

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Діхтяренко Людмила Вікторівна

УДК 624.15

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЩИТОВОЇ
ПРОХОДКИ ПЕРЕГІННОГО ТУНЕЛЮ МЕТРОПОЛІТЕНУ**

Спеціальність 184 Гірництво (Геотехнічне і міське підземне будівництво)

Автореферат
магістерської дисертації (за професійним спрямуванням)

Київ 2019

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник	Кандидат технічних наук, доцент Стовпник Станіслав Миколайович, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», завідувач кафедри геоінженерії

Захист відбудеться «___» грудня 2019 року о ___ годині на засіданні
ЕК кафедри геоінженерії у «КПІ ім Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м.
Київ-56, вул Борщагівська, 115, ауд.511.

Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. Освоєння підземного простору у великих містах є одним з затребуваних напрямків розвитку сучасної міської інфраструктури. В процесі проектування розробляються сучасні конструкції і методи будівництва, які прагнуть до зменшення їх вартості та підвищення технологічних характеристик споруд.

Досвід закордонних і вітчизняних країн свідчить про те, що з'являються зони найбільш активного і багаторівневого використання підземного міського середовища з комплексним поєднанням практично всіх видів підземних споруд, які в свою чергу, вимагають більш складного зонування порівняно з поверхневими об'єктами.

В процесі будівництва підземних споруд доцільним є забезпечення стійкості оточуючих порід. В залежності від геологічних та гідрогеологічних умов і глибини залягання об'єкту, будівництво здійснюють різними шляхами. Технологічно доцільним для мілкового закладання є відкритий спосіб (розробка котлованів), саме цей спосіб дозволяє влаштовувати споруди різного характеру і технічних параметрів. Для глибокого закладання використовують прохідницько-щитовий комплекс, який при розробці породи встановлює кріплення та вивантажує ґрунт на поверхню. В залежності від інженерно-геологічних умов застосовують механізовані або немеханізовані щити.

Оптимальний метод кріплення та забезпечення раціонального і безпечного використання підземного простору підбирається в залежності дії ґрунтового масиву з утримуючими конструкціями. Для визначення параметрів деформованого стану та навантажень на конструкцію огорожуючих споруд використовують комп'ютерне моделювання .

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі геоінженерії «КПІ ім. Ігоря Сікорського» відповідно до плану наукових досліджень кафедри і є складовою частиною НДР: «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій гірництва та геотехнічного будівництва (№ ДР 0115U005398), в яких автор брав участь як виконавець.

Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є удосконалення технології відновлення щитової проходки перегінного тунелю метрополітену.

Визначена мета досягається вирішенням наступних задач:

- вивчити та проаналізувати існуючі методи проходження щитовим комплексом тунелів метрополітену;
- проаналізувати та розробити метод продовження тунелю після демонтажу прохідницького щита;
- розробити метод по вийманню ґрунтової пробки з тунелю та пояснити яким чином буде монтуватися кріплення у цій ділянці перегінного тунелю.

Предметом дослідження є відновлення існуючого тунелю з його продовженням та удосконаленням технології проходки.

Об'єктом дослідження є розробка та виймання ґрунтової пробки з тупика тунелю та монтаж кріплення.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених в роботі завдань використано наступні методи досліджень: метод аналізу та узагальнення відомих результатів практичного досвіду при будівництві перегінних тунелів метрополітену прохідницькими щитами.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- запронований метод відновлення перегінного тунелю в зоні демонтажної камери;
- зменшення робіт при демонтажі щитового комплексу;

Особистий внесок здобувача. Усі результати дисертаційної магістерської роботи, які виносяться на захист, отримані автором самостійно.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні положення магістерської дисертації довідались на VI Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» (м. Житомир); II Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми геоінженерії та підземної урбаністики» 29-31 травня 2019 року; II науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (2019).

Структура і обсяг дисертації. Магістерська дисертація складається із вступу, ___ розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який містить найменувань. Основний текст викладено на ___ сторінках друкованого тексту, містить ___ рисунків, ___ таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, наведено методи проведення досліджень, показано практичне значення отриманих в дисертації результатів, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію.

У **першому** розділі проаналізовано проходницькі щити «Herrenknecht» та «WIRTH», проаналізовано нормативно-технічні вимоги при розробці тунелів щитовими комплексами.

