

## ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТАНЦІЇ МЕТРОПОЛІТЕНУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Невід'ємною складовою частиною транспортного будівництва є спорудження тунелів різного призначення. На залізничних і автомобільних дорогах, тунелі споруджуються для подолання гірських перешкод та водних перетинів.

Будівництво тунелів і метрополітенів відноситься до найбільш складних галузей будівельного виробництва. Засоби виробництва підземних робіт відрізняються великим різноманіттям відповідно до різних природних умов. Роботи виконуються з використанням складних машин і механізмів, що потребують від інженерно-технічних робітників різнобічних знань та вміння швидко приймати вірні та відповідальні рішення.

В останній час у вітчизняному й закордонному тунелебудуванні вбачається явна тенденція до масового переходу до збірних обробок багатошарнірних систем, особливо попередньо обтиснутих в породу. Цей вид тунельних конструкцій відрізняється економічністю, індустріальністю і дозволяє широко використовувати збірний залізобетон в масштабі всієї галузі.

З іншого боку, особливості статичної роботи багатошарнірних обробок, обтиснутих в породу, потребують специфічного підходу до їх проектування та розрахунку.

В результаті геологорозвідувальних робіт було встановлено, що переріз майбутньої станції і підхідної виробки шахти на всьому своєму протязі вписується в товщу глини спондилової, напівтвердої і тугопластичної консистенції, з тонкими лінзами та прошарками сірого мілкового піску, місцями сильно тріщинуватої, водопроникненій по тріщинам та піщаним прошаркам. Переріз шахтного ствола перетинає насипні ґрунти, суглинки легкі і середні, суглинки пілуваті, супісок пілуватий пластичний, піски мілкі, пісок мілкий мергелистий маловологий, суглинок (наглинок), глину спондилову. Захисна товща глини достатня для спорудження станції без застосування спеціальних заходів робіт. Фізико-механічні характеристики і розрахункові параметри ґрунтів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики і розрахункові параметри ґрунтів

№ п/п	Найменування ґрунтів	Природна вологість W, частки од.	Питома вага, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт фільтрації, м/добу
1	2	3	4	5
1	Насипний ґрунт неоднорідний	0,18	1,70	-
2	Пісок мілкий водонасичений	0,26	1,90	5,0
3	Суглинок з прошарками піску м'яко- та текучопластичний	0,28	1,91	0,2
4	Супісок з прошарками піску текучий	0,27	1,88	0,5-1,0
5	Суглинок пілуватий (наглинок)	0,28	1,95	0,1
6	Глина мергелиста м'яко-, тугопластична (глина спондилова)	0,22	1,98	0,001

Продовження табл. 1

№ п/п	Кут внутрішнього тертя φ, град.	Сила зчеплення С, кг/см <sup>2</sup>	Модуль деформації Е, кг/см <sup>2</sup>	Коефіцієнт міцності f по Протод'яконову	Індекс шару ґрунту по складності розробки
1	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	26а
2	30	1	18	0,4	29а
3	18	23	15	0,4	35а
4	19	10	9	0,4	36а
5	17	40	18	0,8	35в
6	14	80	25	1,0	8а

**Варіант 1.** Всі внутрішні конструкції станції запроєктовані з урахуванням безперешкодного пропуску рухомого складу і розрахункового пасажиропотоку. Станція односклеписта з платформою острівного типу. Ширина платформи – 11,7 м, довжина – 102 м.

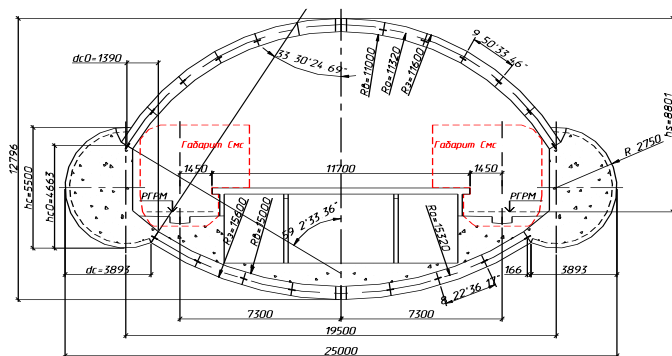
Несуча конструкція станції включає верхнє склепіння, опорні стіни, та зворотнє склепіння (рис.1).

