

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню магістра**

студента Жумара Сергія Вадимовича  
(ПІБ)

академічної групи 184м-18-1 ФБ  
(шифр)

спеціальності 184 «Гірництво»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Гірництво / Будівельні геотехнології та геомеханіка  
(офіційна назва)

на тему «Проект спорудження похилого ескалаторного тунелю станції «Історичний музей» Дніпровського метрополітену»  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
1				
2				
3				
4				
5				

<b>Рецензент</b>				
------------------	--	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>				
-----------------------	--	--	--	--

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
будівництва, геотехніки і геомеханіки

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню магістра**

студенту(ці) Жумар С.В. академічної групи 184м-18-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 «Гірництво»

за освітньо-професійною програмою Гірництво / Будівельні геотехнології та геомеханіка

(офіційна назва)

на тему «Проект спорудження похилого ескалаторного тунелю станції «Історичний музей» Дніпровського метрополітену»,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_.2019 р. № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальні відомості	Гірничо-геологічні умови; Загальні відомості про територію будівництва; Клімат; Геоморфологія і рельєф; Геологічна будова; Гідрогеологічні умови.	
Спецрозділ	Обґрунтування спеціальних заходів при спорудженні об'єкту в зв'язку з наявністю значного водопритоку	
Розрахунок технологічних параметрів	Підготовчі та допоміжні роботи; Спорудження тимчасового оголовка похилого тунелю; Проходка ділянки похилого тунелю по наносним породам; Проходка передової виробки; Розробка перетину до проектного контура.	
Охорона праці та промислова безпека	Шкідливі виробничі фактори; Небезпечні виробничі фактори; Інженерні заходи з охорони праці; Заходи з техніки безпеки; Заходи з охорони навколишнього середовища.	
Техніко-економічні показники	Етапи робіт та договірна ціна; Календарний графік.	

**Завдання видано**

\_\_\_\_\_

(підпис керівника)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

**Дата видачі** \_\_\_\_\_

**Дата подання до екзаменаційної комісії** \_\_\_\_\_

**Прийнято до виконання**

\_\_\_\_\_

(підпис студента)

С.В. Жумар

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., 4 рис., 2 табл., 5 додатки., 15 джерел.

### МЕТРОПОЛІТЕН, ЕСКАЛАТОРНИЙ ТУНЕЛЬ, ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ, СПЕЦІАЛЬНІ СПОСОБИ, ЗАМОРОЖУВАННЯ ПОРІД

Об'єкт розробки – похилий ескалаторний тунель станції метро «Музейна» дніпровського метрополітену.

Мета дипломного проекту – розробити проект технічних і організаційних рішень при спорудженні похилого ескалаторного тунелю.

Результати та їх новизна. Виконано аналіз гірничо-геологічних і гідро-геологічних умов ділянки будівництва. Обґрунтовано комплекс спеціальних заходів при спорудженні об'єкту в зв'язку з наявністю значного притоку води. Виконаний розрахунок проектних показників заморожування порід. Обрані і розраховані основні технологічні параметри спорудження об'єкта. Розглянуто загальні питання охорони праці та питання промислової безпеки. Виконано розрахунки вартості робіт та отримані відповідні техніко-економічні показники проекту.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки НТУ «Дніпровська політехніка» в області геотехніки і геомеханіки.

Сфера застосування – технології спорудження гірничих виробок спеціальним способом.

Практичне значення проекту полягає в можливості використання технології пов'язаних зі значним скороченням термінів виконання робіт в цивільному і промисловому будівництві, а також зниженням вартості будівництва при проведенні похилих ескалаторних тунелів.

## ABSTRACT

Explanatory note: 75 pp., 4 figures, 2 tables., 5 supplements., 15 sources.

METROPOLITAN, ESCALATOR TUNNEL, TECHNICAL DESIGN,  
SPECIAL WAYS, FREEZING OF BREEDS

The object of development is an oblique escalator tunnel of the metro station "Museum" of the Dnieper subway.

The purpose of the diploma project is to develop a draft of technical and organizational solutions for the construction of an inclined escalator tunnel.

Results and their novelty. The analysis of mining-geological and hydro-geological conditions of the construction site is carried out. The complex of special measures for the construction of the facility due to the presence of significant water inflow is justified. Calculation of design indicators of freezing of rocks was carried out. The basic technological parameters of construction of the object are selected and calculated. General labor and industrial safety issues are considered. The cost of the works was calculated and the corresponding technical and economic indicators of the project were obtained.

Interconnection with other works - continuation of innovative activity of the department of construction, geotechnics and geomechanics of NTU "Dnipro university of technology" in the field of geotechnics and geomechanics.

Scope - Mining technology in a special way.

The practical significance of the project is the ability to use technology associated with a significant reduction in the timing of work in civil and industrial construction, as well as reducing the cost of construction of inclined escalator tunnels.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Загальні відомості про об'єкт будівництва .....	9
1.1 Гірничо-геологічні умови .....	9
1.2 Ситуація, що склалася на початок будівництва .....	9
1.3 Загальні відомості про територію будівництва .....	9
1.4 Клімат .....	10
1.5 Геоморфологія і рельєф .....	12
1.6 Геологічна будова .....	13
1.7 Гідрогеологічні умови.....	16
2 Обґрунтування спеціальних заходів при спорудженні об'єкту в зв'язку з наявністю значного водопритоку .....	19
2.1 Призначення і характеристика спеціальних способів робіт .....	19
2.2 Коротка характеристика способу і робіт .....	20
2.3 Розрахунок проектних показників заморожування порід.....	27
2.3.1 Розрахунок процесу заморожування гірських порід.....	27
2.3.2 Технологія виконання робіт .....	33
3. Розрахунок технологічних параметрів при спорудженні об'єкта.....	35
3.1 Підготовчі та допоміжні роботи.....	35
3.2 Спорудження тимчасового оголовка похилого тунелю.....	36
3.2.1 Розрахунок обсягів земляних робіт.....	36
3.2.2 Необхідна кількість самоскидів для ведення земляних робіт .....	37
3.2.3 Технологія виконання робіт .....	38
3.3 Проходка ділянки похилого тунелю по наносним породам .....	39
3.4 Проходка передової виробки.....	41
3.4.1 Технологія виконання робіт .....	41
3.4.2 Розрахунок параметрів БВР.....	41
3.5 Розробка перетину до проектного контура.....	43
3.5.1 Технологія виконання робіт .....	43
3.5.2 Розрахунок паспорта БВР .....	45

	6
4 Охорона праці та промислова безпека .....	48
4.1 Шкідливі виробничі фактори .....	48
4.2 Небезпечні виробничі фактори .....	48
4.3 Інженерні заходи з охорони праці .....	50
4.4. Заходи з техніки безпеки .....	52
4.5 Заходи з охорони навколишнього середовища .....	54
5 Техніко-економічні показники .....	55
5.1 Етапи робіт та договірна ціна .....	55
5.2 Тривалість спорудження тимчасового оголовка .....	56
5.3 Тривалість спорудження похилого тунелю в наносних ґрунтах .....	57
5.4 Тривалість спорудження передової виробки .....	57
5.5 Тривалість спорудження похилого тунелю в скельних породах .....	57
Загальні висновки .....	59
Список використаних джерел .....	60
Додаток А. Кошториси .....	62
Додаток Б. Відгуки та рецензії .....	72

## ВСТУП

Зростаючі обсяги житлового і комунального будівництва, подальший розвиток дорожньо-транспортних мереж, зведення нових інженерних об'єктів і споруд, промислових підприємств вимагають відведення значної частини міської території, дефіцит якої, особливо в центральних районах міст з кожним роком зростає.

При цьому в великих містах все гостріше відчувається нестача земельних ділянок для розбивки нових скверів і парків, створення пішохідних зон, спортивних майданчиків тощо. Тому необхідне підвищення щільності забудови, утворення нових штучних рівнів, використання об'ємних містобудівних рішень

Сучасні міста розширюються не тільки по горизонталі, але і по вертикалі з використанням наземного і підземного простору. Вертикальне зонування сприяє розділенню транспортних і пішохідних потоків, транзитного і місцевого, швидкісного і звичайного транспорту. При цьому можливі різні варіанти розташування транспортних магістралей і пішохідних шляхів: в рівень з землею, над землею або під землею.

Успішному вирішенню міських транспортних проблем сприяє комплексне освоєння і використання підземного простору, тобто розміщення під землею різних об'єктів і споруд для пропуску транспорту та прокладання інженерних комунікацій, тимчасових і постійних стоянок автомобілів, об'єктів інженерного обладнання, підприємств торгівлі, комунального обслуговування тощо.

Будівництво підземних об'єктів в містах повинно здійснюватися комплексно і планомірно, щоб вони створювали з наземними і надземними спорудами єдину взаємопов'язану просторову систему. В першу чергу мають освоюватися центральні райони міста, що мають найбільший дефіцит в вільних територіях і максимально завантажені транспортом, з урахуванням природного рельєфу місцевості (пагорбів, височин, укоси,

гірських схилів і тощо), що в значній мірі полегшує влаштування підземних шляхів.

Комплексне використання підземного простору обмежує подальше зростання території великих і найбільших міст і дозволяє радикально вирішити численні містобудівні, транспортні, інженерні та соціальні завдання.

Створення ж великого числа підземних споруд в містах пов'язане з певними труднощами, що виникають на стадії вишукувальних робіт, проектування будівництва і експлуатації споруд. Складний і вибір раціонального об'ємно-планувального рішення підземної споруди і ув'язка його з архітектурним ансамблем прилеглих наземних споруд.

Для зв'язку окремих підземних ярусів між собою і зв'язку їх з поверхнею землі, а також з іншими підземними та наземними спорудами необхідний пристрій горизонтального, вертикального або похилого транспорту, такого як рухомі тротуари, ліфти і ескалатори.



## **1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ БУДІВНИЦТВА**

### **1.1 Гірничо-геологічні умови**

Ділянка будівництва похилого ескалаторного тунелю в геоморфологічному відношенні приурочений до першої пізньочетвертинної правобережної тераси р. Дніпро. Рельєф рівний, з незначним ухилом в північному напрямку в бік р. Дніпро. Траса похилого ескалаторного тунелю пролягає в наносних породах, представлених супісями лесових, суглинками лесових і твердими червоно-бурими глинами, а так само в скельних породах, представлених тріщинуватими плагіогранітами.

### **1.2 Ситуація, що склалася на початок будівництва**

На початок будівництва на місці розташування майбутнього будмайданчика знаходиться зелена зона проспекту Дмитра Яворницького, представлена клумбами з квітами і невеликою кількістю дерев.

### **1.3 Загальні відомості про територію будівництва**

Основні дослідження по трасі «І-ї черги будівництва метрополітену в м. Дніпропетровськ» для розробки документації на стадії «Проект» виконані в 1980р. УкрВостокГІНТІЗ із залученням інших вишукувальних організацій.

В наступні роки на окремих ділянках траси проводилися додаткові дослідження з метою уточнення глибини залягання покрівлі скельних порід, їх фільтраційних параметрів; поширення зон каолінізації. Крім того, в межах траси першої черги метрополітену, що будується різними проектно-вишукувальними організаціями міста неодноразово проводилися

інженерно-геологічні дослідження для промислово-цивільного будівництва.

Матеріали досліджень включали виробництво бурових робіт, геофізичних, польових дослідних і дослідно-фільтраційних досліджень; лабораторні випробування скельних порід і ґрунтів осадового комплексу; вивчення архівних і фондкових матеріалів, камеральну обробку отриманих результатів, з подальшою ув'язкою з наявними архівними матеріалами, що стосуються району пошуків. Крім того, в 1999 - 2009 р., проводилися інструментальні високоточні геодезичні вимірювання та спостереження за деформаціями фундаментів (осад) будівель, розташованих в зоні впливу стовбурів №N11, 12, 14, 15, 16.

У 2012 р. для коригування проекту, першої черги метро, що будується, фахівцями ДП ДГП «Дніпроградпроект» виконана камеральна обробка матеріалів досліджень 1979 - 2012 р.

Матеріали узагальнень по інженерно-геологічних вишукуванням були випущені в вигляді «Звіту, Том 1а Інженерна геологія» ДП ДГП «Дніпроградпроект» 2012 р.

При складанні даного звіту, із залученням фахівців ТОВ НВП «ГІНТІЗ» м. Дніпра, виконувався додатковий збір і аналіз архівних матеріалів інженерно-геологічних робіт поблизу точок досліджень, що проводилися дослідницькими організаціями аж до 2017 року.

#### **1.4 Клімат**

Згідно архітектурно-будівельного районування території України (ДСТУ-Н В.1.1-27: 2010) р. Дніпро знаходиться в 11 кліматичному районі - Південно-Східному (Степовому). Клімат помірно-континентальний, характеризується м'якою і малосніжною зимою з частими відлигами і тривалим жарким літом є типовим для степового півдня України.

Середньорічна багаторічна температура повітря становить  $+ 8,5^{\circ}\text{C}$ . Для температурного режиму р. Дніпро характерні значні амплітуди добового ходу температур: влітку  $14-16^{\circ}\text{C}$ , річні амплітуди досягають  $23^{\circ}\text{C}$ . Тривалість періоду з середньодобовою температурою меншою і рівною  $0^{\circ}\text{C}$  досягає 111 днів.

Середньомноголітня кількість опадів становить 513 мм.