Аналізуючи два проходницьких щитових комплексу «Herrenknecht» та «WIRTH» можна зробити висновок, що доцільним застосуванням при відновленні перегінного тунелю Сирецько-Печерської гілки метрополітену є щит «Herrenknecht», який механічно вкладає тюрінги та нагнітає бетонний розчин. Щитовий комплекс доцільно застосовувати при проходці тунелю глибокого закладання. При розробці породи за допомогою ріжучої головки та подальшого переміщення комплексу відбувається за допомогою щитових

домкратів по трасі перегінного тунелю. Для зменшення тертя між частками ґрунту, який розробляється та видається на поверхню, через піногенератор додається мастильний матеріал. Одночасно виконується видача породим шнеком на транспортерну стрічку з подальшим вивантаженням в автосамоскиди зі з'єднанням та нарощеним кузовом $V_{\text{куз}}=14\text{м}^3$. Породу транспортують до МЦК та видають козловим краном на поверхню. Монтаж елементів оправи відбувається за допомогою еректора. Доставка блоків оправи до щитового комплексу відбувається автосамоскидом. Нагнітання розчину за оправу відбувається через контрольні отвори в перше кільце оправи, яке вийшло з під оболонки щита. Розчин транспортують до щитового комплексу проводиться у бункер на автосамоскиді з наступною подачею його в зміщуючий резервуар. Даний метод розробки ґрунту є технічно доцільним в умовах щільної міської забудови та глибокому закладанні.

Нормативно-технічні вимоги для відновлення технології проходки перегінного тунелю прийняті відповідно до розроблених технологічних рішень, інженерно-геологічних умов, передбачений монтаж та демонтаж щитового комплексу, проведення перегінних тунелів та розробка тупиків. Ці норми встановлюють склад та зміст проектної документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт та технічне переоснащення будинків, будівель, споруд будь-якого призначення, їх комплексів або їх частин, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури. В процесі виконання будівельно-монтажних робіт контролюються геометричні параметри споруд та їх конструкція. Способи контролю, порядок та об'єм їх проведення розробляються на стадії ПВР, керуючись вказаними вище нормативними документами, з урахуванням прийнятих інженерних рішень. Для виконання найбільш складних робіт в ПВР розробляються додаткові інструкції. Додаткові вимоги до об'єктів галузевої специфіки встановлюються галузевими будівельними нормами та нормативними документами, прийнятими відповідно до законодавства.

На основі проведеного аналізу розглянутих аспектів практичного завдання сформульовано вищевказані мета і задачі роботи.

У другому розділі проведений аналіз матеріалів інженерно-геологічних вишукувань, геологічна та гідрогеологічна будова ділянки дослідження, фізико-механічні властивості ґрунтів на об'єкті будівництва лінії метрополітену на житловий масив Виноградар.

Обґрунтовано застосування технології відновлення прохідницького тунелю метрополітену та розробки тупика.

Процес вишукувань включає такі види та обсяги робіт:

- буріння свердловин до певної глибини дослідження;
- статичне зондування ґрунтів глибиною;
- відкачування з свердловин проб води на хімічний аналіз та визначення основних параметрів водоносного горизонту;
- визначення комплексу фізико-механічних властивостей ґрунтів для інженерно-геологічних цілей з відібраних зразків.

В межах ділянки досліджень присутні насипні ґрунти загальною потужністю до 9,8 м, нижче розташовані неоднорідні піски, супіски та суглинки, в деяких місцях присутній вміст будівельних залишків до 20%. Данні ґрунти характеризуються відносно сприятливими умовами.

Третій розділ

У третьому розділі розраховувалась обробка тунелю. Розрахунки показали високий рівень міцності. Розрахунки конструкції виконані з урахуванням взаємодії з навколишнім ґрунтовим масивом на навантаження: від вертикального і горизонтального тиску ґрунту; гідростатичного тиску; рухомого складу на автомобільних дорогах, а також на особливе поєднання навантажень, що складається з постійних, тимчасових навантажень та статичного навантаження, еквівалентного дії динамічного навантаження від дії ударної хвилі

Напруження в характерних точках поперечного перерізу тунелю

θ	Напруження, МПа	
	$\delta_{\theta in}$	$\delta_{\theta ex}$
$\theta; \pi$	0,24	2,29
$\pi/4; 3\pi/4$	1,66	1,47
$\pi/2$	3,09	0,66

Результати вигинаючих моментів і поздовжніх сил в перерізі обробки

θ	Внутрішні сили	
	М, МН· м	N, МН
$\theta; \pi$	-0,022	0,45
$\pi/4; 3\pi/4$	0,002	0,57
$\pi/2$	0,26	0,674

У четвертому розділі наведена ідея удосконалення проходки тупика перегінного тунелю за допомогою відбійних молотків з розбивкою породи на частини та вивантаженням її на поверхню, після чого встановлюється опалубка із залізобетонного кріплення і монолітного бетону з нагнітанням його за обробку.

Головною задачею по встановленню кріплення перегінного тунелю метрополітену являється:

- забезпечення надійності;
- довговічність;
- створення умов для стійкої експлуатації тунелю;
- забезпечення безперебійного руху потягів;

–безперебійну роботу усіх систем, обладнання та пристроїв, призначених для обслуговування пасажирів.

Бетонування конструкції включає у себе такі об'єми робіт:

- влаштування опалубки круглого перерізу;
- приймання на поверхні бетонної суміші;
- подача бетонної суміші до місця укладання;
- подача бетонної суміші за опалубку;
- ущільнення бетонної суміші.

