

## ФОРМУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГРУНТОВОГО МАСИВУ ОДНОСКЛЕПІНЧАСТОЇ СТАНЦІЇ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового масиву навколо станції мілкового закладання односклепінчастої форми

У світовій практиці спорудження станцій та перегінних тунелів метрополітену будують двома способами – відкритим та підземним (гірничим). Станції метро мілкового закладання за формою поперечного перерізу можуть бути: односклепінні, двосклепінні, трисклепінні та прямокутні. Трисклепінчасті станції в свою чергу бувають: колонного типу, пілонного та без бічних платформ. Останнім часом популярності набувають станції мілкового закладання односклепінчастої форми, особливо при спорудженні відкритим способом [1 – 4].

Потреби сьогодення зумовлюють все більшого освоєння підземного простору мегаполісів, що в свою чергу може забезпечити тривимірну свободу пересування людей, матеріальних, водних та енергетичних ресурсів, зокрема до малодоступних об'єктів у щільно забудованих районах міста. Ефективно спланована підземна інфраструктура підвищує якість життя та екологічну безпеку значно більшою мірою, ніж аналогічна функціональна система на поверхні. У зв'язку зі світовими тенденціями збільшення воєнних і терористичних загроз, які різко актуалізувалися з 2022 р. (військова агресія Росії проти України), виникла потреба більш широкого використання потенціалу підземного простору для безпеки цивільного населення та критичної інфраструктури. Дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового масиву може забезпечити надійність, довговічність та належний технічний стан, що є першочерговою задачею для станцій метрополітену.

Розглянемо на прикладі застосування односклепінної станції з платформою острівного типу в реальних умовах київського метрополітену (рис. 1).

В результаті геологорозвідувальних робіт (табл. 1) було встановлено, що поперечний переріз станції по всій довжині вписується в товщу спондилової глини, напівтвердої і тугопластичної консистенції, з тонкими лінзами та прошарками сірого мілкового піску, місцями сильно тріщинуватої, водопроникненій по тріщинам та піщаним прошаркам.

Таблиця 1. Фізико-механічних характеристик і розрахункових параметрів ґрунтів

№ п/п	Найменування ґрунтів	Природна вологість W, частки од.	Питома вага, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт фільтрації, м/добу	Кут внутрішнього тертя φ, град.	Сила зчеплення C, кг/см <sup>2</sup>	Модуль деформації E, кг/см <sup>2</sup>	Коефіцієнт міцності f по Протод'яконову
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Насипний ґрунт неоднорідний	0,18	1,70	-	-	-	-	-
2	Пісок мілкий водонасичений	0,26	1,90	5,0	30	1	18	0,4
3	Суглинок з прошарками піску м'яко- та текучопластичний	0,28	1,91	0,2	18	23	15	0,4
4	Супісок з прошарками піску текучий	0,27	1,88	0,5-1,0	19	10	9	0,4
5	Суглинок пилуватий (наглинок)	0,28	1,95	0,1	17	40	18	0,8
6	Глина мергелиста м'яко-, тугопластична (глина спондилова)	0,22	1,98	0,001	14	80	25	1,0

Для заданих умов розглянемо варіант застосування конструкції з урахуванням можливості пропуску рухомого складу і пасажиропотоком, розрахункова схема якого наведена на рисунку 2.

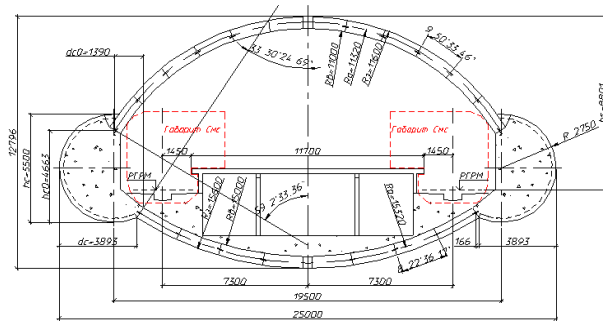


Рис. 1. Станція односклепінчаста з платформою острівного типу. Ширина платформи – 11,7 м, довжина – 102 м.