Максимальна річна сума опадів зафіксована в 1997 р. - 804,1 мм, а мінімальна в 1921 р. - 251 мм. Основна кількість опадів випадає в теплий період року, опади часто носять характер короткочасних злив інтенсивністю до 3 мм/хв. Протягом літа бувають тривалі посушливі періоди.

Вологість повітря змінюється протягом року від 60 до 88%, в середньому дорівнює 73%.

Інтенсивність випаровування з поверхні землі досягає 470 - 500 мм, з водної поверхні - до 800 мм. За співвідношенням кількості опадів і величин випаровування р. Дніпро належить до зони з недостатньою вологістю.

Глибина промерзання ґрунту - 0,9 м, найменша - 0.14 м, найбільша - 1.23 м.

Повторюваність напрямків вітру в значній мірі залежить від сезону року. Навесні переважно вітри південного і південно-східного напрямків. Влітку перевага вітрів північної чверті. Найбільша кількість штилів припадає на літньо-осінній період.

Територія Дніпропетровської області відноситься до III району. При цьому, один раз в 20 років може бути зафіксований вітер силою 33 м/сек. Вітер, швидкість якого становить 23 м/сек., в Дніпрі спостерігається 1 раз на рік, 26 м/сек. - 1 раз в 5 років, 28 м/сек. - 1 раз 10 років, 29 м/сек. - 1 раз в 15 років.

Характерними особливостями клімату є:

значні коливання температур протягом року, місяця, сезону;

зливовий характер літніх дощів з інтенсивністю до 3 мм/хв;

часті відлиги взимку, і, в зв'язку з цим нестійкий сніговий покрив;

інтенсивне весняне сніготанення протягом 10-20 днів;  
значний дефіцит вологості, яка досягає в літній період 14,1 мб,  
середньорічний дефіцит вологості становить 3,5-5,5 мб.

### **1.5 Геоморфологія і рельєф**

Траса першої черги будівництва метрополітену прокладається в правобережній частині м. Дніпро, яка знаходиться в межах лесової рівнини Придніпровської височини.

Правобережжя Дніпра характеризується наявністю п'яти надзаплавних терас, які переходять в вододільне Лесове плато.

Від русла р. Дніпро до вододілу територія розчленована яружно-балочною мережею. Густина розчленування становить 0,3 - 0,4 км, глибина ерозійного врізу 30 - 40 м.

Від пікету ПК131 до ПК154 траса проходить в межах другої і третьої надзаплавних терас; від пікету 155 до пікету 158, перетинає четверту і п'яту тераси і виходить на правий схил дніпровського вододілу, а від ПК 173 до Порталу - Південний (ПК 176) знову перетинає надзаплавні тераси. Абсолютні позначки поверхні землі в Балтійській системі висот змінюються від 56 м до 127 м (в межах майданчиків досліджень від 56,61 м до 125,15 м.

В межах проходження траси метрополітену природний рельєф не зберігся.

В результаті господарської діяльності людини при освоєнні міської території сформувалися техногенні форми рельєфу - поверхню сплановано, організовано відведення поверхневих вод, побудовані дорожні покриття і всілякі будівлі і споруди тощо.

## 1.6 Геологічна будова

Територія м. Дніпро знаходиться на стику двох великих структур: - Українського кристалічного щита (східна околиця - Дніпровський антиклинорій) і Дніпровсько-Донецької западини. Дніпровський антиклинорій охоплює правобережну частину міста.

Інтенсивне занурення антиклинорія відзначається з півдня на північ. Крила його асиметричні, з розмахом до 20 км і ускладнені рядом складок більш високих порядків. Структурний план складний, має блокову будову, пов'язану з великими тектонічними порушеннями.

Геологічна будова району досліджень складне, обумовлено геоструктурою і геоморфологічною приуроченістю, а також тектонікою.

У вертикальному геологічному розрізі виділяють два структурних поверхи. Нижній - жорсткий, представлений архей-протерозойськими (АЯ-РЯ докембрійськими) магматичними і метаморфічними скельними породами; верхній складний кайнозойськими осадовими утвореннями і корою вивітрювання докембрійських кристалічних утворень, що сформувалася в мезозой - кайнозойської період (М2-К2).

За петрографічного складу породи нижнього структурного поверху представлені:

- плагіограніти, найбільш поширені в межах території будівництва, характеризуються - щільністю частинок -  $2,63 - 3,03 \text{ г/см}^3$ ; щільністю -  $2,55 - 2,83 \text{ г/см}^3$ ; тимчасовим опором одноосьовому стиску в повітряно сухому стані 111 - 255 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску у водонасиченому стані - 108 - 240 МПа;

- гранітами лейкократовими аплітоїдними і пегматоїдними, що залягають у вигляді крутопадаючих тіл шириною від декількох сантиметрів до 120 метрів, характеризуються - щільністю частинок -  $2,63 - 2,85 \text{ г/см}^3$ ; щільністю -  $2,56 - 2,84 \text{ г/см}^3$ ; тимчасовим опором одноосьовому стиску в

повітряно сухому стані 168 - 272 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску у водонасиченому стані - 157 - 259 МПа;

- гранітами біотитовими і біотит-роговообманковими, мають обмежене поширення у вигляді круто падаючих твл потужністю до 10 м, характеризуються - щільністю частинок - 2,63 - 2,78 г/см<sup>3</sup>; щільністю - 2,55 - 2,73 г/см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одноосьовому стиску в повітряно сухому стані 119 - 240 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску в водонасиченому стані - 111 - 210 МПа;

- діоритами і гранодіоритами, мають обмежене поширення у вигляді круто падаючих тел потужністю до 2-6 м, характеризуються - щільністю частинок - 2,65 - 2,94 г/см<sup>3</sup>; щільністю - 2,57 - 2,86 г/см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одноосьовому стиску в повітряно сухому стані 119 - 205 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску у водонасиченому стані - 103 - 175 МПа;

- гнейсами, зустрічаються порівняно часто у вигляді дрібних ксенолитів (10 - 15 см) і рідше великих (до 10 м) серед гранітоїдів, характеризуються - щільністю частинок - 2,67 - 2,79 г/см<sup>3</sup>; щільністю - 2,59 - 2,73 г/см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одноосьовому стиску в повітряно сухому стані 133 - 216 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску у водонасиченому стані - 113 - 181 МПа;

- амфіболітами, що зустрічаються у вигляді дрібних ксенолитів серед магматичних порід потужністю не більше 5 - 6 м, характеризуються - щільністю частинок - 2,65 - 2,98 г/см<sup>3</sup>; щільністю - 2,54 - 2,87 г/см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одноосьовому стиску в повітряно сухому стані 59 - 106 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску в водонасиченому стані - 53 - 96 МПа;

- мігматитами, що утворилися за рахунок гранітизації гнейсів і амфіболітів, зустрічаються рідко, характеризуються - щільністю частинок - 2,65 - 2,85 г/см<sup>3</sup>; щільністю - 2,55 - 2,77 г/см<sup>3</sup>; тимчасовим опором

одноосьовому стиску в повітряно сухому стані 133 - 231 МПа; тимчасовим опором одноосьовому стиску в водонасиченому стані - 117 - 185 МПа.

Як видно з наведених характеристик, властивості різних петрографічних різновидів скельних порід дуже близькі і поділ скельних порід на окремі елементи по петрографічним ознаками практичного значення не має.

Скельні породи, нижнього структурного поверху, розбиті численними великими і дрібними (регіональними і локальними) тектонічними порушеннями на брили і блоки уздовж яких розвинута мережа дрібних розломів і зон тріщинуватості. Покрівля скельних порід нерівна, що пов'язано з неоднорідністю їх петрографічного складу і тектонікою території, цим же зумовлена неоднорідність складу і потужності кори вивітрювання (елювіальний ґрунтів).

Давня кора вивітрювання скельних порід (eMZ-KZ) характеризується тривалим процесом формування, складним складом і різним геологічним віком. Профіль кори вивітрювання характеризується зональністю і вираженим латеритним виглядом, нестриманістю по глибині і площі розвитку, а також поділяється на три зони. Безпосередньо на материнській основі лежать продукти вилуговування і дезінтеграції заміщення первинних мінералів, які ще зберегли первинні структурні ознаки породи (обломочно-брилові зона кори вивітрювання). Друга зона кори вивітрювання - дресвяно-щебенева, представлена дресвой і щебенем материнської скельної породи з піщано-глинистим каолінізованим заповнювачем. Третя зона представлена пилювато-глинистими продуктами розкладання материнської породи (дисперсна зона).

За характером переробки скельних ґрунтів зустрінуті зони каолінізації, дроблення, дуже сильною і сильною тріщинуватістю. Потужності зон поблизу покрівлі скельного масиву досягають 5-20 м. Падіння тріщинуватих зон від крутого до вертикального. Напрямок падіння зон різноманітній, а можливі окремі пологі порушення. Уздовж розломів і

супроводжуючих їх зон тріщинуватості потужність кори вивітрювання збільшується до декількох десятків метрів.

Стародавні скельні породи і ґрунти кори вивітрювання повсюдно перекриті товщею кайнозойських осадових відкладень різного генетичного типу.

Четвертинні відклади представлені комплексом:

- на першій надзаплавній терасі р. Дніпро верхньочетвертинними алювіальними (Аш), алювіально-делювіальними (АБШ) і среднечетвертинних флювіоглаціальними (fgH) піщано-глинистими і гравелистими відкладеннями;

- на високих терасах і водороздільному схилі річки Дніпро; алювіально-делювіальні (ЕБП-Ш) і еолово-делювіальні (vdn-Ш) супісі і суглинки, які підстилаються ніжньочетвертинними делювіальними (БІ) суглинками і глинами або неогеновими пісками (Nis). Горизонти і шари не завжди витримані по потужності і протиранню.

На першій надзаплавній терасі, на окремих ділянках в підшві четвертинних відкладень, зустрінуті піски і піщанисті глини харківської свити палеогену (РзсЬ), а на вододільних ділянках на значній частині території четвертинні відкладення залягають на неогенових пісках або корі вивітрювання гранітів.

З поверхні покривні відкладення практично повсюдно перекриті техногенними насипними (НУ) ґрунтами.

### **1.7 Гідрогеологічні умови**

Гідрогеологічні умови на більшій частині траси характеризуються наявністю одного безнапірного водоносного комплексу, до складу якого входять різновікові, неоднорідні за складом і фільтраційним властивостям породи, а саме:

- алювіально-делювіальні піщано-глинисті ґрунти;



- лесові супесчано-суглинні відкладення четвертинного віку;
- піски неогенового і палеогенового віку;
- дресвяно-щебінисті і обломочно-брилові зони кори вивітрювання гранітів;
- тріщинуваті граніти.

На вододілі і схилі долини, при наявності водоупора, в водоносних горизонтах (комплексах), приурочених до кори вивітрювання і тріщинуватих скельних порід з'являється натиск.

Роль відносного водоупора між четвертинним водоносним горизонтом і водоносним комплексом зони тріщинуватості гранітів і кори вивітрювання виконують суглинки, глини і каоліни. На увазі не витриманою потужності водотривких порід по простяганню, між водоносними горизонтами існує постійний гідравлічний зв'язок.

Джерелами харчування водоносного комплексу є витік з водогінних комунікацій, приплив з гіпсометричної вищерозташованої території і інфільтрація атмосферних опадів. Областю розвантаження підземних вод є річка Дніпро.

На ділянках відсутності витриманого по площі водотривкого шару, четвертинний водоносний горизонт і води кристалічних порід мають: єдиний усталений рівень підземних вод; тісний гідравлічний зв'язок, обумовлений загальними джерелами живлення і областю розвантаження (р. Дніпро).

Характерною особливістю гідрогеологічних умов є розвиток тріщинних вод в кристалічних породах докембрію. Водонаповненість тріщинуватої зони кристалічних порід обумовлена, в основному, інтенсивністю тріщинуватості, ступенем кольматации тріщин і характеризується нерівномірністю як у вертикальному розрізі, так і по площі розвитку. Водопровідність змінюється від низької до високої; коефіцієнт водопровідності - від 3,5 до 10,4 м<sup>2</sup>/добу.

Хімічний склад тріщинних вод відрізняється непостійністю. Його мінливість пояснюється гідравлічної зв'язком з встановленими вище водоносними горизонтами. За типом мінералізації води змішані, від гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридних до хлоридно-сульфатних і гідрокарбонатних. Мінералізація змінюється від 0,67 до 1,97г/дм. Підземні води не агресивні до всіх марок бетону на будь-якому вигляді цементу.

## **2 ОБҐРУНТУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗАХОДІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ОБ'ЄКТУ В ЗВ'ЯЗКУ З НАЯВНІСТЮ ЗНАЧНОГО ВОДОПРИТОКУ**

### **2.1 Призначення і характеристика спеціальних способів робіт**

Згідно загальнодоступним даним проходка тунелів і розробка котлованів часто ускладнюються при наявності води в розроблюваних ґрунтах.

У скельних ґрунтах, вапняках, пісковиках, гранітах та інших стійких ґрунтах воду відводять від забою по дренажним канавам або відкачують за допомогою насосів.

Для забезпечення безперешкодного відведення води в таких умовах проходку прагнуть вести на підйом.

Однак бувають випадки, коли великі притоки води, особливо напірної, сильно ускладнюють і уповільнюють розробку ґрунту.

Великі труднощі виявляються при проходженні стволів або похилих тунелів, де відведення води від забою по ухилу неможливий, а пристрій зумпфів (колодязів) для відкачування води насосами утруднено.

При насиченні водою мулистих, піщаних, піщано-глинистих ґрунтів забій стає нестійким, відбувається винос водоносного ґрунту з-під кріплення забою в вироблення.

