

Висновок. З вище сказаного випливає, що застосування імітаційного моделювання для обґрунтування рівня втручання підвищує адекватність моделей прогнозування.

Література

1. AASHO Road Test. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://training.ce.washington.edu/PGI/Modules/06_structural_design/aasho_road_test.htm
2. HDM — 4. Highway Development & Management. Volume one. Overview of HDM — 4 // Henry G.R. Kerala PIARC, World Bank Association, 2000.- 53 p.
3. Наукові принципи та практичні напрямки управління станом автомобільних доріг / С.С. Кизима, О.П. Канін, М.М. Лихоступ // Сучасні проблеми та перспективи розвитку дорожньо-будівельного комплексу України. — К.: НТУ, 2004.
4. Кизима С.С. До питання про природу та закономірності деградації рівності нежорстких дорожніх одягів. / С.С. Кизима // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. 20. — К.: Будівельник, 1977.
5. Кизима С.С. К обоснованию оптимальной стратегии ремонтных работ / С.С. Кизима // Повышение качества строительства автомобильных дорог. — М.: СоюздорНИИ, 1987.
6. Кизима С.С., Андреев С.И. Оптимизация планирования работ по ремонту нежорстких дорожных одягов. // Автомоб. дороги і дор. буд-во. — 1987. — Вип. 41. — с. 29-35.
7. Таха, Хемеди А. Введение в исследование операций, 7-е издание. Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 912 с.

УДК 624.19

ЦІЛКОМ ЗБІРНА ОПРАВА ОДНОСКЛЕПИСТИХ СТАНЦІЙ МЕТРОПОЛІТЕНУ ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДЕННЯ

Доктор технічних наук Айвазов Ю.М.,
Кот Д.В.

В статті розглянуто багатошарнірну конструкцію односклепистої станції метрополітену глибокого закладення.

This article describe the multyhinch construction of one-arched vaulted station of underground deep location

Перша з сучасних односклепистих станцій глибокого закладення «Площадь мужества» була введена в експлуатацію на Кіровсько-Виборзькій лінії метрополітену Ленінграда (С.-Петербурга) напередодні 1976 року. Відтоді на метрополітенах С.-Петербурга та Москви споруджено біля десятка таких станцій, і було виявлено їхню високу конструктивну, технологічну та економічну ефективність. Однак, поряд з цим застосована конструкція станції має і два основних недоліки. Перший з них полягає в застосуванні масивних опорних бокових стін оправи з монолітного бетону, досить матеріалоемних (витрати монолітного бетону біля 14 м^3 на 1 м довжини станції) та не зовсім зручних у технологічному плані. Другий недолік пов'язується зі складнощами спрягання планового положення колій метрополітену у межах платформної частини станції і на прилеглих перегонах.

Геометричні параметри оправи універсальної станційної споруди призначені, виходячи з двох варіантів примикання до торців її пасажирської платформної частини ескалаторних тунелів. За першим варіантом до станції примикає натяжна камера та похилий хід, виконанні у збірному залізобетоні, з чотирма стрічками ескалатору, що вимагає улаштування острівної пасажирської платформи шириною 12 м . У другому варіанті при примиканні до станції аналогічної ескалаторної споруди з трьома стрічками ескалатору застосовано острівну пасажирську платформу шириною 11 м . Відстань між осями станційних колій для цих варіантів відповідно становить $14,9$ та $13,9 \text{ м}$.

Конструювання оправи універсальної споруди станційного комплексу виконано з урахуванням особливостей гірничо-геологічних умов м. Києва, де потужність пласту достатньо стійкої спонділової глини, як правило, не перевищує 19 м . Через те, що від шелиги верхнього склепіння до контакту з налягаючим пластом наглінку повинно залишитися не менш ніж 4 м , а відстань від нижньої точки зворотного склепіння оправи до контакту підстилаючим пластом бучакського піску повинна бути не меншою за 2 м ,

максимальна повна висота перерізу універсальної підземної споруди у таких умовах не повинна перевищувати 13 м. Максимальна глибини розташування рівня верху головки ходових рейок станційних колій під міською поверхнею прийнята 65 м. При виконанні роботи враховані вимоги Стандартів, СНІП'ів (ДБН) та відомчих нормативних документів, чинних на території України.

