

## Порівняння результатів розрахунку з використанням плоскої та просторової моделей для числового моделювання підпірних стін в умовах щільної забудови

Артур Маламан, аспірант<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-0715-3291), Віктор Носенко, к.т.н., доцент, завідувач кафедри геотехніки<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-8261-1846)

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, пр-т Повітряних сил, 31, Київ, Україна

### АНотація

Представлено порівняння результатів розрахунку з використанням плоских та просторових розрахункових моделей для числового моделювання підпірних стін в умовах щільної міської забудови. Для оцінки впливу вибору розмірності розрахункової схеми при проектуванні глибокого котловану і оцінки його впливу на існуючу забудову та підбору ефективних параметрів огорожуючих конструкцій було виконано числове моделювання напружено-деформованого стану (НДС) елементів «грунтова основа - існуючі споруди - огороження котловану» при різних варіантах розмірності (плоска двовимірна та просторова тривимірна) розрахункові схеми. Моделювання виконувалося методом скінчених елементів з використанням нелінійної моделі деформування ґрунтів у програмному комплексі «Plaxis».

*Ключові слова:* підпірні стіни, числове моделювання, щільна забудова, просторова жорсткість

### 1. ВСТУП

В сучасних реаліях будівництво багатопверхових будинків все частіше доводиться виконувати в умовах щільної міської забудови. Оскільки висотні будівлі характеризуються наявністю глибоких котлованів то виникає необхідність підбору параметрів огорожуючих конструкцій (підпірних стін) та врахування впливу влаштування котловану та огорожуючих конструкцій на існуючу забудову.

### 2. МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є оцінка впливу вибору розмірності розрахункової схеми (плоска двовимірна або просторова тривимірна) при числовому моделюванні напружено-деформованого стану елементів «грунтова основа - існуючі споруди - огороження котловану» для проектуванні глибокого котловану і оцінки його впливу на існуючу забудову.

### 3. ОСНОВНА ЧАСТИНА

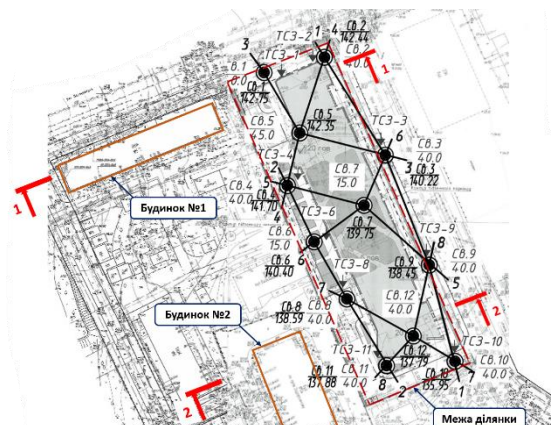


Рисунок 1. Схема розташування інженерно-геологічних виробок та розрахункових перерізів.

Ділянка будівництва розташована у м. Києві. Рельєф досліджуваної території похилий, упорядкований внаслідок забудови території. Абсолютні відмітки денної поверхні коливаються в межах 135,95-142,90 м. Рівень підземних вод в свердловинах, які пробурені при виконанні даних вишукувань, встановилися на глибинах 5,1-6,3 м.

Будинок №1, що в межах перерізу 1-1, 9-ти поверховий, житловий, прямокутної форми в плані розмірами 11,22×64,90 м. Конструктивна система будинку – безкаркасна (стінова) з несучими повздовжніми стінами та стінами сходових кліток. Будинок має стрічковий фундамент, глибиною закладання 2,0 м, навантаження під підшовою фундаментів складає 210-220 кПа.

Підпірна стіна огороження котловану в межах перерізу 1-1 (вздовж будинку №1) влаштовується з буронабивних палів діаметром 1220 мм, кроком 1,4 м, довжиною 34 м. З протилежного боку котловану (вздовж вулиці) підпірна стіна влаштовується з палів діаметром 1020 мм і довжиною 34 м в межах перерізу 1-1. Усі палі об'єднані зверху ростверком висотою 1 м.

Числове моделювання виконувалося у програмному комплексі «Plaxis» [1] методом скінчених елементів з використанням нелінійної моделі деформування ґрунтів [2].

#### 3.1. Розрахунок перерізу 1-1 з використанням плоскої скінчено-елементної моделі:

На рисунку 2 показано плоску скінчено-елементну модель для перерізу 1-1. Плоска СЕМ чудово підходить для швидкого аналізу, оскільки тривалість розрахунку в рази менша в порівнянні з просторовою схемою.

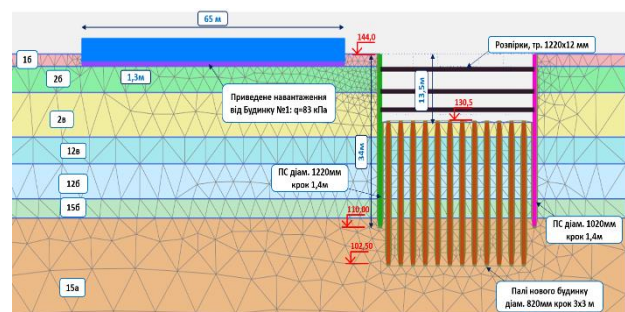


Рисунок 2. Скінчено-елементна модель перерізу 1-1.

### 3.2. Розрахунок з використанням просторової скінчено-елементної моделі:

У випадку складних примикань існуючих будівель, як наприклад з будинком №1 просторова схема дає можливість для більш коректної оцінки НДС елементів системи «грунтова основа - існуючі споруди - огороження котловану». Просторова СЕМ показана на рисунку 3.