Для подолання ділянок зі складними гідрогеологічними умовами необхідно забезпечити стабілізацію ґрунту у вибої або виключити потрапляння води в підземну вироблення або котлован, тобто створити такі умови, при яких проходку вироблення або розробку котловану можна було б вести звичайними способами: щитовим, суцільного забою, уступної, поярусно розробкою котлованів і ін.

Застосування спеціальних способів на період виконання робіт по зведенню постійного кріплення вироблення дозволяє змінити фізико-

механічні властивості ґрунтів , в яких проходять тунель, підвищити їх міцність і стійкість, усунути приплив води (частково або повністю).

З урахування всіх вихідних даних в роботі в якості спеціальних засобів прийняте штучне заморожування ґрунтів.

При цьому способі воду з ґрунту не видаляють, а заморожують її разом з ґрунтом за допомогою спеціальних пристроїв – заморожуючих колонок. В результаті заморожування при поступовому відборі тепла від ґрунту створюється льодоґрунтовий масив, який має велику механічну міцність і повністю водонепроникний. Штучне заморожування застосовують при проходці виробок, зведення тунельної обробки і її гідроізоляції. Після закінчення цих робіт відбувається відтавання ґрунтів і відновлення їх природного стану з подальшою передачею гірського і гідростатичного тиску на зведену постійну кріплення.

## **2.2 Коротка характеристика способу і робіт**

Штучне заморожування ґрунтів при будівництві метрополітенів застосовують при проходженні стволів шахт, ескалаторних тунелів, перегінних тунелів, будівництво станцій закритого способу, розробці котлованів під спорудження метрополітену зводяться відкритим способом. Штучне заморожування ґрунтів дозволяє створити міцне огороження із замороженого ґрунту, що перешкоджає проникненню в споруджаєму виробку ґрунтової води або водонасичених нестійких ґрунтів.

Для заморожування ґрунтів зазвичай використовують так званий холодильний агент (холодоагент). Зазвичай в якості холодоагенту застосовують охолоджений водний розчин хлористого кальцію (розсіл), який має здатність залишатися рідким при негативних температурах. Такий розсіл, охолоджений на заморожуючій станції, за системою труб подають до заморожуючих колонок, опущеним в пробурені свердловини.

Для створення льодогрунтової огорожі попередньо по контуру майбутньої виробки через всю товщу водоносних ґрунтів бурять свердловини, заглиблений кінці їх на 2-5 м в водотривкий ґрунт (глини, щільні безводні сланці, мергелі). Відстань між цими свердловинами визначається проектом з розрахунку, що радіус наморожень навколо свердловини льодогрунтового циліндра становить 1,2 - 1,5 м. У випадках коли не представляється можливим заглибити контурні заморожуючі свердловини в водоупори, ґрунтовий масив заморожують по всьому перетину виробки, для чого заморожуючи свердловини бурять і всередині контурних свердловин.

У пробурені свердловини опускають заморожуючі труби - колонки з наглухо завареним нижнім кінцем (дном) (рис. 2.1). У колонки, не доходячи до їх дна на 40-50 см, опускають труби меншого діаметру з відкритим нижнім кінцем - живлять труби.

Заморожуючі колонки через спеціальні оголовки з'єднують в розташовану на поверхні загальною системою, що складається з труби-розподільника, по якій по живильних трубах подається охолоджене на заморожуючій станції розчин хлористого кальцію (розсіл), і труби-колектора, що відводить розсіл з колонок до тієї ж станції.

На заморожуючій станції монтують насосно-компресорні агрегати і пристрої, призначені для забезпечення роботи всієї системи заморожування. Холодний розсіл насосами нагнітається в розподільник, звідки він рівномірно розходить по гору трубах заморожують колонок. Досягнувши дна колонки, розсіл, тиск якого підтримується насосами на станції, піднімається вгору по кільцевому простору між живильною трубою і заморожуючій колонкою, омиваючи її внутрішні стінки. При цьому відбувається теплообмін: розсіл забирає тепло у ґрунту, що оточує колонку, і знижує його температуру, що поступово призводить до заморожування ґрунту. Потім з колонки через оголовок розсіл надходить в колектор, а з нього - на заморожуючу станцію, де знову охолоджується.

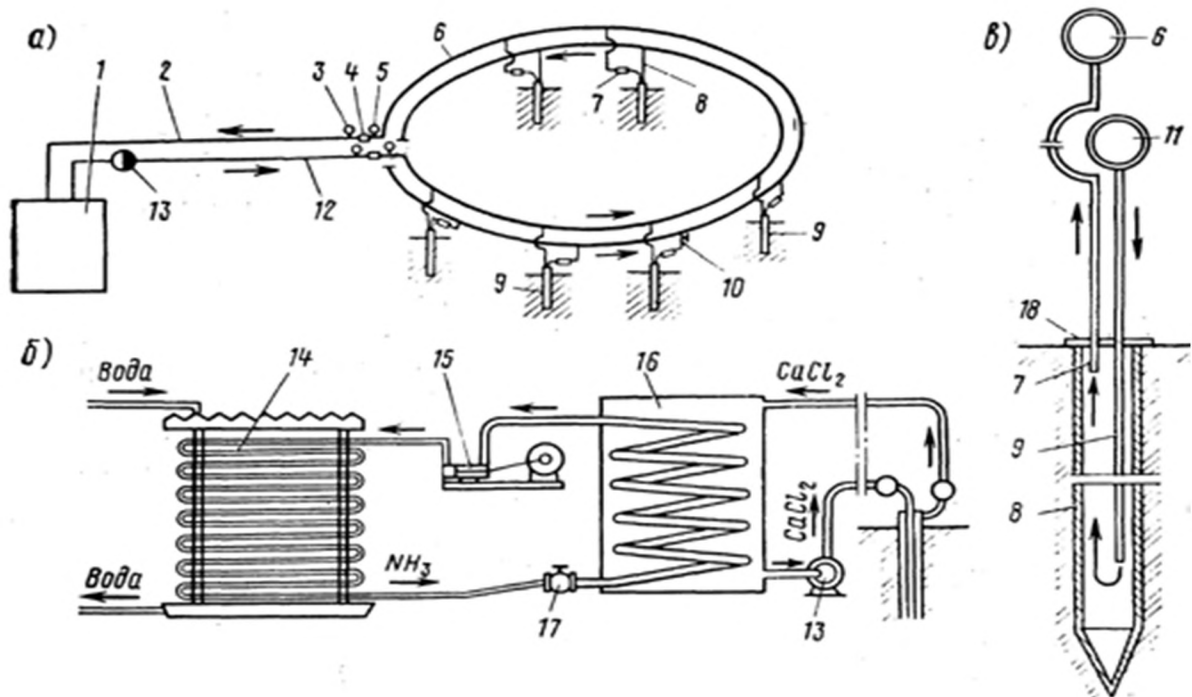


Рисунок 2.1 – Установка для заморожування ґрунтів:

а - схема циркуляції розчину; б - схема заморожувачої станції; в - конструкція заморожувачої колонки; 1 - бак розсолу; 2 - зворотний розсолупривід; 3 - термометр; 4 - водомір; 5 - манометр; 6 - колекторне кільце; 7 - відвідна труба; 5 – заморожувачі колонки; 9 - живильна труба; 10 - кран; 11 - розподільний розсолупроводу; 12 - прямий розсолупровід; 13 - насос; 14 - конденсатор; 15 - аміачний компресор; 16 - випарник; 17 - регулюючий вентиль; 18 - головка заморожувачої колонки

На заморожувачої станції монтують дві системи машин і механізмів. Перша система (аміачна) призначена для охолодження розсолу аміаком і включає компресор, конденсатор і випарник, з'єднані трубопроводами. Друга система (розсільна) призначена для забезпечення циркуляції розсолу і включає розсолу бак, насос, трубопроводи, розподільник, колектор і заморожують колонки.

Охолодження розсолу відбувається наступним чином. Компресор стискає засмоктує з випарника пари рідкого аміаку до тиску 0,8-1,2 МПа, при цьому відбувається нагрів парів аміаку.

Стислі пари аміаку надходять по трубопроводу в конденсатор, що складається з труб, постійно омиваються холодною водою, де пари аміаку охолоджуються, перетворюючись на рідину.

Рідкий аміак надходить у випарник.

Секції випарника знаходяться в баку, заповненому розсалом - водним розчином хлористого кальцію, які мерзнуть при температурі  $-34^{\circ}\text{C}$ . Випаровуючись, рідкий аміак забирає від розсолу значна кількість тепла, необхідне для пароутворення, при цьому розсіл охолоджується до температури  $-20 \dots -26^{\circ}\text{C}$ . Потім за допомогою відцентрового насоса охолоджується розсіл нагнітається в розподільник, з якого надходить в заморожують колонки, і, віддаючи частину холоду ґрунту, повертається назад по колектору в випарник для повторного охолодження. Далі цикл повторюється.

Поступово навколо кожної колонки утворюється масив замороженого ґрунту циліндричної форми. При подальшому заморожуванні обсяг заморожених циліндрів збільшується, і вони мерзнуть між собою в суцільний кільцевий масив (рис. 2.2).

Час, необхідний для утворення замороженого масиву, залежить від гідрогеологічних умов, числа заморожують колонок, температури циркулюючого розсолу, проектної товщини замороженого масиву. Орієнтовний термін для створення замороженого контуру при відстані між свердловинами 1,25 м коливається в межах від 40 до 60 діб при цілодобовій роботі заморожуючій станції. Цей процес називають активним заморожуванням. Щоб масив підтримувався в замороженому стані, заморожуюча станція протягом всього часу проходки в замороженої зоні працює по режимі, який визначається в проекті (в одну або дві зміни) - це період підтримки заморожування.

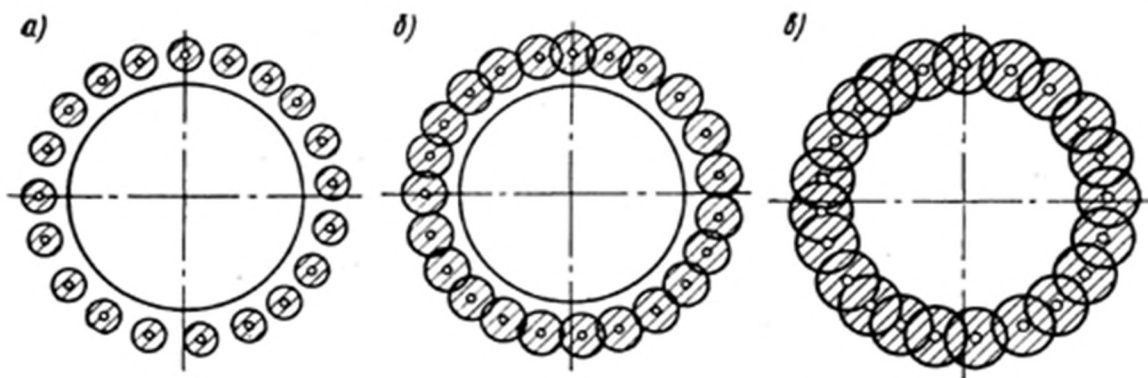


Рисунок 2.2 – Послідовність освіти ледогрунтового кільцевого масиву навколо стовбура шахти: а - початковий період; б - середина процесу; в - кінець заморожування

Про освіту замкнутого ледогрунтового огорожі судять по підняттю рівня води в спеціально пробуреній контрольній гідрогеологічній свердловині. Коли створення замкнутого контуру ледогрунтового огорожі на одному з водоносних горизонтів закінчується і починається його потовщення, вода всередині замороженого контуру відчуває тиск стін огорожі, і рівень води в контрольній свердловині піднімається.

Роботи з проведення заморожування починають з буріння свердловин та встановлення в них заморожуючих колонок з трубами живлення. Паралельно ведуться роботи з будівництва заморожуючої станції, монтажу обладнання та розсолпроводу з таким розрахунком, щоб до закінчення буріння свердловин можна було провести випробування і ввести всю систему в роботу.

Виконання гірничопрохідницьких і будівельних робіт в замороженій зоні має ряд особливостей. Роботи слід вести при ретельному контролі за станом ледогрунтової огорожі і режимом роботи заморожуючої станції для збереження розмірів ледогрунтової огорожі і його температури.

При відкритих роботах виїмку ґрунту з котловану в період позитивних температур повітря необхідно вести з захистом стінок ледогрунтової огорожі від дії атмосферних опадів і сонячних променів.



При розробці ґрунту буропідричним способом необхідно дотримуватися запобіжних заходів, не допускати деформації ледоґрунтової огорожі і пошкодження заморожують колонок.

Після закінчення прохідницьких робіт і зведення постійної кріплення приступають до відтавання заморожених ґрунтів, яке може відбуватися природним шляхом або виконується штучно шляхом нагнітання в свердловини нагрітого розсолу або води.

Іноді для штучного заморожування ґрунтів застосовують рідкий азот, який представляє собою безбарвну рідину, температура випаровування якої дуже низька (при атмосферному тиску вона дорівнює  $-195,8^{\circ}\text{C}$ ). На відміну від інших промислових холодоагентів (аміаку, фреону), які можна використовувати тільки в замкнутій системі холодильної установки, рідкий азот використовують одноразово (випаровується газ випускають в навколишнє середовище).