Елементи конструкції виготовлені з бетону та залізобетону: верхнє склепіння збірнє залізобетоннє, стіни виконані з монолітного бетону, зворотнє склепіння збірнє залізобетоннє.

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  $R_0=11,32$  м.

Замковий розпірний блок розташований в склепінні і включає два плоских гідравлічних домкрати (рис.1), в які нагнітається цементний розчин для обтискання склепіння.

Блоки склепіння, крім замкового, мають отвір для нагнітання за оправу, а також по два отвори діаметром 40 мм по осі блоку під центруючі шпильки. По зовнішньому контуру блоків передбачена карбункова канавка. Зворотнє склепіння запроектоване збірним. Зусилля обтиснення арок зворотного склепіння 100 – 120 тс. Величина кривизни зворотного склепіння  $R_0=18,941$  м. Марка бетону блоків В35.



Глуха торцева стіна станції виконана з монолітного залізобетону у вигляді плоскої конструкції. Для станції використовується армоцементний гідроізоляційний зонт, виконаний у вигляді трьохшарнірної арки.

**Варіант 2.** Всі внутрішні конструкції станції запроектовані з урахуванням безперешкодного пропуску рухомого складу і розрахункового пасажиропотоку. Станція односклеписта з платформою острівного типу. Ширина платформи – 11,7 м, довжина – 102 м.

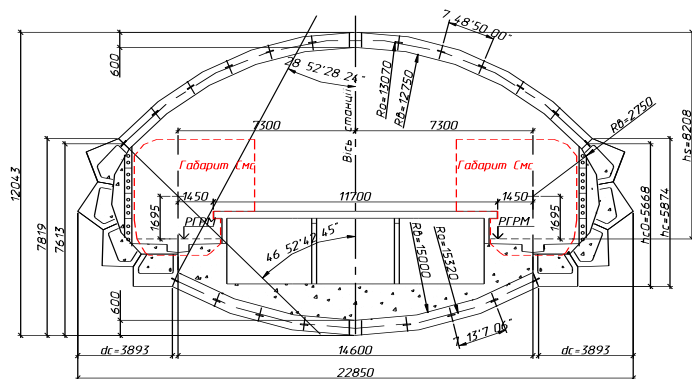
Несуча конструкція станції включає верхнє склепіння, опорні стіни та зворотнє склепіння (рис. 2).

Елементи конструкції виготовлені з бетону та залізобетону: верхнє склепіння збірне залізобетонне, стіни виконані з залізобетонних блоків, зворотнє склепіння збірне залізобетонне.

Оправа верхнього склепіння – багатшарнірна, обтиснута в ґрунт. 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  $R_0=13,070$  м.

Замковий розпірний блок розташований в склепінні і включає два плоских гідравлічних домкрати, в які нагнітається цементний розчин для обтискання склепіння.

Зворотнє склепіння запроектоване збірним. Зусилля обтискання арок зворотного склепіння 100 – 120 тс. Величина кривизни зворотного склепіння  $R_0=18,941$  м. Марка бетону блоків В35. Глуха торцева стіна станції виконана з монолітного залізобетону у вигляді плоскої конструкції.



Для станції використовується армоцементний гідроізоляційний зонт, виконаний у вигляді трьохшарнірної арки.

**Варіант 3.** Всі внутрішні конструкції станції запроектовані з урахуванням безперешкодного пропуску рухомого складу і розрахункового пасажиропотоку. Станція односклеписта з платформою острівного типу. Ширина платформи – 11,7 м, довжина – 102 м.

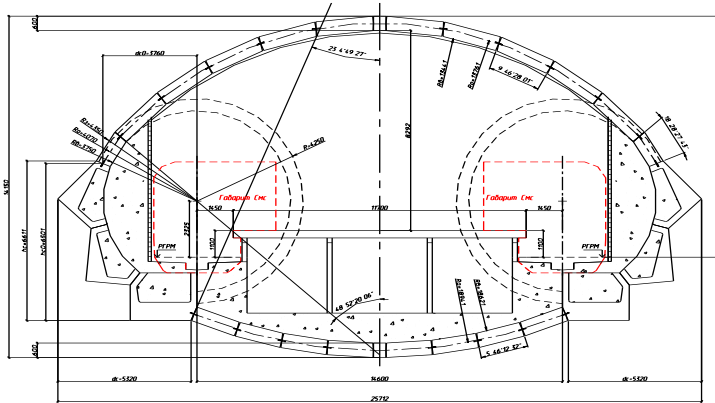
Несуча конструкція станції включає верхнє склепіння, опорні стіни та зворотнє склепіння (рис. 3).