Цілоком збірна залізобетонна оправа універсальної односклепистої підземної споруди станційного комплексу складається з верхнього склепіння, бокових стін, лоткового опорного елемента та зворотного склепіння. Для варіанту оправи універсальної підземної споруди, яка має міжколійю 14,9 м (при примиканні до торця пасажирської платформи шириною 12 м чотирьох стрічок ескалатору) до складу її верхнього склепіння входить 10 нормальних гладких залізо-бетонних блоків *ВН* з центрованими стиками без в'язів розтягу та розпірний блок *ВК*, обладнаний двома порожнинами, в яких розташовуються плоскі домкрати типу Фрейсене (рис. 1). Центральний кут охоплення верхнього склепіння — 120° . Радіус окреслення внутрішньої по верхні цього склепіння дорівнює 11,153 м. Товщина блоків *ВН* — 0,6 м.

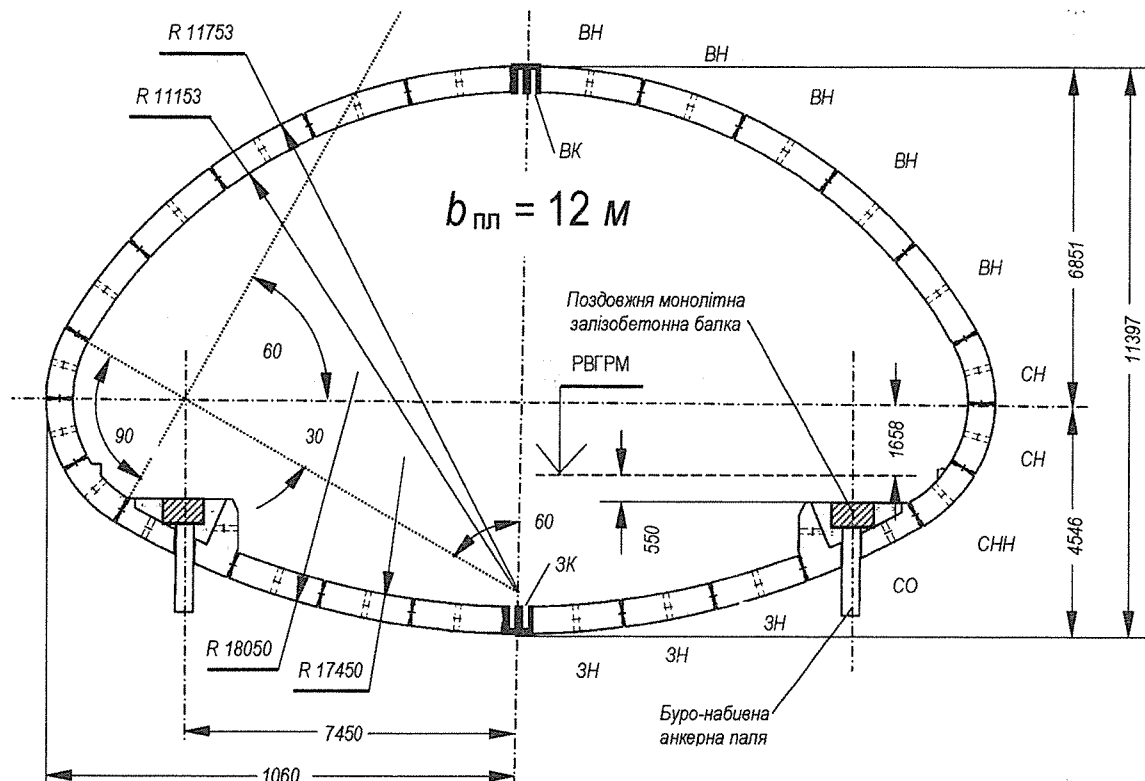


Рис. 1. Поперечний переріз універсальної споруди станційного комплексу з шириною міжколійї 14,9 м