Спосіб низькотемпературного заморожування з застосуванням рідкого азоту має низку переваг у порівнянні зі звичайним (ропні) заморожуванням. При заморожуванні рідким азотом не потрібні заморожують станції, а також мережі трубопроводів. Доставлений на будмайданчик рідкий азот з цистерн пускають відразу в заморожують колонки. Швидкість заморожування збільшується, що особливо важливо при великих швидкостях фільтрації ґрунтових вод, а також при надходженні термальних і мінералізованих вод.

При низькотемпературному заморожуванні заморожуючі колонки з'єднують послідовно в одну систему. Рідкий азот надходить у внутрішню (живить) трубу першої заморожуючої колонки. У кільцевому просторі колонки рідкий азот випаровується і в газоподібному стані піднімається до оголовка колонки, звідки потім по трубопроводу надходить в живильну трубу сусідньої колонки і т. Д. (Рис. 2.3). З останньої колонки системи він надходить в атмосферу при температурі близько  $40^{\circ}\text{C}$ .

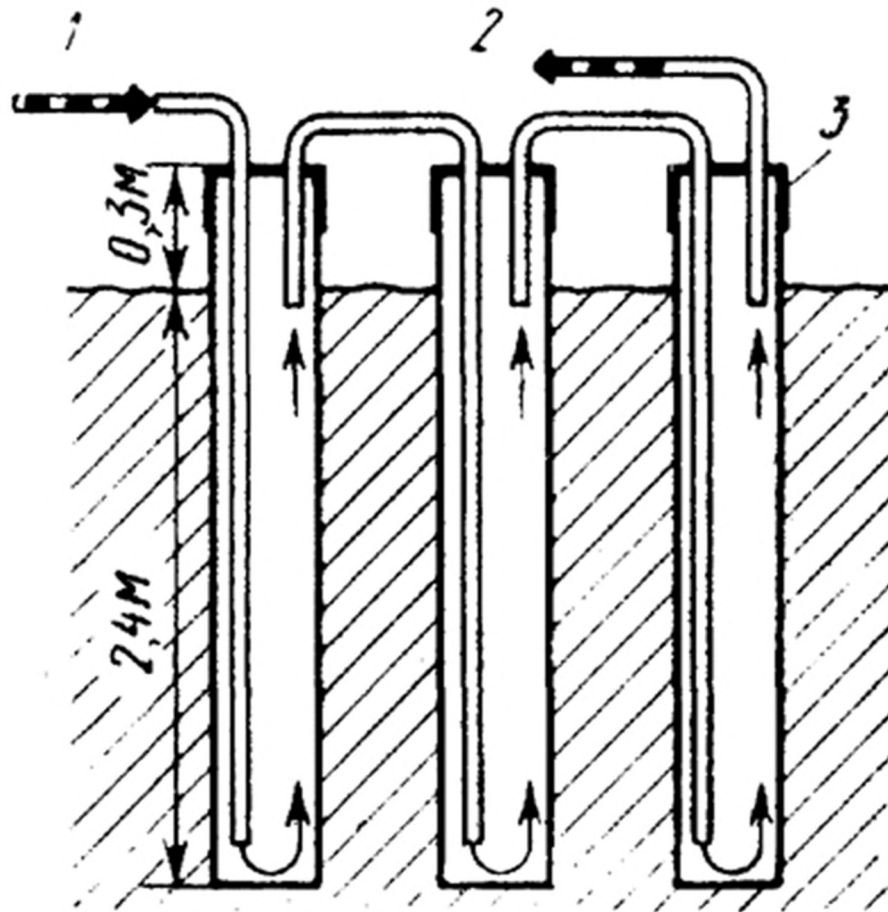


Рисунок 2.3 – Схема низькотемпературного (азотного) заморожування:  
 1 - підводить трубка; 2 - трубка для відводу випарувався азоту; 3 - сталевий оголовок заморожуючій колонки

Застосування технології низькотемпературного заморожування ефективно при ліквідації проривів води і пливунів в гірничі виробки, а також при виконанні термінових робіт в водоносних ґрунтах.

Штучне заморожування є універсальним засобом стабілізації ґрунтів і забезпечення можливості ведення робіт у водоносних породах. У той же час воно має ряд недоліків. «Пучение» обводнених ґрунтів внаслідок збільшення їх обсягу при заморожуванні і осадку при відтаванні може призводити до деформацій поверхневих споруд, під якими ведуться роботи з заморожування, особливо якщо вони виконуються на невеликій глибині. Підготовчі роботи складні, а сам процес заморожування тривалий, вартість таких робіт досить висока.

## 2.3 Розрахунок проектних показників заморожування порід

### 2.3.1 Розрахунок процесу заморожування гірських порід

Властивості ґрантів, розташованих на трасі проходження, наведені в таблиці 2.1.

Заморожування ґрунтів проводиться на глибину 46.4 м, отже, з огляду на тріщинуватість водотривкого пласта, а також скупчення на дні свердловини бурової дрібниці, проектом передбачається заглиблення свердловин в водоупор на 1.6 м. Тоді довжина свердловин складе 48 м.

Таблиця 2.1 – Властивості ґрунтів

№	Найменування порід	Щільність порід, т/м <sup>3</sup>	пористість, %	Кут внутрішнього тертя, град	потужність, м
1	супіски лесові	2.32	18	35	21.4
2	суглинки лесові	2.6	30	30	13.6
3	глини	2.64	45	48	6.8
4	суглинки щільні	2.62	20	32	4.6
5	плагіограніти	2.65	30	42	24.6

Розрахунок бічного тиску ґрунту при глибині заморожування до 100 метрів здійснюється за формулою Кулона:

$$P = \gamma * H * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90 - \varphi}{2}\right)$$

де  $\gamma$  - питома вага ґрунту, Н / м<sup>3</sup>;

$\varphi$  - кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

$H$  - глибина залягання ґрунтів, м.

$$P_{кр1} = 0 \text{ МПа}$$

$$P_{н1} = 23200 * 21.4 * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90-35}{2}\right) = 0.1345 \text{ М.1}$$

$$P_{кр2} = 26000 * 0 + 23200 * 21.4 * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90-30}{2}\right) = 0.1655 \text{ М.1}$$

$$P_{кр3} = 26400 * 0 + 26000 * 13.6 + 23200 * 21.4 * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90-48}{2}\right) = 0.1255 \text{ М.1}$$

$$P_{н3} = 26400 * 6.8 + 26000 * 13.6 + 23200 * 21.4 * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90-48}{2}\right) = 0.1515 \text{ М.1}$$

$$P_{кр4} = 26200 * 0 + 26400 * 6.8 + 26000 * 13.6 + 23200 * 21.4 * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90-32}{2}\right) = 0.3165 \text{ М.3}$$

$$P_{н4} = 26200 * 4.6 + 26400 * 6.8 + 26000 * 13.6 + 23200 * 21.4 * \operatorname{tg}^2\left(\frac{90-32}{2}\right) = 0.3535 \text{ М.3}$$

Повний тиск водонасиченого ґрунту на льодопородної огорожі складе:

$$P_{полн} = P_{max} + W$$

де  $W = \gamma_{жс} * H$  - тиск рідини, МПа;

$\gamma = 10000 \text{ Н / м}^3$  - питома вага води;

$H$  - глибина залягання пласта, м.

$$W = 10000 * 46.4 = 0.464 \text{ МПа}$$

$$P_{полн} = 0.3535 + 0.464 = 0.8175 \text{ МПа}$$

Для даних умов товщина стінки льодопородної огорожі визначається за формулою Ляме:

$$E = R \left( \sqrt{\frac{[\sigma_c]}{[\sigma_c] - 2 * P_{max}}} - 1 \right), \text{ см}$$

де  $R = 475$  - радіус тунелю в проходці, см;

$P_{\max} = 8.175 \text{ кг / см}^3$  - максимальний тиск гірських порід і води на льодопорідну огорожу;

$[\Sigma\epsilon] = 77 \text{ кг / см}^2$  - допустиме напруження стиснення водоносної породи.

$$E = 475 * \left( \sqrt{\frac{77}{77 \cdot 2 \cdot 8.175}} - 1 \right) = 60.2 \text{ см}$$

Діаметр окружності розташування центрів усть заморозуючих свердловин, виходячи з умов споруди тунелю, приймається рівним  $D_3 = 12.74 \text{ м}$

Тоді, виходячи з прийнятого діаметра окружності розташування центрів усть заморозуючих свердловин, коригується товщина стінки льодопорідної огорожі по формулі:

$$E = \frac{D_3 - (D_{np} + 2 * a)}{1.2}, \text{ м}$$

де  $a = 0.5$  - допустиме відхилення свердловини від вертикального положення, м.

$$E = \frac{12.74 - (9.5 + 2 * 0.5)}{1.2} = 1.86 \text{ м}$$

Відстань між заморозуючими свердловинами  $l$  по колу їх розташування приймається рівним 1 м.

Число свердловин визначається за формулою:

$$N = \frac{\pi * D_3}{l} = \frac{3.14 * 12.74}{1.0} = 40 \text{ скважин}$$

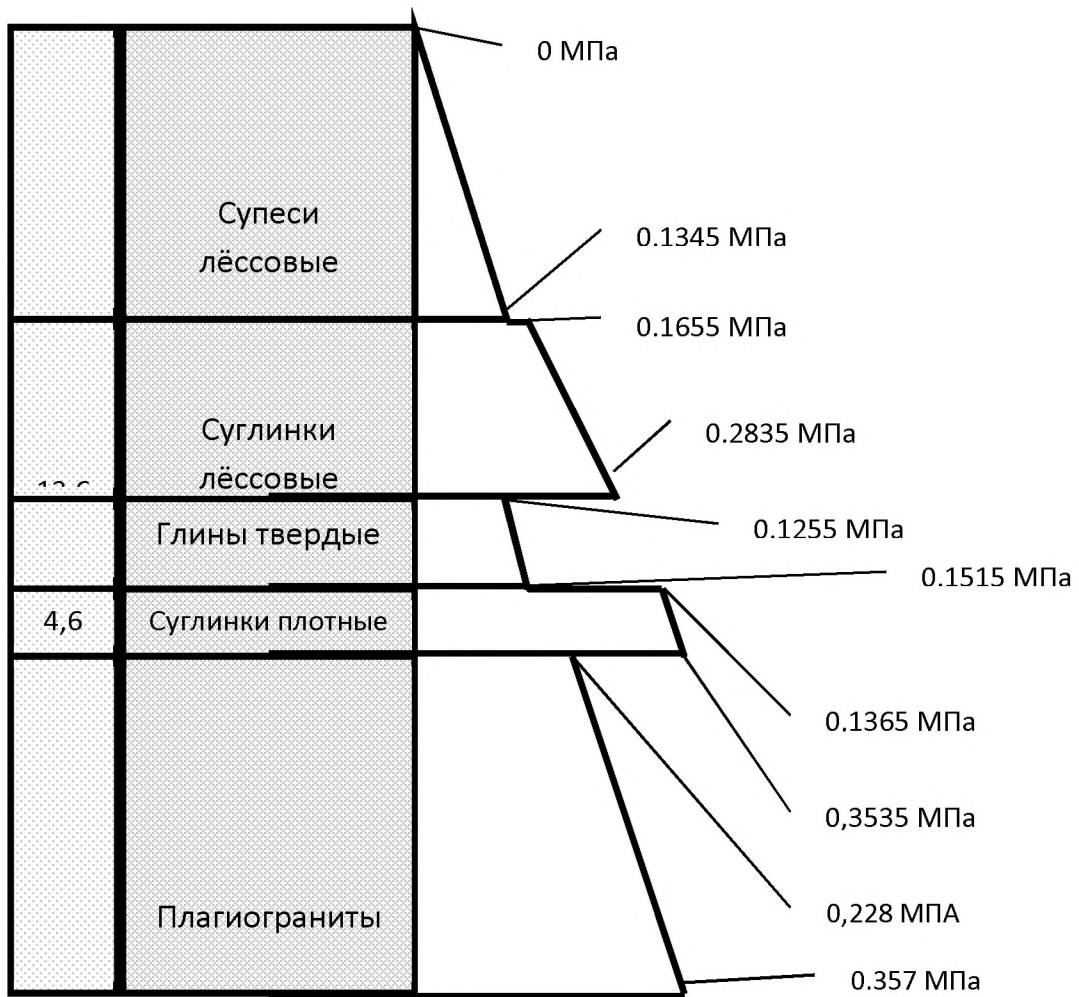


Рисунок 2.4 – Епюра гірського тиску ґрунту на льодопорідну огорожу

Радіус промерзання порід в зовнішню сторону від окружності розташування заморожуючих колонок:

$$R_u = 0.7 * \sqrt{\left(\frac{l}{2} + a\right)^2 + \left(\frac{E}{2}\right)^2} = 0.7 * \sqrt{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2 + \left(\frac{1.86}{2}\right)^2} = 0.96 \text{ м}$$

Внутрішній радіус промерзання порід:

$$R_e = \sqrt{\left(\frac{l}{2} + a\right)^2 + \left(\frac{E}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2 + \left(\frac{1.86}{2}\right)^2} = 1,37 \text{ м}$$

Витрата холоду на заморожування гірських порід:

$$Q = \rho * V, \text{ ккал}$$

де  $\rho$  - тепловміст 1 м<sup>3</sup> породи, ккал;

$V$  - об'єм порід, що підлягають заморожуванню, м<sup>3</sup>.

