментами в осях, що відповідає збільшенню площі.

3. Несуча здатність підсиленого банкетами фундаменту мілко закладання, значно менше несучої здатності підсиленого фундаменту шляхом перебудови у суцільну плиту. Це свідчить про те, що підсилення в рівні подошви підвалу чи першого поверху є ефективним рішенням за умови нормальних ґрунтових умов, що дозволить зменшити об'єм земляних робіт при влаштуванні підсилення.

4. Отримані дані порівнянь двох варіантів підсилення фундаментів, а саме: підсилення фундаментів банкетами в рівні подошви фундаменту та влаштування суцільної плити в рівні підлоги підвалу, свідчать про те, що влаштування другого варіанту - влаштування суцільної плити в рівні підлоги підвалу є економічним рішенням, так як цей варіант має найменшу кошторисну вартість, тобто найбільший економічний ефект у порівнянні з першим варіантом підсилення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.Б. Швець Усиление и реконструкция фундаментов / В.И. Феклин, Л.К. Гинзбург - Стройиздат. Москва - 1985. – С. 204
2. [Електронний ресурс] <http://ukrbukva.net> технологія ремонтно-будівельних робіт.
3. [Електронний ресурс] <https://knowledge.allbest.ru> Современные способы усиления оснований и фундаментов

**Науковий керівник: Блащук Наталя Вікторівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет.

**Хомяк Юлія Олександрівна** – студентка групи Б-17мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Supervisor: **Natalia V. Blashchuk** — Ph. D. (Eng.), Docent of Department of Industrial and Civil Engineering. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Julia O. Khomyak** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.