Верхнє склепіння оправи своїми п'ятами (торцями нижніх блоків) спирається на бокові збірні стіни, до складу яких входять 2 верхні однакові гладкі залізобетонні стінові блоки *СН* та нижній блок *СНН* з передбаченою площадкою для установки нижніх елементів колійних стін в межах платформних частин станційного комплексу. При відсутності внутрішніх стінок на інших спорудах комплексу замість блоків *СНН* можуть встановлюватись в конструкції бокових стін оправи три однакові стінові блоки *СН*. Центральний кут охоплення бокової стіни оправи споруди — 90° Радіус окреслення внутрішньої поверхні бокової стіни дорівнює 2,65 м. Товщина стінових блоків *СН* та *СНН* — 0,6 м.

Лотковий опорний елемент оправи *СО* має два бокових ребра з болтовими отворами, циліндричну оболонку та два торцевих борти. На верхній торець елемента спирається нижній блок бокової стіни, а до нижнього торця цього блоку примикає зворотнє склепіння. В оболонці лоткового блоку влаштовується круговий отвір для пропуску через блок анкерної буронабивної залізобетонної палі діаметром 0,4 м. У верхніх частинах бокових ребер блоків *СО* передбачається прямокутний виріз шириною 0,8 м та глибиною 0,55 м для розміщення поздовжньої монолітної залізобетонної балки, яка разом з болтами, встановленими в отвори, передбачені в бокових ребрах, об'єднує опорні блоки вздовж споруди. Поздовжня робоча арматура палі об'єднується з арматурою монолітної балки. Залишкова частина внутрішнього простору блоків *СО* після підтяжки болтових з'єднань в їхніх бокових ребрах заповнюється монолітним бетоном.

Зворотне склепіння має у своєму складі 6 нормальних блоків *ЗН* та один ключовий *ВК*, такий саме, як і у верхньому склепінні. Радіус окреслення внутрішньої поверхні блоків зворотного склепіння дорівнює 17,45 м. Товщина всіх блоків зворотного склепіння *ЗН* — 0,6 м.

Для другого варіанту оправи універсальної підземної споруди, яка має міжколію 13,9 м (при примиканні до торця пасажирської платформи шириною 11 м трьох стрічок ескалатору) до складу її верхнього склепіння входить 4 нормальних гладких залізобетонних блоків *ВН*, розпирний ключовий блок *ВК* та 2 укорочених блоки *ВНук* (рис. 2). Центральний кут охоплення верхнього склепіння — $107^{\circ}47'34''$. Радіус окреслення внутрішньої поверхні цього склепіння та товщина блоків *ВН* і *ВНук* мають такі саме значення, що і в оправі першого варіанту споруди станційного комплексу. Конструкція бокової стіни оправи та її елементів повністю аналогічна тій, що застосована у першому варіанті універсальної підземної споруди станційного комплексу. Лотковий опорний блок оправи цього варіанту споруди принципово не відрізняється від аналогічної конструкції першого варіанту, але має деякі незначні зміни у розмірах. Зворотне склепіння включає 4 нормальних блоків *ЗН*, розпирний ключовий блок *ВК*, що вже що вже використовувалися у першому варіанті оправи універсальної споруди, а також 2 укорочених блока *ЗНук*, якими замінені звичайні блоки *ЗП*, розташовані впритул до опорних блоків оправи.