Тепломісткість 1 м<sup>3</sup> породи:

$$\rho = V_1 * \gamma * c * (t_2 - t_0) + V_1 * \gamma * 80 * \mu + \\ + V_1 * \gamma_{л} * \mu * c_1 (t_0 - t_3) + V_2 * \gamma_2 * c_2 * (t_2 - t_3) \text{ ккал/м}^3$$

де  $V_1$  - об'єм води, укладеної в гірській породі, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  - питома вага води, кг / м<sup>3</sup>;

$c$  - теплоємність води, ккал / кг град;

$t_2$  - початкова температура води і породи, град;

$\mu$  - льодистість (кількість вимерзлої вологи); для піску  $\mu = 1$ , для глини

$\mu = 0.6$ ;

$\gamma_{л}$  - об'ємна вага льоду, кг / м<sup>3</sup>;

$c_1$  - теплоємність льоду, ккал / кг град;

$t_3$  - середня температура заморожених порід, град;

$V_2$  - обсяг твердих частинок породи, м<sup>3</sup>;

$\gamma_2$  - питома вага породи, кг / м<sup>3</sup>;

$c_2$  - теплоємність твердих частинок породи, ккал / кг град.

Обсяг породи, що підлягає заморожуванню:

$$V = 0.785 (D_H^2 - D_{BH}^2) * H, \text{ м}^3$$

де  $D_H$  - зовнішній діаметр льодопорідного циліндра, м;

$D_{BH}$  - внутрішній діаметр льодопорідного циліндра, м;

H - глибина заморожування, м.

Результати обчислень наводяться в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Витрата холоду на заморожування гірських порід

№	Найменування порід	Тепломісткість породи $\rho$ , ккал / м <sup>3</sup>	обсяг заморожуються порід V, м <sup>3</sup>	Витрата холоду на заморожування Q, ккал
1	супіски лесові	24210	1962	4751526
2	суглинки лесові	25558	1247	31876959
3	глини	33033	623	20599528
4	суглинки щільні	21383	421	9020851
5	плагіограніти	36773	229	8431129
	Σ всього			117443734

Потрібна продуктивність заморожуючої станції визначається величиною теплопередачі заморожуючих колонок з урахуванням втрат в розсільній мережі:

$$Q_c = k * Q_u, \text{ Ккал / год}$$

де  $k = 1.15$  - коефіцієнт втрат холоду в розсільній мережі;

$Q_u$  - сумарна теплопередаючої здатність заморожують колонок.

$$Q_u = q_f * F, \text{ ккал/год}$$

де  $q_f = q_f = 200 \dots 250$  ккал/м<sup>3</sup>\* год - коефіцієнт теплопередачі через 1м<sup>2</sup> заморожуючих труб,

F - сумарна внутрішня поверхня заморожують труб.



$$F = \pi * d_k * L * N, \text{ м}^2$$

де  $d_k = 0.273$  м - внутрішній діаметр заморожуючої колонок;

$L = 97.8$  м - глибина заморожування.

$$F = 3.14 * 0.273 * 97.8 * 40 = 3355 \text{ м}^2$$

$$Q_u = 200 * 3355 = 671000, \text{ ккал/час}$$

$$Q_c = 1.15 * 671000 = 771650, \text{ ккал/час}$$

Для забезпечення кількості холоду необхідного для заморозки проектом передбачається використання 3 заморожуючих станції типу ПХС-100.

Тривалість заморожування:

$$T = \frac{Q}{(Q_k - R) * 24}, \text{ год} \quad (2.2.12)$$

де  $Q_k$  - холодопродуктивність компресорів, ккал / год;

$R$  - втрати холоду на земний теплоприток.

$$R = \pi * (D_{BH} + D_H) * L * u, \text{ ккал/год}$$

де  $u = 4 \dots 6$  ккал / м<sup>2</sup> – земний теплоприток;

$$R = 3.14 * (13.7^2 + 11.37^2) * 97.8 * 6 = 584324, \text{ ккал/час}$$

$$T = \frac{117443734}{(1020000 - 584324) * 24} = 11.2 \text{ діб}$$

### 2.3.2 Технологія виконання робіт

Заморожування ґрунтів при проходці похилого тунелю проектом передбачається за допомогою пересувних заморожуючих станцій, розташованих в межах будмайданчика вестибюля станції метро «Музейна». До початку буріння свердловин повинні бути виконані наступні підготовчі роботи:

- винесені існуючі підземні комунікації;
- змонтовано огорожу і освітлення будмайданчика;

- встановлені кондуктори для буріння заморожуючих свердловин.

Буріння свердловин здійснюється буровою установкою ТБК-5, потім до монтажу заморожуючих колонок і розсолпроводу проводиться гідравлічне випробування та теплоізоляція всієї мережі.

Заморожування ґрунтів здійснюється заморожуючими станціями ПХС-100.

Розрахунковий період активного заморожування становить 12 діб при цілодобовій роботі холодильного обладнання.

Температура у всіх термометричних свердловинах в активний період заморожування повинна бути доведена до (-8) ... (-10). У період підтримування ґрунтів в замороженому стані (пасивний період) заморожуюча станція працює цілодобово однією установкою Пху-50.

Після спорудження похилого тунелю заморожуюча мережа демонтується, а свердловини тампуються цементно-піщаним розчином.

### 3. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ОБ'ЄКТА

#### 3.1 Підготовчі та допоміжні роботи

До початку виконання основних будівельно-монтажних робіт виконуються підготовчі і допоміжні роботи, що включають освоєння будівельного майданчика, завезення необхідних матеріалів і устаткування, перебудову інженерних мереж і підземних комунікацій.

Будівельний майданчик розташовують над проектованим гирлом похилого тунелю і захищають архітектурно оформленим парканом висотою не менше 2 метрів, на протилежних сторонах паркану влаштовують ворота для в'їзду і виїзду транспортних засобів.

У вечірній і нічний час в межах будмайданчика влаштовують штучне освітлення. Також вживаються заходи щодо протипожежної безпеки, для чого на будмайданчику влаштовують пожежні гідранти, встановлюють вогнегасники, ємності з піском, передбачають запас шлангів.

Після відведення території та огороження будівельного майданчика розбивають тимчасові будівлі і споруди, осі і контурні обриси підземних виробок, а також виконують зйомку підземних комунікацій. Осі наземних і підземних споруд розбивають від пунктів міської полігонометрії і спеціально створеної геодезичної основи. При винесенні осей в натуру фіксують пікетні точки, зазначені на проектних кресленнях. Головні осі підземної споруди і позначки висотного разбивочного обґрунтування виносять на геодезичну обноску. Обноску влаштовують на висоту 0.4 ... 0.6 м паралельно основним осям похилого тунелю. Положення обноски встановлюють за допомогою теодоліта. Відкладаючи по верху обноски проектні відстані, знаходять проміжні осі підземної споруди.

Для подачі в забій похилого тунелю необхідних матеріалів і устаткування, а також видачі розробленого в забої ґрунту на будмайданчику

влаштовують поверхневий (гірський) комплекс. Цей комплекс включає в себе збірно-розбірний копер з похилим підйомом, бункерну і тельферну естакади. Тельферна естакада розташовується окремо від копра, над гирлом похилого тунелю, через яке подають в тунель матеріал і обладнання.

Також на майданчику розташовують заморожуючі станції, мийку для автотранспорту, глиновідстійник, вагончики-побутовки, склад аварійного запасу матеріалів, столярну майстерню, туалет. Всі тимчасові будівлі і споруди зводяться з полегшених інвентарних конструкцій з зовнішньої обшивкою пластиком або тонкими металевими листами.

Для ведення основних робіт на будмайданчику розташовують компресорні установки і комплектні трансформаторні підстанції.

Постачання будівельної ділянки електроенергією здійснюється від міської мережі шляхом влаштування повітряної лінії. Для подачі на будівельний майданчик води в міську водопровідну мережу врізають тимчасову. Крім того, передбачається зв'язок з міським водостоком і телефонною мережею.

До складу підготовчих робіт входять також заходи щодо захисту майбутньої споруди від атмосферних опадів. Для цього влаштовують водовідвідні канали і лотки, прокладаються дренажні труби.

## **3.2 Спорудження тимчасового оголовка похилого тунелю**

### **3.2.1 Розрахунок обсягів земляних робіт**

Розрахунок обсягу ґрунту, що виймається, здійснюється за формулою:

$$V_{\text{котлована}} = V_{\text{центр}} + V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + 0,15 * \sum V, \text{ м}^3$$

де  $V_{\text{центр}}$  - обсяг центральної частини котловану;

$V_1, V_2, V_3, V_4$  - відповідно обсяги бічних частин котловану.

$$V_{\text{центр}} = h * l * b = 1.4 * 11.875 * 5 = 250 \text{ м}^3$$

$$V_1 = \frac{a * h_a}{2} * b = \frac{11.73 * 8.1}{2} * 4 = 190 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 2 * \frac{a * h_a}{2} * b = 2 * \frac{5.1 * 11.923}{2} * 5 = 304 \text{ м}^3$$

$$V_3 = V_4 = 2 * \frac{a * h_a}{2} * b = 2 * \frac{10.7 * 10.5}{2} * 1.4 = 157 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{котлована}} = 250 + 190 + 304 + 157 + 157 + 0.15 * 1058 = 1200 \text{ м}^3$$

### 3.2.2 Необхідна кількість самоскидів для ведення земляних робіт

Транспортування ґрунту проводиться за допомогою автосамоскидів КрАЗ-255, вантажопідйомністю  $Q = 7.5$  т.

Число ковшів екскаватора, необхідне для завантаження кузова, визначається за формулою:

$$n = \frac{Q}{\rho * k_n * e}, \text{ шт} \quad (2.3.2)$$

де  $\rho = 2.32$  т / м<sup>3</sup> - щільність ґрунту;

$k_n = 0.85$  - коефіцієнт наповнення ковша;

$e = 0.5$  м<sup>3</sup> - об'єм ковша.

$$n = \frac{7.5}{2.32 * 0.85 * 0.5} = 8 \text{ шт}$$

Необхідна кількість транспортних засобів:

$$N = \frac{T_n + T_{\text{уст.н}} + T_p + T_{\text{уст.р}} + T_T + T_{\text{пр}}}{T_n + T_{\text{уст.н}}}, \text{ шт} \quad (2.3.3)$$

де  $T_n = 10$  хв - тривалість навантаження;

$T_{\text{уст.н}} = 3$  хв - тривалість установки під навантаження;

$T_p = 3$  хв - тривалість розвантаження;

$T_{\text{уст.р}} = 3$  хв - тривалість установки під розвантаження;

$T_T = 5$  хв - тривалість технологічних перерв;

$T_{\text{пр}}$  - тривалість пробігу в обидва кінці:

$$T_{np} = \frac{2 * l_{np}}{v_{cp}} = \frac{2 * 5}{30} = 0.3333 = 20 \text{ хв}$$

$$N = \frac{10 + 3 + 3 + 3 + 5 + 20}{10 + 3} = 4 \text{ автосамоскиду.}$$

### 3.2.3 Технологія виконання робіт

Спорудження тимчасового оголовка похилого тунелю проектом передбачається проводити в котловані з природними укосами в наступному порядку:

1. Здійснюється розробка котловану.
2. Влаштується бетонна підготовка з направляючими з рейок.
3. Встановлюються півкільця тимчасового оголовка і три повних кільця кріплення. Перше кільце кріплення збирається з високою точністю з маркшейдерських позначок і бетонується.
4. Бетонується гирло тимчасового оголовка і здійснюється заповнення "пазух" за півкільцями бетоном.

Розробка котловану ведеться екскаватором зі зворотною лопатою ( $V_k = 0.5 \text{ м}^3$ ) з навантаженням ґрунту в автосамоскиди і транспортуванням у відвал.

Доопрацювання котловану до проектних відміток проводиться вручну з видачею ґрунту на поверхню в цебрах стріловим краном.

Монтаж кілець і півкілець оголовка здійснюється краном.

Бетон до місця робіт транспортується в автобетоносмесителях і подається до місця укладання по лотках і частково в ковшах стріловим краном.

Ущільнення бетону в процесі укладання проводиться глибинними електровібраторами.

Перед монолітизуванням кілець через отвори для нагнітання в тюрбінгах попередньо пропускають анкери, що поліпшують зв'язок тюрбінгів з бетоном.

### **3.3 Проходка ділянки похилого тунелю по наносним породам**

Проходка похилого тунелю здійснюється зверху вниз гірським способом заходками по 0.75 м (на одне кільце).

Розробка ґрунту здійснюється відбійними молотками і вручну.

Кріплення забою здійснюється системою з поперечних балок з двутавра №27, кружала з швелера №20, розпірок з круглого лісу і затягуванням з дошок  $\delta = 5$  см.

Розробка забою проводиться ярусами висотою 1.2 ... 1.8 м в напрямку зверху вниз. При цьому кожен ярус забою розробляється по частинах осередками по 1.5 м з постановкою тимчасового кріплення слідом за виїмкою породи. До установки кружала затягування покрівлі у лоба забою спирається на торцеву затяжку або закладається в ґрунт на 5 ... 10 см.

Стійкість поперечних несучих балок з двутавра №27 забезпечується за допомогою постановок стійок між ними.

Установка тимчасового кріплення виконується з ретельним розклинюванням.

Розробка породи починається з верхнього ярусу розпірних підмість. Зазор між риштуванням і забоем перекривається інвенторними щитами, що спираються на балку риштування з двох швелерів №16 і на поперечну балку з двутавра №27.

Розроблена порода скидається по лотку, що влаштовується за місцем, в скіп. Порода нижнього ярусу вантажиться в скіп вручну.

Для підйому скіпа використовується підйомна машина 2Ц-1.2 0.8. Порода вивантажується в бункер  $V = 20.0$  м<sup>3</sup>.