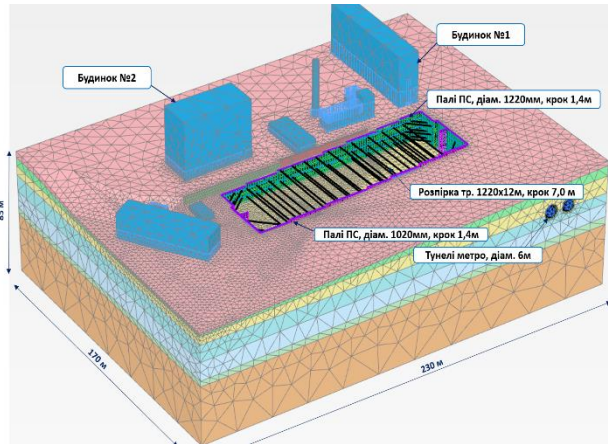


Рисунок 3. Просторова скінчено-елементна модель.

### 3.3. Порівняння результатів розрахунків

За результатами розрахунків виконано порівняння ключових параметрів підпірних стін: максимальних згинальних моментів на рис.4. та максимальних горизонтальних переміщень на рис.5.

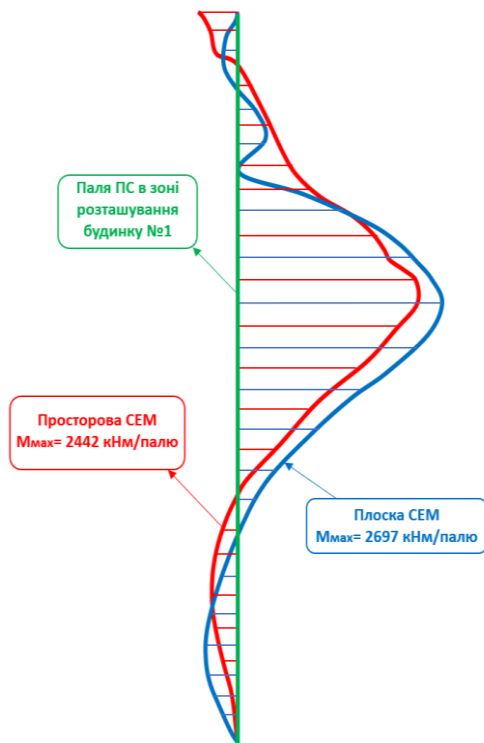


Рисунок 4. Порівняння значень згинальних моментів підпірних стін для кожного з варіантів.

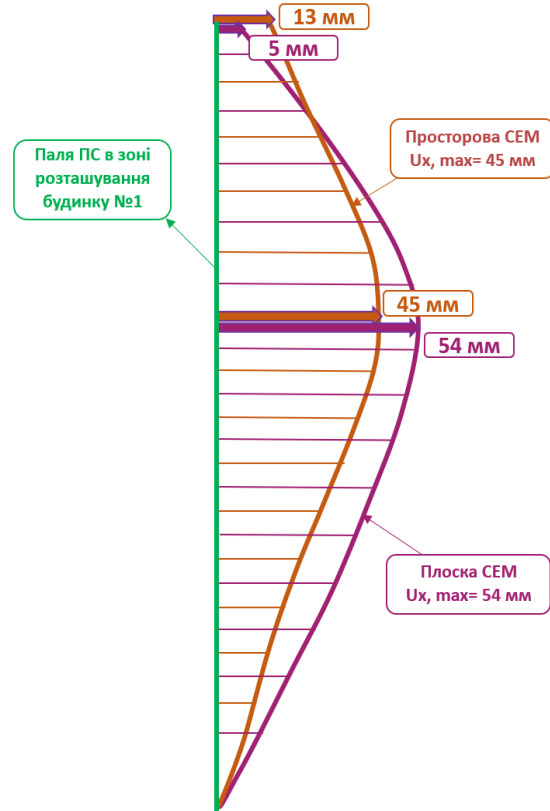


Рисунок 5. Порівняння значень горизонтальних переміщень підпірних стін для кожного з варіантів.

Проаналізувавши результати розрахунку можна відмітити, що значення переміщень підпірних стін отриманих за розрахунком просторової СЕМ менші на 20% за значення, отримані з використанням плоскої СЕМ. Значення згинальних моментів на отриманих за розрахунком просторової СЕМ менші на 10% за значення, отримані з використанням плоскої СЕМ.

## 4. ВИСНОВКИ

В даній роботі було продемонстровано, що використання просторової СЕМ надає можливість більш комплексно оцінити НДС елементів системи «грунтова основа - існуючі споруди - огороження котловану» в умовах щільної міської забудови за рахунок врахування просторової жорсткості елементів огороження котловану, більш точного розташування існуючих будинків по відношенню до огороження котловану (на прикладі будинку №1 на куті котловану). Отже використання просторової СЕМ дозволяє більш коректно оцінити НДС елементів системи в умовах щільної міської забудови і в подальшому запроєктувати ефективні огорожуючі споруди.

### Список літератури

- [1] Plaxis 2D 2015. Reference manual, Delft University of Technology & PLAXIS b.v., The Netherland, 424 p. [ISBN-13: 978-90-76016-18-4].
- [2] Schanz T. The Hardening Soil Model: Formulation and verification. *Beyond 2000 in Computational Geotechnics*. Balkema. Rotterdam. 1999. Vol. 1. P.281-290.