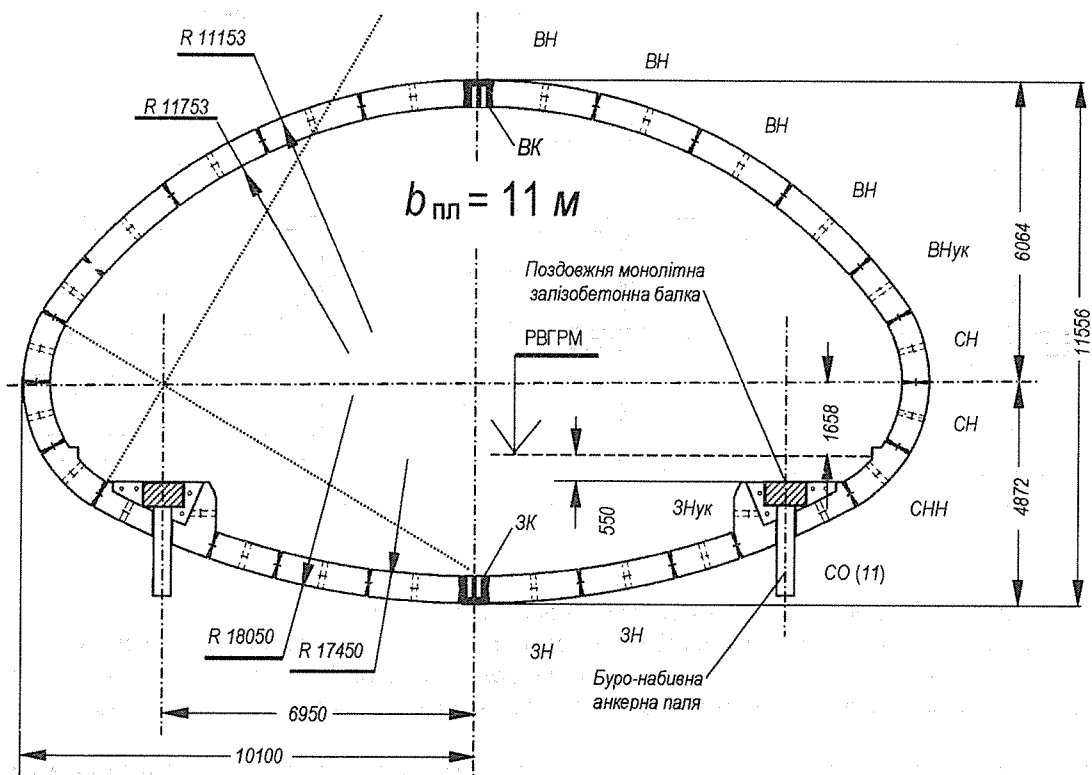


Рис. 2. Поперечний переріз універсальної споруди станційного комплексу з шириною міжколії 13,9 м

В кожному з розглянутих блоків оправи споруд за обома варіантами передбачається отвори традиційної конфігурації, які використовуються для захвату блоків під час транспортування та монтажу і для виконання нагнітання за оправу.

Таким чином, з 26 елементів кожного кільця оправи підземної станційної споруди тунельної 20 є універсальними і застосовані в її обох варіантах. Також незалежно від варіанту споруди залишаються незмінними радіуси окреслення як внутрішньої, так і зовнішньої поверхні верхнього та зворотного склепіння, і бокових стін оправи.

Конструктивні параметри оправи та її елементів призначаються на підставі інженерного розрахунку на всіх етапах будівництва та експлуатації універсальної підземної споруди станційного комплексу. Під час розробки креслень передпроектної технічної документації можливі деякі зміни, що впливають з конкретних місцевих умов спорудження та експлуатації ділянки метрополітену у місці розташування станційного комплексу. При цьому поряд з вимогами Стандарту [1] і Норм [2], [3], використовуються положення відомих рекомендацій [4], які базуються на досить широкому досвіді спорудження односклепистих станцій

метрополітену у Петербурзі. Згаданими рекомендаціями [4] також визначені гранично припустимі відхилення розмірів елементів оправи односклепистих станційних споруд від проектних.