При перервах на термін більше доби тимчасове кріплення лоба забою посилюється за місцем.

Подача тубінгів в забій здійснюється на спеціальному тубінговозі, що опускається лебідкою ЛВД-34.

Монтаж збірної чавунного кріплення проводиться за допомогою тубінгоукладчика ТНУ-4 в такій черговості:

- по маркшейдерським позначкам встановлюються лоткові тубінги №1,2,3, і нарощується вузькоколіїний шлях;

- наступні тубінги укладаються по черзі на праву і ліву сторони до повного замикання кільця;

- укладені тубінги з'єднуються між собою в кільці і з тубінгами раніше покладеного кільця болтовими комплектами. При установці тубінг береться на три оправлення (дві по флангу, одна з торця);

- після суміщення отворів встановлюються болти з плоскими шайбами з загвинчуванням гайок пневматичними пристроями ПСГ.

Після закінчення монтажу кільця кріплення перевіряється правильність його складання, вимірюються вертикальний і горизонтальний діаметри.

Кільце має бути зібрано без відступів від технічних умов.

Після монтажу кріплення на встановленому тубінговому кільці монтують розпірні підмости.

Монтаж і демонтаж всіх елементів розпірних риштувань здійснюється за допомогою монтажних лебідок ЛМ-3.2.

Після монтажу кожного чергового тубінгового кільця виконується ретельний пікотаж і первинне нагнітання цементно-піщаного розчину за кріплення розчинонагнітанням.

Розчинний вузол розташовується на шахтній поверхні. Розчин подається по розчинопроводу з металевих труб діаметром 50 мм, змонтованому уздовж тунелю. Розчинопровод кріпиться до тубінга. На



кінці розчинопровод нарощується прогумованим гнучким шлангом діаметром 50 мм з соплом.

Нагнітання розчину починають з лоткового тьюбінгу, потім по черзі наступні тьюбінги з правого та лівого боків тунелю.

### **3.4 Проходка передової виробки**

#### **3.4.1 Технологія виконання робіт**

З метою скорочення термінів будівництва похилого ескалаторного ходу проектом передбачається суміщення робіт з проходки тунелю в наносних породах гірським способом зверху-вниз і проходці передового вироблення в скельних породах з боку станції знизу-вгору.

Проходка передового вироблення площею поперечного перерізу  $S = 12,085 \text{ м}^2$  здійснюється за допомогою буропідривних робіт заходками по 0,75 і кріпленням виробки стійками і верхняками з двутавра.

Буріння шпурів здійснюється перфораторами ПР-30 зі спеціально виготовлених горизонтальних складних риштування, як ВВ використовується амоніт №6, підривання електричне з використанням електродетонаторів уповільненої дії ЕД-ЗД. Після висадження порода під власною вагою по спеціально покладеним на дно виробки сталевим листам транспортується на територію станції, де породопогрузочною машиною 2ПНБ-2 вантажиться у вагонетки, а потім через ствол видається на поверхню.

#### **3.4.2 Розрахунок параметрів БВР**

З урахуванням КИШ довжина шпуру складе:

$$L_{\text{шп}} = \frac{l_{\text{зах}}}{\eta} = \frac{0.75}{0.75} = 1 \text{ м}$$

Питома витрата ВВ:

$$q = q_1 * f_1 * v_1 * e_1 ; \text{ кг/м}^3 \text{ (2.5.1)}$$

де  $q_1 = 0.1 * f = 0.1 * 10 = 1$  - питома витрата ВР, залежить від міцності порід;

$f_1 = 1.1$  - коефіцієнт текстури породи;

$e_1 = 380/P = 380/380 = 1$  - коефіцієнт, що враховує працездатність ВР;

$v_1 = 6.5/\sqrt{S_{\text{вч}}} = 6.5/\sqrt{12.085} = 1.87$  - коефіцієнт затиску породи.

$$q = 1 * 1.1 * 1.87 * 1 = 2.057 ; \text{ кг/м}^3$$

Кількість шпурів:

$$N = \frac{1.27 * q * S_{\text{вч}}}{d_n^2 * K_{\text{зш}} * \Delta_{\text{патр}}} ; \text{ шт (2.5.2)}$$

де  $d_{\text{п}} = 0.036$  м - діаметр патрона;

$\Delta_{\text{патр}} = 1200$  кг / м<sup>3</sup> - щільність патронування;

$K_{\text{зш}} = 0.5$  - коефіцієнт заповнення шпуру.

$$N = \frac{1.27 * 2.057 * 12.085}{0.036^2 * 0.5 * 1200} = 40.6 \text{ шт}$$

Фактична кількість ВВ на вибух складе:

$$Q_{\text{ф}} = m_n * N * n_{\text{патр}} = 0.3 * 41 * 2 = 24.6 \text{ кг}$$

де  $m_{\text{п}} = 0.3$  кг - маса одного патрона ВР;

$n_{\text{патр}} = 2$  - кількість патронів в одному шпурі.

Фактична кількість ВВ на проходку всієї передової виробки:

$$\sum Q_{\text{ф}} = \frac{Q_{\text{ф}} * L_{\text{пв}}}{l_{\text{зах}}} = \frac{24.6 * 45}{0.75} = 147.6 \text{ кг}$$

де  $L_{\text{пв}} = 45$  м - довжина передовий вироблення;

$L_{\text{зах}} = 0.75$  м - довжина заходки.

Витрата шпурометрів на вибух:

$$Ш = N * l_{\text{зах}} = 41 * 1 = 41 \text{ м}$$

Витрата шпурометрів на проходку всієї передової виробки:

$$\sum III = \frac{III * L_{не}}{l_{зак}} = \frac{41 * 45}{0.75} = 2460_m$$

Витрата електродетонаторів на вибух:

$$N_{эд} = N = 41 \text{ эд}$$

Витрата електродетонаторів на проходку всієї передової виробки:

$$\sum N_{эд} = \frac{N_{эд} * L_{не}}{l_{зак}} = \frac{41 * 45}{0.75} = 2460 \text{ эд}$$

Витрата набійки на вибух:

$$V_{заб} = \frac{\pi * d_{ун}^2 * N * l_{заб}}{4} = \frac{3.14 * 0.042^2 * 41 * 0.5}{4} = 0.0284 m^3$$

де  $d_{ун} = 0.042$  м - діаметр шпуру;

$l_{заб} = 0.5$  м - довжина набійки.

$$G = V_{заб} * \gamma_{заб} = 0.0284 * 2000 = 56.8 \text{ кг}$$

де  $\gamma_{заб} = 2000 \text{ кг/м}^3$  - щільність піщано-глинистої набійки.

Витрата набійки на проходку всієї передової виробки:

$$\sum V_{заб} = \frac{V_{заб} * L_{не}}{l_{зак}} = \frac{0.0284 * 45}{0.75} = 1.704 m^3$$

$$G = V_{заб} * \gamma_{заб} = 1.704 * 2000 = 3408 \text{ кг}$$

### 3.5 Розробка перетину до проектного контура

#### 3.5.1 Технологія виконання робіт

Проходка похилого тунелю по скельних породах здійснюється після проходки передової виробки зверху-вниз гірським способом заходками по 0.75 м (на одне кільце).

Розробка породи проводиться буропідривним способом. Обурювання ведеться ручними перфораторами ПР-30 зі спеціально спроекттованих і

розташованих на тубінгоукладчику сталевих риштування. Підривання породи проводиться дрібнопуровим способом із застосуванням ЕД-ЗД і обмеженої кількості ВВ. Після висадження порода під власною вагою по спеціально покладеним на дно передовий виробки сталевим листам транспортується на територію станції, де породопогрузочною машиною 2ПНБ-2 вантажиться у вагонетки, а потім через ствол видається на поверхню.

Після провітрювання забою (не більше 30 хвилин), ретельного огляду вибою виконують монтаж збірною чавунного кріплення.

Монтаж збірною чавунного кріплення проводиться за допомогою тубінгоукладчика ТНУ-4 в такій черговості:

- по маркшейдерським позначкам встановлюються лоткові тубінги №1,2,3, і нарощується вузькоколіїний шлях;

- наступні тубінги укладаються по черзі на праву і ліву сторони до повного замикання кільця;

- укладені тубінги з'єднуються між собою в кільці і з тубінгами раніше покладеного кільця болтовими комплектами. При установці тубінг береться на три оправлення (дві по флангу, одна з торця);

- після суміщення отворів встановлюються болти з плоскими шайбами з загвинчуванням гайок пневматичними пристроями ПСГ.

Після закінчення монтажу кільця кріплення перевіряється правильність складання, вимірюється вертикальний і горизонтальний діаметри. Кільце має бути зібрано без відступів від технічних умов.

Після монтажу кожного чергового тубінгового кільця виконується ретельний пікотаж і первинне нагнітання цементно-піщаного розчину за кріплення розчинонагнітателями Дмитровського заводу. Розчинний вузол розташовується на шахтній поверхні. Розчин подається по ррзчинопроводу з металевих труб діаметром 50 мм, змонтованому уздовж тунелю. Розчинопровод кріпиться до тубінга. На кінці розчинопровод нарощується прогумованим гнучким шлангом діаметром 50 мм з соплом. Нагнітання

розчину починають з лоткового тубінгу, потім по черзі наступні тубінги з правого та лівого боків тунелю.

### 3.5.2 Розрахунок паспорта БВР

З урахуванням КИШ довжина шпуру складе:

$$L_{\text{шт}} = \frac{l_{\text{зак}}}{\eta} = \frac{0.75}{0.75} = 1 \text{ м}$$

Питома витрата ВВ:

$$q = q_1 * f_1 * v_1 * e_1 ; \text{кг/м}^3 \text{ (2.6.1)}$$

де  $q_1 = 0.1 * f = 0.1 * 10 = 1$  - питома витрата ВР, залежить від міцності порід;

$f_1 = 1.1$  - коефіцієнт текстури породи;

$e_1 = \frac{380}{P} = \frac{380}{380} = 1$  - коефіцієнт, що враховує працездатність ВР;

$v_1 = \frac{6.5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}} = \frac{6.5}{\sqrt{58.795}} = 0.847$  - коефіцієнт затиску породи.

$$q = 1 * 1.1 * 0.847 * 1 = 0.9317 ; \text{кг / м}^3$$

Кількість шпурів:

$$N = \frac{1.27 * q * S_{\text{вч}}}{d_n^2 * k_{\text{зш}} * \Delta_{\text{патр}}} ; \text{шт (2.6.2)}$$

де  $d_{\text{п}} = 0.036$  м - діаметр патрона;

$\Delta_{\text{патр}} = 1200$  кг / м<sup>3</sup> - щільність патронування;

$k_{\text{зш}} = 0.5$  - коефіцієнт заповнення шпуру.

$$N = \frac{1.27 * 0.9317 * 58.795}{0.036^2 * 0.5 * 1200} = 89.47 \text{ шт}$$

Площа забою, яка припадає на один шпур:

$$S' = \frac{S_{\text{вч}}}{N} = \frac{58.795}{89.47} = 0.657 \text{ м}^2$$

Усереднена відстань між гирлами шпурів:

$$d = \sqrt{\frac{4 * S'}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.657}{3.14}} = 0.91 \text{ м}$$

Число кіл розташування шпурів:

$$N_{\text{ієδ}} = \frac{D_{\text{ієδ}}}{2 * d} = \frac{9.5}{2 * 0.91} = 5.22$$

Приймаємо число кіл - 5.

Діаметри кіл відповідно складуть:

$$D_{\text{окр}} = (0.25 - 0.425 - 0.6 - 0.775 - 0.95) * D_{\text{вч}}, \text{ м}$$

Число шпурів в кожного кола складе:

$$N_1 = \frac{\pi * D_{\text{окр}1}}{d} = \frac{3.14 * (0.25 * 9.5)}{0.91} = 8.19 \approx 8 \text{ шп}$$

$$N_2 = \frac{\pi * D_{\text{окр}2}}{d} = \frac{3.14 * (0.425 * 9.5)}{0.91} = 13.94 \approx 14 \text{ шп}$$

$$N_3 = \frac{\pi * D_{\text{окр}3}}{d} = \frac{3.14 * (0.6 * 9.5)}{0.91} = 19.68 \approx 20 \text{ шп}$$

$$N_4 = \frac{\pi * D_{\text{окр}4}}{d} = \frac{3.14 * (0.775 * 9.5)}{0.91} = 25.42 \approx 25 \text{ шп}$$

$$N_5 = \frac{\pi * D_{\text{окр}5}}{d} = \frac{3.14 * (0.95 * 9.5)}{0.91} = 31.15 \approx 31 \text{ шп}$$

для більш продуктивного підривання в центрі забою Бурим 4 додаткових шпури.

Загальна кількість шпурів складе:

$$\sum N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + 4 = 8 + 14 + 20 + 25 + 31 + 4 = 102 \text{ шп}$$

Фактична кількість ВВ на вибух складе:

$$Q_{\text{ф}} = m_{\text{п}} * \sum N * n_{\text{патр}} = 0.3 * 102 * 2 = 61,2 \text{ кг}$$

де  $m_{\text{п}} = 0.3$  кг - маса одного патрона ВР;

$n_{\text{патр}} = 2$  - кількість патронів в одному шпурі.

Фактична кількість ВВ на проходку всієї передової виробки:

$$\sum Q_{\phi} = \frac{Q_{\phi} * L_{нв}}{l_{зах}} = \frac{61.2 * 45}{0.75} = 3672 \text{ кг}$$

де  $L_{нв} = 45$  м - довжина передовий вироблення;

$L_{зах} = 0.75$  м - довжина заходки.