Враховуючи геологію та гідрогеологію ділянки будівництва, глибину закладання тунелю, габарити наближення будівель та споруд, кліматичні та сейсмічні умови, експлуатаційні вимоги, способи виконання робіт, трудомісткість робіт та економічність комбінована конструкція з монолітного бетону і залізобетонної обробки є доцільною.

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація є завершеною інженерно-дослідною роботою, в якій на основі вихідних даних про інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови, характеристик та аналізу про удосконалення відновлення технології щитової проходки перегінного тунелю метрополітену та розробки тупиків.

Основні практичні результати роботи полягають у тому, що:

- при удосконаленні перегінного тунелю метрополітену на житловий масив Виноградар доцільно застосовувати прохідницький комплекс «Herrenknecht»;
- удосконаленням розроблення тупика є розробка ґрунту відбійними молотками з вивантаженням породи на поверхню та встановлення зворотнього кріплення в перегінному тунелі метрополітену.
- комбінована конструкція перегінного тунелю із бетонною та залізобетонною обробкою є техніко-економічно доцільною та має суттєві переваги.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Діхтяренко Л.В., Стовпник С.М. «Особливості проходки тунелів метрополітенів прохідницькими щитами» матеріали VI Всеукраїнській науково-практичної конференції студентів,аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів»(м.Житомир,2019);
2. Мусихін М.Ю., Діхтяренко Л.В. «Перспективність застосування дворівневого методу будівництва ліній метрополітену» матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми геоінженерії та підземної урбаністики» Київ, 2019 рік;
3. Діхтяренко Л.В. «Удосконалення технології відновлення щитової проходки перегінного тунелю метрополітену» матеріали II науково-технічної конференції магістрантів ІЕЕ (2019).

АНОТАЦІЯ

Діхтяренко Л.В. Удосконалення технології відновлення щитової проходки перегінного тунелю метрополітену. – Рукопис.

Магістерська дисертація за спеціальністю 184 Гірництво. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2019.

Дисертацію присвячено розробці технології відновлення щитової проходки перегінного тунелю метрополітену. У роботі вирішено науково-технічне завдання з'єднання двох перегінних тунелів при відновленні їх проходки.

На основі проектних креслень встановлено раціональні параметри конструктивних рішень та характеристик матеріалів перегінного тунелю, а також надано рекомендації до реалізації відповідно до техніко-економічного обґрунтування.

Встановлено доцільність застосування прохідницького комплексу «Herrenknecht» для проходки перегінного тунелю метрополітену на житловий масив Виноградар. Рекомендоване розроблення вибою тупика відбійними молотками з вивантаженням породи на поверхню та встановленням зворотнього кріплення в перегінному тунелі метрополітену.

Ключові слова: перегінний тунель, прохідницький щитовий комплекс, відновлення технології, розробка тупика.

АННОТАЦИЯ

Дихтяренко Л.В. Совершенствование технологии восстановления щитовой проходки перегонного тоннеля метрополитена. - Рукопись.

Магистерская диссертация по специальности 184 Горное дело. - Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» МОН Украины, Киев, 2019.

Диссертация посвящена разработке технологии восстановления щитовой проходки перегонного тоннеля метрополитена. В работе решено научно-техническое задание соединения двух перегонных тоннелей при восстановлении их проходки.

На основе проектных чертежей установлено рациональные параметры конструктивных решений и характеристик материалов перегонного тоннеля, а также даны рекомендации к реализации в соответствии с технико-экономическим обоснованием.

Установлена целесообразность применения проходческого комплекса «Herrenknecht» для проходки перегонного тоннеля метрополитена на жилой массив Виноградарь. Рекомендовано разработка забоя тупика отбойными молотками с выгрузкой породы на поверхность и установлением обратного крепления в перегонном тоннеле метрополитена.

Ключевые слова: перегонный тоннель, проходческий щитовой комплекс, технология проходки, разработка тупика.

ANNOTATION

Dikhtyarenko L.V. Improving the technology for the restoration of the shield penetration of the distillation underground tunnel. - The manuscript.

Master's thesis in specialty 184 Mining. - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kiev, 2019.

The dissertation is devoted to the development of the technology for the restoration of the shield penetration of the distillation underground tunnel. In the work, the scientific and technical task of connecting two distillation tunnels during the restoration of their penetration was solved.

On the basis of the design drawings, rational parameters of the structural solutions and characteristics of the materials of the distillation tunnel were established, and recommendations for implementation in accordance with the feasibility study were also given.

The expediency of using the Herrenknecht tunneling complex for driving the distillation underground tunnel to the Vinogradar housing estate has been established. It is recommended to develop a face for a dead end with jackhammers with unloading the rock to the surface and installing back fastening in the distillation subway tunnel.

Key words: distillation tunnel, tunneling complex, tunneling technology, deadlock development.