Оправа універсальної односклепистої підземної споруди за своєю суттю є багат шарнірною конструкцією, попередньо обтиснутою в породу. Через це вузловим питанням конструювання такої оправи слід вважати розробку центрованих (шарнірних) радіальних стиків її блоків, а також розпірних устроїв, які забезпечують згадане обтиснення. Об'єднання всіх збірних залізо-бетонних елементів багат шарнірної оправи універсальної підземної споруди станційного комплексу виконується без застосування в'язів розтягу у кільцевих та радіальних стиках. В радіальних стиках блоків верхнього і зворотного склепіння, а також бокових стін оправи споруди забезпечується центрована передача зусиль за рахунок застосування піддатливих вініпластових прокладок товщиною 3 ... 5 мм, які забезпечують можливість незначних вільних взаємних поворотів у стиках сусідніх блоків, завдяки чому радіальні стики оправи можуть вважатися шарнірними (рис. 3). Фіксація взаємного положення сусідніх блоків в кожному стикі здійснюється за рахунок встановлення двох центруючих сталевих штирів діаметром 26 ... 40 мм довжиною 200 ... 300 мм, для чого у кожному торці блоків передбачається по два циліндричні гнізда діаметром, більшим за діаметр штирів на 1 ... 2 мм, і глибиною у половину їхньої довжини. Піддатливі вініпластові прокладки, застосовані у стиках, не тільки забезпечують їхню шарнірність, але і сприяють більш рівномірну передачу зусиль від блоку до блоку при можливих припустимих геометричних похибках під час виготовлення цих збірних залізобетонних виробів.

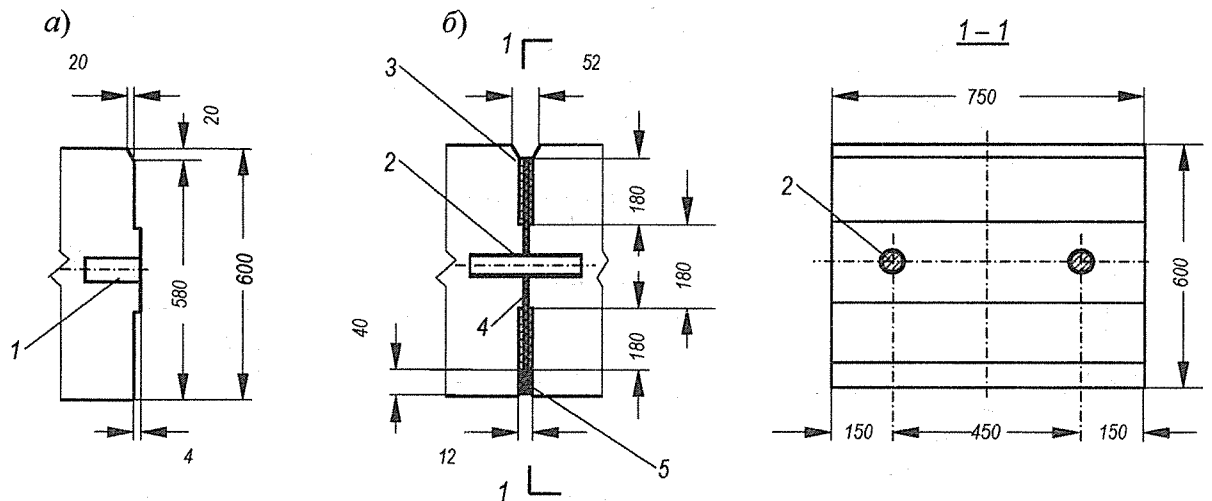


Рис. 3. Радіальний центрований стик блоків оправи універсальної споруди станційного комплексу: а — оформлення радіального торця блоку оправи, б — конструкція радіального стиків оправи; 1 — гніздо центрувального штиря, 2 — сталевий центрувальний штир, 3 — стикова прокладка з трьох шарів вініпласту, 4 — стикова прокладка з одного шару вініпласту, 5 — чеканочна канавка

На рис. 4. зображена конструкція ключового розпірного блоку, адаптована для застосування плоских розпірних домкратів, які використовувалися в склепіннях товщиною 700 мм і шириною 500 мм при будівництві односклепистих станцій Петербурзького метрополітену в кембрійських та протерозойських глинах.