Витрата шпурометрів на вибух:

$$\text{Ш} = \sum N * l_{зах} = 102 * 1 = 102 \text{ м}$$

Витрата шпурометрів на проходку всієї передової виробки:

$$\sum \text{Ш} = \frac{\text{Ш} * L_{нв}}{l_{зах}} = \frac{102 * 45}{0.75} = 6120 \text{ м}$$

Витрата електродетонаторів на вибух:

$$N_{\text{эд}} = \sum N = 102 \text{ эд}$$

Витрата електродетонаторів на проходку всієї передової виробки:

$$\sum \text{Ш} = \frac{\text{Ш} * L_{нв}}{l_{зах}} = \frac{102 * 45}{0.75} = 6120 \text{ м}$$

Витрата набійки на вибух:

$$V_{\text{заб}} = \frac{\pi * d_{\text{ун}}^2 * \sum N * l_{\text{заб}}}{4} = \frac{3.14 * 0.042 * 102 * 0.5}{4} = 0.0707 \text{ м}^3$$

де  $d_{\text{ун}} = 0.042$  м - діаметр шпуру;

$l_{\text{заб}} = 0.5$  м - довжина набійки.

$$G = V_{\text{заб}} * \gamma_{\text{заб}} = 0.0707 * 2000 = 141.4 \text{ кг}$$

де  $\gamma_{\text{заб}} = 2000 \text{ кг / м}^3$  - щільність піщано-глинистої набійки.

Витрата набійки на проходку всієї передової виробки:

$$\sum V_{\text{заб}} = \frac{V_{\text{заб}} * L_{нв}}{l_{зах}} = \frac{0.0707 * 45}{0.75} = 4.242 \text{ м}^3$$

$$G = V_{\text{заб}} * \gamma_{\text{заб}} = 4.242 * 2000 = 8484 \text{ кг}$$

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА**

### **4.1 Шкідливі виробничі фактори**

#### **Кліматичні умови.**

При виконанні робіт, передбачених проектом, кліматичні умови через малу глибину залягання і невеликої довжини виробки, а також наявності безпосереднього виходу на денну поверхню, не відрізняються від нормальних.

#### **Шкідливі і отруйні гази.**

Породи, що перетинаються при проходці похилого тунелю не є небезпечними по виділенню небезпечних газів в атмосфері виробки, отруйні гази виділяються під час проведення буровибухових робіт.

#### **Запиленість повітря.**

При проведенні гірничопрхідницьких робіт небезпеку за пиловим чинником представляють роботи з буріння шпурів, підривання зарядів і навантаженню породи.

#### **Виробничий шум.**

Підвищені рівні шуму спостерігаються при бурінні шпурів перфораторами та підриванні зарядів.

#### **Вібрації.**

При виконанні робіт з буріння шпурів перфораторами робочі піддаються локальній вібрації, а при зведенні елементів постійного збірного кріплення тюбінгоукладчиком ТНУ-4 - загальної.

### **4.2 Небезпечні виробничі фактори**

#### **Газовий режим.**

Похилий тунель перетинає породи, безпечні по виділенню шкідливих і отруйних газів, і не небезпечних за раптовими викидами породи і газів.



**Пиловий режим.**

Пласти, що перетинаються при спорудженні похилого ескалаторного ходу, не є небезпечними за пиловим чинником.

**Обвалення гірських порід.**

Породи, що зустрічаються на шляху траси тунелю, є слабостійкі, для запобігання обвалення порід проектом передбачається проходження виробки заходками по 0.75 м і подальшим зведенням постійного кріплення без відставання від забою.

**Гірничі і транспортні машини.**

При експлуатації небезпека травмувати людину представляє роботи по монтажу кріплення з використанням тубінгоукладчика ТНУ-4, роботи по розробці забою відбійними молотками при проходженні тунелю по наносним породам і роботи по бурінню шпурів перфораторами при проведенні виробки по скельних породах. Так само небезпеку становить робота похилого скіпового підйому.

**Вибухові роботи.**

Вибухові роботи проводяться при проходженні передової виробки з боку станції від низу до верху і при розширенні перетину до проектної величини зверху вниз. Підривання шпурів проводиться по секціях для зменшення звукових і ударних хвиль під час виконання робіт в умовах щільної міської забудови.

**Використання електроенергії.**

При спорудженні тунелю електроенергія використовується для живлення всіх машин і механізмів, крім перфораторів. При виконанні робіт безпосередньо в забої використовується напруга освітлювальної мережі 36В.

**Апарати, що працюють під високим тиском.**

Для роботи перфораторів використовується стиснене повітря, компресор розташовують на рівні земної поверхні і від нього проводять в забій трубопровід стисненого повітря.

### **Затоплення гірничих виробок.**

Проходка похилого тунелю здійснюється з попереднім створенням навколо нього циліндричного льодопородної огорожі, що перешкоджає попаданню підземних вод в площину виробки.

### **Пожежна небезпека.**

Для зменшення пожеженебезпеки при виконанні робіт використовуються негорючі матеріали, виняток становить лише дерев'яна зтяжка, використовувана при кріпленні чола забою.

## **4.3 Інженерні заходи з охорони праці**

### **Нормалізація мікроклімату робочих місць.**

Нормалізація мікроклімату робочих місць проводиться тільки в зимовий період. Безпосередньо перед вихідним отвором вентилятора встановлюється калорифер, а вхід в тунель з'єднання встановлюється теплоізоляційним матеріалом для зменшення попадання холодного повітря в простір виробки.

### **Заходи боротьби з шкідливими і отруйними газами.**

Боротьба зі шкідливими і отруйними газами здійснюється шляхом примусової вентиляції виробки. При проходці тунелю по наносним породам вентиляція здійснюється за нагнітаючою схемою: на будмайданчику, на відстані 12 м від гирла тунелю, встановлюється вентилятор місцевого провітрювання ВЦ-4-70, безперервно забезпечуючий повітря в забій. Після здійснення збійки зі станції провітрювання здійснюється за рахунок поділу струменя провітрювання станційних виробок, і видачі їх частини через п'ятову штольню на земну поверхню по похилому тунелю. У цей період споруда тунелю вентилятора ВЦ-4-70 не працює.

### **Заходи щодо зниження запиленості рудничного повітря.**

Для зниження запиленості рудничного повітря проектом передбачається зрошення при навантаженні гірської маси в скіп, а так само

при виробництві підривання забою спільно зі шпуровими зарядами підривають заряди, розташовані в підвішених до покрівлі поліетиленових 30-літрових пакетах.

#### **Заходи по боротьбі з виробничим шумом.**

Для зниження шуму від працюючих компресорів застосовуються резонаторні глушники багатоступінчастого типу. Для зниження шуму при роботі вентилятора місцевого провітрювання ВЦ-4-70 застосовують глушник типу ГШ-5. На призабойне обладнання встановлюються погашаючі вібрацію прокладк, які поглинають звуки кожуху. При розробці забою відбійними молотками і бурінні шпурів застосовуються індивідуальні засоби захисту від шуму – беруші.

#### **Захист від вібрації.**

Для зниження ступеня впливу місцевих вібрацій застосовують спеціальні віброгасячі прокладки з еластичного матеріалу. На відбійні молотки встановлюють віброгасильний пристрій УВ-1.

З метою попередження виникнення вібраційної хвороби через кожні 60 хвилин контакту з вібруючими поверхнями влаштовуються 10-хвилинні перерви.

#### **Освітлення робочого місця.**

Так як виробка не є небезпечною за газом метаном, то для освітлення робочих місць використовуються звичайні електричні світильники. Інтенсивність освітлення робочих місць наступна: шляхи, проїзди, місця проходу людей - 20лк; робочі місця при бурінні, прибирання породи, кріплення забою - 50лк; при заряджанні шпурів, монтажі вибухової мережі, огляду вибою після вибуху - 100лк.

#### **Засоби індивідуального захисту.**

Працюючі в обов'язковому порядку забезпечуються спецодягом, спецвзуттям, касками, запобіжними поясами, захисними окулярами, рукавицями.

#### **4.4. Заходи з техніки безпеки**

##### **Заходи безпеки при експлуатації гірських, транспортних машин і установок.**

Для забезпечення безпечної роботи підйому проектом передбачаються наступні рішення:

- на верхньому і середньому приймальних майданчиках кінцевої відкатки встановлюються стопори;
- нижче верхніх приймальних майданчиків на похилій частині виробки встановлюються бар'єри, керовані з приймальних майданчиків;
- скіп оснащується запобіжним пристроєм для затримки його при обриві каната;
- установка підйому обладнується звуко-світловою сигналізацією;
- при спуску і підйомі візка зі скіпом або тюбінгами усі люди перебувають на майданчиках укладальника ТНУ-4;
- похилій тунель обладнується окремими проходами для людей у вигляді сходів з поручнями, шириною в світлу 0.7 метра;
- всі роботи в забої похилого тунелю виробляються з висувних платформ тюбінгоукладача, що працює в нижньому ярусі, захищаються висувними платформами тюбінгоукладача.

##### **Безпека при вибухових роботах.**

Під час проведення підривних робіт передбачаються наступні заходи безпеки:

- з паспортом буропідривних робіт в обов'язковому порядку повинні бути ознайомлені всі прохідники та підривники, що працюють в забої;
- патрони-бойовики для шпурових зарядів виготовляють на місці вибухових робіт в кількості, необхідній для підривання зарядів в даному прийомі;
- при поводженні з ВМ забороняється палити і застосовувати відкритий вогонь ближче 100 м від розташування ВМ;

- перед початком монтажу електропідривної мережі все електроустановки, кабелі та проводи в радіусі небезпечної зони повинні бути знеструмлені, при монтажі користуються струмом освітлення 36В;
- під час проведення підривних робіт працівники виводяться на поверхню і ховаються в спеціально відведеному місці.

### **Електробезпека.**

Для запобігання ураження працюючих передбачаються наступні заходи:

- проводиться заземлення корпусів забійного електрообладнання за допомогою заземлюючих кабелів;
- в якості захисного відключення застосовують реле витоку.

### **Заходи пожежної безпеки.**

Для цілей внутрішнього пожежогасіння в похилому тунелі передбачається влаштування тимчасового протипожежного трубопроводу діаметром 108 мм з установкою пожежних кранів через кожні 50 м. Пожежні крани забезпечуються пожежними шафами, пожежними рукавами та стволами.

Передбачається обробка вогнезахисним складом лісоматеріалів, що застосовуються для кріплення забою.

Проводиться забезпечення забою первинними засобами пожежогасіння (2 вогнегасника, 2 лома, 2 багра).

Передбачається пристрій телефонного зв'язку з забоєм.

### **План ліквідації аварії під час пожежі в забої.**

При пожежі в забої здійснюються наступні заходи:

- негайно викликається підрозділ ВГРС, а так само пожежна команда;
- вентилятор місцевого провітрювання для зниження швидкості поширення пожежних газів зупиняють;
- припиняється подача електроенергії;

- оповіщення людей про аварію забезпечує гірничий диспетчер, використовуючи для цього системи телефонного, аварійної гучномовного зв'язку;

- прохідники, що працюють в забої, включаються в саморятівники і виводяться на поверхню.

#### **4.5 Заходи з охорони навколишнього середовища**

Для запобігання попадання агресивних вод, одержуваних при процесі буріння шпурів і в результаті місцевого водовідливу, в системи міської каналізації проектом передбачається влаштування на території будмайданчика водовідстійників для освітлення води, її подальшої аерації і повторного використання в технологічному комплексі.

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

### 5.1 Етапи робіт та договірна ціна

Об'єкт будівництва – похилий ескалаторний тунель споруджується в наносних ґрунтах 1-2 групи і в скельних породах з коефіцієнтом міцності 10. Протяжність тунелю становить 120 м, діаметр начорно – 9.5 м, площа поперечного перерізу – 70.88 м<sup>2</sup>.

Об'єкт споруджується за такими етапами:

1 – спорудження тимчасового оголовка похилого тунелю (обсяг земляних робіт 1200 м<sup>3</sup>);

2 – проведення тунелю по наносним ґрунтам (обсяг виїмки ґрунту 5315 м<sup>3</sup>);

3 – проведення з боку станції передової похилої виробки (обсяг виїмки породи 540 м<sup>3</sup>);

4 - розширення передової виробки до проектного контуру тунелю (обсяг виїмки породи 2645 м<sup>3</sup>).

Для кожного з цих етапів відповідно до ДБН «Тунелі і метрополітени», ДБН «Земляні роботи», ДБН Д «Гірничопрохідницькі роботи», а також ресурсних елементних кошторисних норм на програмному комплексі «Будівельні технології - кошторис» розраховується локальний кошторис, складається відомість ресурсів і договірна ціна на весь споруджуваний об'єкт.

При цьому договірна ціна складе:

5471,194 тис.грн - кошторисна вартість;

374,718 тис.грн - заробітна плата будівельників і монтажників;

5073,79 тис.грн - вартість матеріальних ресурсів;

22,687 тис.грн - вартість експлуатації будівельних машин і механізмів.

Нормативна трудомісткість складе:

5243 чол. / год - спорудження тимчасового оголовка;

46793 чол. / год - проведення тунелю по наносним ґрунтам;  
 3528 чол. / год - спорудження передової виробки;  
 17672 чол. / год - розширення передової виробки до проектного контуру тунелю.

