

Ніколайчук А.О., Святюк А.М., студенти 4 курсу, групи ОС-11,
кафедра геоінженерії, навчально-науковий інститут
енергозбереження та енергоменеджменту
Науковий керівник: Ган О.В., к.т.н., ст.викл.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інституту імені Ігоря Сікорського»

МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТУНЕЛІВ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ PLAXIS

Вступ. Активне будівництво у щільній забудові міста вимагає від інженерів мінімізувати вплив на будівлі, що знаходяться в безпосередній близькості до будівельного майданчика. Тунельні конструкції відіграють ключову роль у транспортній інфраструктурі, забезпечуючи ефективний і безпечний рух підземними шляхами. Моделювання таких конструкцій із використанням програмного комплексу Plaxis дозволяє виконати детальний аналіз їхньої взаємодії із ґрунтами і будівлями, розташованими поруч з тунелем. Програма PLAXIS заснована на методі кінцевих елементів і призначена для визначення деформацій, переміщень та стійкості в різних інженерно-геотехнічних умовах. Прості графічні процедури введення даних дозволяють швидко створювати складні кінцево-елементні моделі.

Мета та завдання. Метою є аналіз напружено-деформованого стану ґрунтового масиву та деформаційних процесів у конструкціях тунелів із різними формами поперечного перерізу під дією ґрунтових і зовнішніх навантажень із використанням програмного комплексу Plaxis.

Матеріал і результати досліджень. PLAXIS — це комп'ютерна програма для чисельного моделювання методом скінченних елементів (СЕ), розроблена спеціально для геотехнічної інженерії. Вона широко використовується для аналізу напружено-деформованого стану ґрунтових масивів і стійкості конструкцій а також їхню взаємодію у геотехнічному будівництві як під час спорудження, так і під час експлуатації будівель та споруд [1].

У процесі дослідження отримані результати моделювання поперечного перерізу геометричної моделі тунелю мілко закладання, якій розташовано у щільній міській забудові. Для дослідження вибрано дві основні форми поперечного перерізу тунелів: круглу та прямокутну. Відомо, що тунелі круглої форми забезпечують рівномірний розподіл навантаження, це робить їх стійкими в складних ґрунтових і сейсмічних умовах, тунелі прямокутної форми дозволяють максимально ефективно використовувати внутрішній простір, зазвичай створюються відкритим способом через простоту монтажу конструкцій. Однак вони менш стійкі до зовнішнього тиску, що вимагає додаткових заходів щодо застосування в нестабільних ґрунтах.

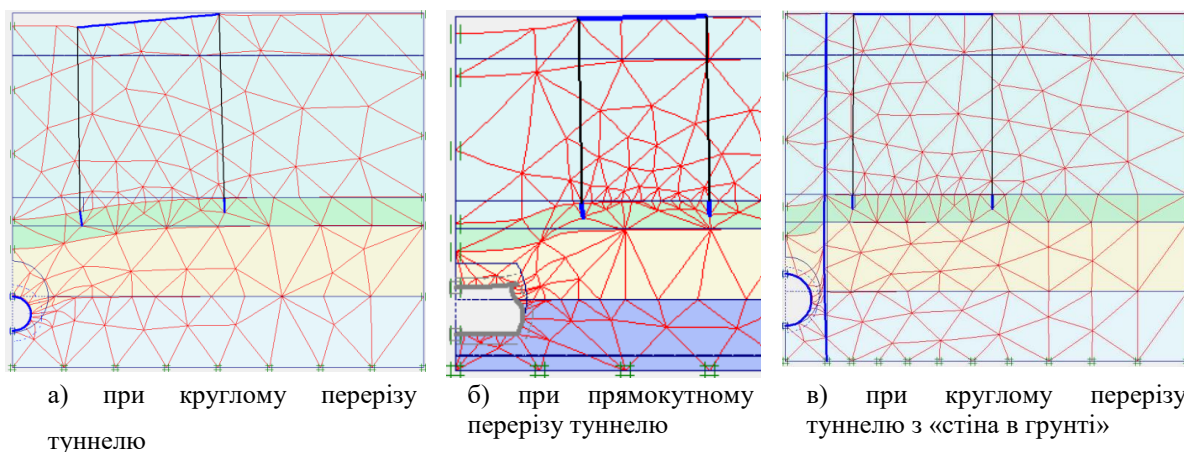


Рис.1 – Схема деформацій туннелю та ґрунту

В результаті моделювання у програмному комплексі Plaxis були отримані наступні результати (рис. 1): круглий переріз тунелю демонструє рівномірний розподіл деформацій (рис. 1, а) та забезпечує необхідну стійкість тунелю. Проте розташовані поблизу існуючі будівлі зазнають вагомих деформацій. У свою чергу, прямокутний переріз тунелю (рис. 1, б), має значні зони концентрації напружень на кутах, що призводить до значних, не припустимих для експлуатації, деформацій. Для заданих геологічних умов прямокутну форму застосовувати не доцільно.

Для безпечної експлуатації існуючих поверхневих споруд було запропоновано відгородити їх за допомогою «стіни в ґрунті» від зони тунелю перед його спорудженням (рис. 1, в). «Стіна в ґрунті» занурена нище відмітки тунелю та виконує наступні функції: захищає поверхневі споруди від просідання під час проходки тунелів та від динамічного впливу (вібрації від потягів) під час експлуатації тунелів [2]. Завдяки вжитим заходам були створені необхідні для існуючих споруд умови, які забезпечили їхню стійкість, локалізували вплив підземних робіт та зменшили ризик осідання. У поєднанні з використанням тунелів круглого перерізу застосування «стіни в ґрунті» створює комплексний підхід, спрямований на зниження ризиків деформацій, забезпечення довговічності конструкцій навіть у складних геологічних умовах і при значних навантаженнях та безпечній і надійній експлуатації існуючих поверхневих будівель та споруд.

Висновок. Аналіз результатів проведеного моделювання тунельних конструкцій та ґрунтового масиву у програмному комплексі PLAXIS показали ефективність інтеграції додаткових елементів для підвищення стійкості тунелів у багат шарових ґрунтах та зниження впливу на поверхневі існуючі споруди. Додаткова вертикальна конструкція «стіни в ґрунті» дозволила зменшити зсувні процеси ґрунту та забезпечити стабільність поверхні та навколо тунельного простору. Перерозподіл напружень знизив концентрацію напружень у верхній частині тунелю, мінімізуючи ризик обвалів.

Список використаних джерел:

1. Tutorial Manual. V8. Plaxis Professional 8.2 URL: <https://docslib.org/doc/11945096/plaxis-version-8-tutorial-manual> (дата звернення: 18.11.2024).
2. Бойко, В. В. Спеціальні вибухові технології в геоінженерії: монографія / Бойко В. В., Ган А. Л., Ган О. В. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,97 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 316 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49097>