Гідроізоляція як кільцевих, так і радіальних стиків в оправі здійснюється звичайною чеканкою швів за допомогою безусадочного цементу або БУС'у. Ця чеканка виконується після механічної стабілізації оправи та обтиснення стикових прокладок.

Конструкція ключового блоку оправи, яким замикаються верхнє та зворотнє, склепіння передбачає можливість розміщення усередині його двох плоских гідравлічних домкратів і використання цього блоку разом з домкратами як розпірного устрою для попереднього обтиснення оправи споруди станційного комплексу в породу.

Технічні вимоги на виготовлення та випробовування цих домкратів містяться у вже неодноразово згаданих відомчих рекомендаціях [4]. Там же наводяться відомості відносно обладнання для нагнітання цементного розчину у домкрати та практичні рекомендації щодо його використання.

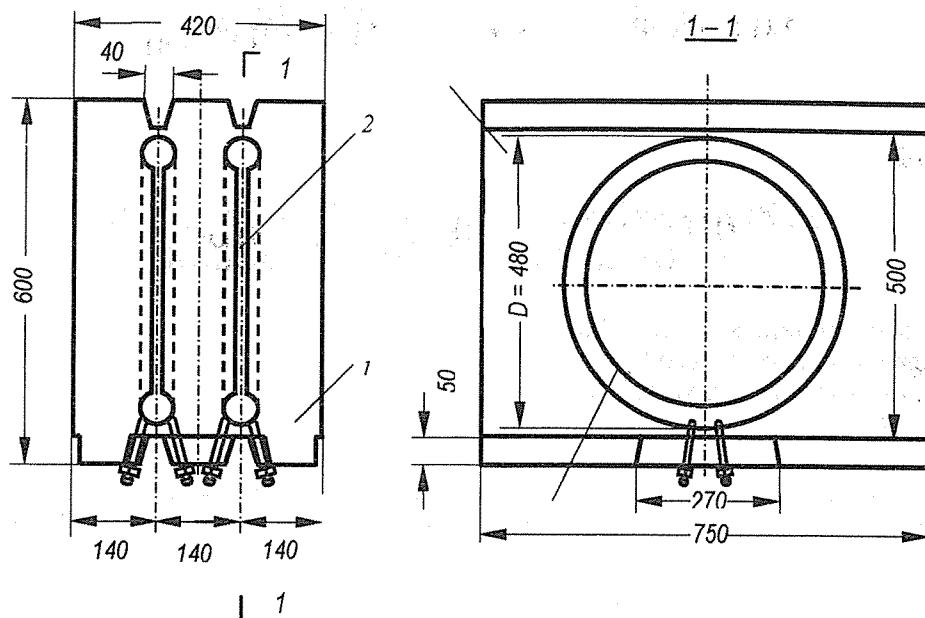


Рис. 4. Конструкція ключового розпирного пристрою верхнього та зворотного склепінь:
1 — залізобетонний ключовий блок оправи; 2 — плоский гідравлічний домкрат

Запропонована конструкція універсальної підземної споруди може бути застосованою для всіх складових частин станційного комплексу метрополітену, який споруджується під єдиним верхнім склепінням. Окрім основної платформної такими частинами можуть бути трансформаторне та щитове приміщення суміщеної трансформаторної підстанції (СТП), камери з'їздів, оборотні та відстійні тупики

Література

1. ГОСТ 2396180. Метрополитены. Габариты приближения строений, оборудования и подвижного состава. — М.: Издательство стандартов, 1980.
2. ДБН В.2.3-7-2003. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Метрополітени. — К.: Держбуд України, 2003.
3. Рекомендации по проектированию и строительству односводчатых станций в плотных устойчивых глинах типа протерозойских. ЦНИИС. — М.: 1979.
4. Айвазов Ю.М. Розрахунок тунельної оправи за умовами рівноваги її елементів. Зб. «Автомоб. дороги і дор. будівництво». Вип. VI. — К.: Будівельник, 1970.