Елементи конструкції виготовлені з бетону та залізобетону: верхнє склепіння збірне залізобетонне, стіни виконані з залізобетонних блоків, зворотнє склепіння збірне залізобетонне.

Оправа верхнього склепіння – багатшарнірна, обтиснута в ґрунт. 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  $R_0=13,761$  м.

Блоки склепіння, крім замкового, мають отвір для нагнітання за оправу, а також по два отвори діаметром 40 мм по осі блоку під центруючі шпильки. По зовнішньому контуру блоків передбачена карбункова канавка. Опорні стіни станції виконані у вигляді збірних залізобетонних блоків. Марка бетону блоків В45.

Частина оправи опорних тунелів ( $D=8,5$  м), що демонтується запроектована інвентарною, з роз'ємним замковим елементом, що полегшує розбирання кільця.



Зворотне склепіння запроєктоване збірним. Зусилля обтискання арок зворотного склепіння 100-120 тс. Величина кривизни зворотного склепіння  $R_0=18,941$  м. Марка бетону блоків В35.

Техніко-економічне порівняння варіантів конструкції обробки станції метрополітену доцільно проводити у вигляді таблиці (табл. 2).

Таблиця 2

Об'єми основних будівельно-монтажних робіт по спорудженню станції по варіантам (на 0,75 п.м.)

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Об'єм		
			Варіант №1	Варіант №2	Варіант №3
1	Монолітний бетон В25	м <sup>3</sup>	24,5	-«-	-«-
2	Збірний залізобетон гладких блоків В35	м <sup>3</sup>	13,9	12,2	13,3
3	Збірний залізобетон ребристих блоків В45	м <sup>3</sup>	-«-	4,7	5,75
4	Розробка породи відбійними молотками (f=1)	м <sup>3</sup>	54,0	68,3	126,6
5	Розробка породи (f=1) при проходці механізованим комплексом	м <sup>3</sup>	35,6	-«-	-«-
6	Розробка породи екскаватором (f=1)	м <sup>3</sup>	73,8	81,0	65,0

Таблиця 3

Вартість основних будівельно-монтажних робіт по спорудженню станції

Найменування	Вартість, USD/м <sup>3</sup>
Монолітний бетон В25	30
Збірний залізобетон гладких блоків В35	180
Збірний залізобетон ребристих блоків В45	220
Розробка породи (f=1) відбійними молотками	20
Розробка породи при проходці механізованим комплексом (f=1)	15
Розробка породи екскаватором (f=1)	12

Таблиця 4

Вартість основних будівельно-монтажних робіт по спорудженню станції по варіантам (на 0,75 п.м.)

Найменування	Одиниці виміру	Вартість		
		Варіант №1	Варіант №2	Варіант №3
Монолітний бетон В25	USD	735,0	-«-	-«-
Збірний залізобетон гладких блоків В35	-«-	2502,0	2196,0	2394,0
Збірний залізобетон ребристих блоків В45	-«-	-«-	1034,0	1177,0
Розробка породи (f=1) відбійними молотками	-«-	1080,0	1366,0	2532,0
Розробка породи (f=1) при проходці механізованим комплексом	-«-	534,0	-«-	-«-
Розробка породи (f=1) екскаватором	-«-	885,6	972,0	780
Усього вартість	USD	5736,6	5568,0	6883,0

В економічному відношенні вартість 1 м<sup>2</sup> поперечного перерізу станції становить:

- перший варіант – 26,2 USD;
- другий варіант – 21,0 USD;
- третій варіант – 26,5 USD.

На підставі техніко-економічного аналізу варіантів за укрупненими показниками, що подані в таблицях 2, 3, 4, прийнято за рекомендований варіант 3.

В порівнянні з першим варіантом – досить низькі витрати монолітного бетону, не виникає необхідності відхилятися від плану траси при спорудженні опорних тунелів і відповідно перебирати кільця оправи.

Конструктивні особливості третього варіанту припускають можливість пропуску механізованого проходницького комплексу в порівнянні з першим і другим варіантами.