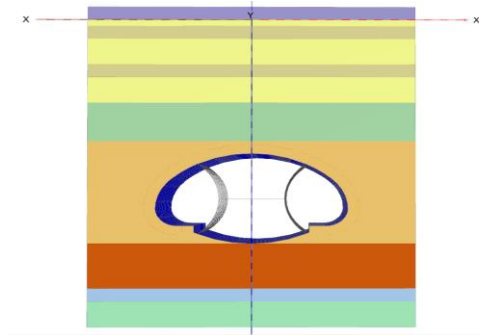


Рис. 2. Розрахункова схема односклепінчастої станції мілкого закладання

Несуча конструкція станції включає верхнє склепіння, опорні стіни, та зворотнє склепіння. Елементи конструкції виготовлені з бетону та залізобетону: верхнє склепіння збірне залізобетонне, стіни виконані з монолітного бетону

Оправа верхнього склепіння – багат шарнірна, обтиснута в ґрунт. Склепіння кругового окреслення, постійної товщини збирається з залізобетонних блоків суцільного прямокутного поперечного перерізу, що виготовляються з бетону марки В35 з використанням прямого армування. Ширина арок верхнього склепіння 0,75 м. Кількість елементів в арці 13 (включаючи замковий блок). Арки склепіння збираються без перев'язки швів. Величина радіусу кривизни верхнього склепіння становить:  $R_0=11,32$  м;

Моделювання станції мілкого закладання односклепінчастої форми виконувалось за допомогою програмного комплексу PLAXIS-3D. Отримані результати розрахунків деформацій та переміщень наведено відповідно на рисунках 3 та 4.

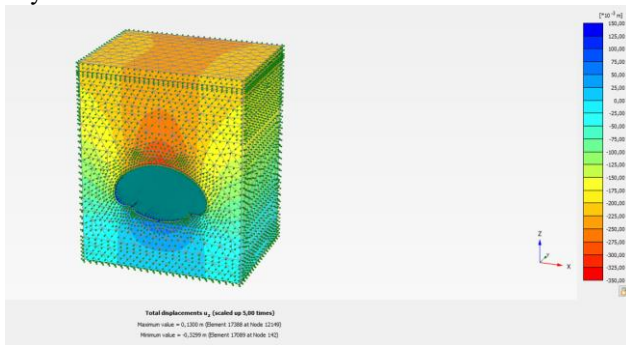


Рис. 3. Переміщення станції мілкого закладання

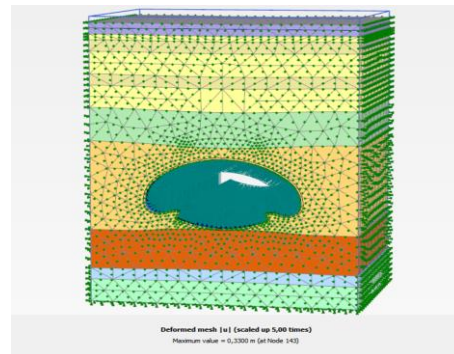


Рис. 4. Деформації станції мілкого закладання

Аналіз розрахунків показує, що найбільші деформації станції мілкого закладання односклепінчастої форми знаходяться в нижньому склепінні і складають 0,3300м. Щодо переміщення аналіз показав ,що найбільші переміщення знаходяться в районі верхнього склепіння і становлять -0,3299м а мінімальне значення в області нижнього склепіння становить 0,1300м

Висновок в ході даної роботи був проведений аналіз математичного моделювання напружено-деформованого стану ґрунтового масиву навколо станції мілкого закладання односклепінчастої форми . Результати дослідження показали ,що переміщення і деформація масиву навколо станції є в межах норми і тим самим робить цю станцію надійною.

#### Список літератури:

1. Гайко Г.І, Ган А.Л., Ган О.В., Хлевнюк Д.В., Симоненко Я.А. Обґрунтування конструкції станції київського метрополітену в умовах мілкого закладання . Збірник наукових праць національного гірничого університету . ISSN 2071-1859(print), ISSN 2521-6635(online) –С.165-177.
2. Гайко Г.І., Матвійчук І.О., Тарасюк О.С. Вплив зміни властивостей геологічного середовища на формування навантажень на підземні споруди мілкого закладання. *Геоінженерія*, випуск №2, С 27-36.
3. Ган А.Л., Стовпник С.М., Шайдецька Л.В. Формування стійкості ґрунтового масиву навколо тунелів мілкого закладання. *Молодий вчений*. - 2019. - №2(66). - С.230-235.
4. Самедов .А.М., Кравець .І. В (2011) . Будівництво підземних споруд; навчальний посібник , КПІ ім. Ігоря Сікорського