## 5.2 Тривалість спорудження тимчасового оголовка

Роботи зі спорудження тимчасового оголовка проводить бригада з 9 чоловік, що працює 2 зміни на добу по 8 годин при безперервному робочому тижні.

З урахуванням такелажних робіт, робіт на поверхневому і шахтному транспорті чисельність робітників на одну одиницю СМР розраховується з коефіцієнтом  $K = 1.5$  і тривалість спорудження об'єкта розраховується за такою формулою:

$$T = \frac{q}{K * n_{РАБ} * N_{СМ} * t}; \text{ днів}$$

де  $q$  - трудомісткість виконуваних робіт, люд / год;

$n_{РАБ}$  - кількість працюючих на БМР, чол;

$N_{СМ}$  - кількість змін на добу;

$t$  - тривалість однієї зміни, годину.

Тривалість побудови тимчасового оголовка складе:

$$T_1 = \frac{5243}{1.5 * 9 * 2 * 8} = 24.27 \text{ дїб}$$

З урахуванням підготовчих і заключних робіт тривалість споруди складе:

$$\sum T_1 = T_1 + 0.1T_1 + 0.05T_1 = 24.27 + 2.427 + 1.21 = 28 \text{ дїб}$$



### 5.3 Тривалість спорудження похилого тунелю в наносних ґрунтах

Роботи зі спорудження похилого тунелю в наносних ґрунтах проводить бригада з 8 чоловік, що працює 2 зміни на добу по 8 годин при безперервному робочому тижні.

Тривалість спорудження складе:

$$T_2 = \frac{46793}{1.5 * 8 * 2 * 8} = 243.7 \text{ дiб}$$

З урахуванням підготовчих і заключних робіт тривалість робіт складе:

$$\sum T_2 = T_2 + 0.1T_2 + 0.05T_2 = 243.7 + 24.37 + 12.185 = 280 \text{ дiб}$$

### 5.4 Тривалість спорудження передової виробки

Роботи зі спорудження передової виробки проводить бригада з 4 чоловік, що працює 2 зміни на добу по 8 годин при безперервному робочому тижні.

Тривалість спорудження складе:

$$T_3 = \frac{3528}{1.5 * 4 * 2 * 8} = 55.125 \text{ дiб}$$

З урахуванням підготовчих і заключних робіт тривалість спорудження складе:

$$\sum T_3 = T_3 + 0.1 T_3 + 0.05 T_3 = 55.125 + 5.5125 + 2.756 = 64 \text{ днiя}$$

### 5.5 Тривалість спорудження похилого тунелю в скельних породах

Роботи зі спорудження похилого тунелю в скельних породах проводить бригада з 10 чоловік, що працює 2 зміни на добу по 8 годин при безперервному робочому тижні.

Тривалість спорудження складе:

$$T_4 = \frac{17672}{1.5 * 10 * 2 * 8} = 73.63 \text{ дн}$$

З урахуванням підготовчих і заключних робіт тривалість робіт складе:

$$\sum T_4 = T_4 + 0.1T_4 + 0.05T_4 = 73.63 + 7.363 + 3.682 = 85 \text{ дн}$$

Відповідно до цього нормативна тривалість будівництва складе:

$$T = \sum T_1 + \sum T_2 + \sum T_3 + \sum T_4 = 28 + 280 + 64 + 85 = 457 \text{ дн}$$

Відповідно ж до нового розробленого графіка виконання робіт, в якому передбачається суміщення за часом спорудження передової виробки і проведення похилого тунелю по наносним ґрунтам тривалість будівництва скоротиться на 64 дні і складе 393 дні.

Розрахунок економічного ефекту, пов'язаного із заходами підрядника, спрямованого на скорочення термінів будівництва розраховується за формулою:

$$\mathcal{E}_D = E_H * \Phi(T_1 - T_2)$$

де  $E_H = 0.15$  - нормативний коефіцієнт ефективності будівництва;

$\Phi = 8326.564$  тис.грн. - кошторисна вартість введених в дію основних виробничих фондів;

$T_1, T_2$  - тривалість будівництва за нормами і в порівнянні відповідно.

$$\mathcal{E}_D = 0.15 * 8326.564 * (1.26 - 1.06) = 250 \text{ тис.грн}$$

Що в процентному співвідношенні складе:

$$\frac{\Phi}{\mathcal{E}_D} = \frac{250}{8326.564} * 100 = 3\%$$

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Згідно завдання в роботі вирішені наступні задачі:

1. Виконаний аналіз гірничо-геологічних і гідро-геологічних умов ділянки будівництва.
2. Обґрунтований комплекс спеціальних заходів при спорудженні об'єкту в зв'язку з наявністю значного притоку води.
3. Виконаний розрахунок проектних показників заморожування порід.
4. Обрані і розраховані основні технологічні параметри спорудження об'єкта.
5. Розглянуті загальні питання охорони праці та питання промислової безпеки. Виконані розрахунки вартості робіт та отримані відповідні техніко-економічні показники проекту.
6. Відповідно до корегованого графіка виконання робіт, в якому передбачається суміщення за часом спорудження передової виробки і проведення похилого тунелю по наносним ґрунтам тривалість будівництва складе 393 дні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маковський Л.В. Міські підземні транспортні споруди: Учеб. посібник для вузів. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М.: Стройиздат, 1985. – 439 с.
2. Довідник інженера-шахтобудівників. У 2-х томах. Т. 2. Під ред. Сєдова Б.Я, Ніколаєнко А.Т., Безсмертного А.С., Трупака Н.Г., Камінського Д.Н., Зелінського В.М., Грамматикова А.Н. М., «Надра», 1972, 697 с.
3. Будівництво підземних споруд: Довідковий посібник / М.М. Шуплик, Я.М. Месхидзе, І.О. Корольов, і ін.; Під ред. М.Н. Шуплик. - М.: Недра, 1990. - 384 с.
4. Насонов І.Д., Ресін В.І., Шуплик М.Н., Федюкин В.А. Технологія будівництва підземних споруд. Спеціальні способи будівництва: Підручник для вузів. 3-е изд., Перераб. і доп. - М.: Видавництво Академії гірничих наук, 1998. - 375 с.
5. Насонов І.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н. . Технологія будівництва підземних споруд. Підручник для вузів в 3-х частинах. Ч. II. Будівництво горизонтальних і похилих виробок. М., Недра, 1983. 272 с.
6. Росинський Н.Л., Магойченков М.А., Галаджій Ф.М. Майстер-підривник: Підручник для професійного навчання робітників на виробництві. - 3-е изд., Перераб і доп. - М.: Недра, 1988. - 384 с.
7. Єдині правила безпеки при вибухових роботах / Редкол.: М.П. Васильчук та ін.; Затв. Держнаглядохоронпраці України 1992 г. - М.: НПО ОБТ, 1993. - 238 с.
8. Сінанян Р.Р. Маркшейдерська справа: Підручник для вузів. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М., Недра, 1988. 312 с.
9. кваліфікаційні роботи випускників. Загальні вимоги до дипломних проектів и дипломних робіт. Відповідальний за випуск С.Д. Рубан, - Дніпропетровськ, НГУ, 2000. 52 с.
10. ДБН Д.2.2. - 1 - 99 «Земляні роботи».
11. ДБН В.2.3-7-2010. Споруди транспорту. Метрополітени.

12. Строительство метрополитена и подземных сооружений на подрабатываемых территориях: Учебное пособие для вузов / Под ред. Проф. Б.А. Лысикова – Донецк: Норд-Пресс, 2003. – 303 с.

13. Филиппов И.И. Тоннели, сооружаемые щитовым и специальными способами: Учеб. Пос. – РГОТУПС, 2004. – 212 с.

14. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горизонтальных и наклонных выработок: Учеб. пособие/ Шахтинский ин-т ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. 430 с.

15. Цимбал С.Й. Підземне будівництво. К.: КНУБА – 2004. – 148 с.

**ДОДАТОК А.  
КОШТОРИСИ**

Заказчик. \_\_\_\_\_  
(наименование организации)

Подрядчик \_\_\_\_\_  
(наименование организации)

### ДОГОВОРНАЯ ЦЕНА

на строительство **Наклонный тоннель,**

Вид договорной цены: твердая.

Определена в соответствии с ДБН Д.1.1-1-2000

Составлена в текущих ценах по состоянию на

№ п/п	Обоснование	Наименование затрат	Стоимость, тыс.грн.			
			всего	в том числе:		
				строительных работ	монтажных работ	прочих затрат
1	2	3	4	5	6	7
1		Прямые затраты в т. ч.	10923,398	10923,398	-	-
	Расчет N1	Заработная плата	723,698	723,698	-	-
	Расчет N2	Стоимость материальных ресурсов	10108,566	10108,566	-	-
	Расчет N3	Стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов	91,134	91,13400	-	-
2	Расчет N4	Общепроизводственные расходы	940,063	940,063	-	-
		<b>Итого</b>	11863,461	11863,461	-	-
3		Прибыль	483,223	483,223	-	-
4	Расчет N9	Средства на покрытие административных расходов строительно-монтажных организаций	111,465	-	-	111,465

1	2	3	4	5	6	7
5	Расчет N10	Средства на покрытие риска	427,085	427,085	-	-
		<b>Итого (пп. 1-9)</b>	<b>12885,234</b>	<b>12773,769</b>	-	<b>111,465</b>
6	Расчет N11	Налоги, сборы, обязательные платежи, установленные действующим законодательством и не учтенные составляющими стоимости строительства (без НДС)	356,536	-	-	356,536
		<b>Итого договорная цена без НДС</b>	<b>13241,770</b>	<b>12773,769</b>	-	<b>468,001</b>
7		Налог на добавленную стоимость (20 %)	2648,354	-	-	2648,354
		<b>Всего договорная цена</b>	<b>15890,124</b>	<b>12773,769</b>	-	<b>3116,355</b>

Руководитель предприятия  
(организации) заказчика

\_\_\_\_\_

Руководитель генеральной  
подрядной организации

\_\_\_\_\_

Студ.



**Итоговая ведомость ресурсов к локальной смете № 2-1-1  
 на тоннель**

№ п/п	Шифр ресурса	Наименование	Единица измерения	Количество	Текущая цена за единицу, грн.	в том числе:				Обоснование цены
						отпускная цена, грн.	транспортная составляющая, грн.	заготовительно-складские расходы, грн.		
						всего, грн.	всего, грн.	всего, грн.	всего, грн.	
1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14	
		<b><u>I. Затраты труда</u></b>								
1	1	Затраты труда рабочих-строителей	чел.-ч	46793	15,47					
2		Средний разряд работ, выполняемых рабочими-строителями	разряд	5						
3		Затраты труда рабочих, занятых управлением и обслуживанием машин	чел.-ч	3594	14,04					
4		Средний разряд звена рабочих, занятых управлением и обслуживанием машин	разряд	4,0						
5		Затраты труда рабочих, заработная плата которых учитывается в составе:								
5.1		общепроизводственных расходов	чел.-ч	11884	21,77					
		Итого сметная трудоемкость	чел.-ч	62271						
		Средний разряд работ	разряд	5						
		<b><u>II. Строительные машины и механизмы</u></b>								
6	C200-52	Аппарат пескоструйный	маш.-ч	423	<u>1,21</u> 511,57					
7	C210-601	Молотки бурильные легкие при работе от стационарных компрессорных станций	маш.-ч	113	<u>1,21</u> 137,04					
8	C225-902	Тележки вспомогательные станционные	маш.-ч	274	<u>2,03</u> 555,90					
9	C225-1901	Краны козловые, грузоподъемность 16/12,5 т, пролет 25 м, высота подъема крюка 7 м, глубина опускания крюка 9 м	маш.-ч	4	<u>42,85</u> 187,71					

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
10	C225-2303	Тельферы электрические, грузоподъемность 2 т	маш.-ч	170	<u>2,29</u> 389,12				
11	C225-2503	Насосы для строительных растворов, производительность 6 м3/ч	маш.-ч	274	<u>4,13</u> 1130,98				
12	C225-2900	Цементоукладчики для заделки швов	маш.-ч	938	<u>0,82</u> 769,02				
13	C225-3000	Растворонагнетатели	маш.-ч	437	<u>2,06</u> 901,03				
14	C225-3100	Сболчиватели пневматические	маш.-ч	1551	<u>0,79</u> 1225,59				
15	C225-3300	Питатели пластинчатые	маш.-ч	2035	<u>4,90</u> 9972,97				
16	C226-1400	Молотки отбойные пневматические	маш.-ч	20	<u>1,24</u> 25,21				
17	C226-3402	Вагонетки шахтные, вместимость 2,5 м3	маш.-ч	414	<u>1,18</u> 488,27				
18	C233-801	Молотки чеканочные [для гидроизоляционных работ], при работе от стационарных компрессорных станций	маш.-ч	939	<u>0,50</u> 468,91				
19	C270-64	Подъемники скиповые	маш.-ч	3158	<u>23,55</u> 74366,84				
		<b>Итого по разделу II</b>	<b>грн.</b>		<b>91130,16</b>				
		<b>в том числе энергоносители:</b>							
		Электроэнергия	кВт/час	30395					
		Сжатый воздух	м3	39116					
		Смазочные материалы	кг	938					
		Гидравлическая жидкость	кг	474					
		<b><u>III. Строительные машины, учтенные в составе общепроизводственных расходов</u></b>							
20	C203-404	Лебедки электрические, тяговое усилие до 31,39 кН [3,2 т]	маш.-ч	1278					
21	C211-101	Бадьи, емкость 2 м3	маш.-ч	137					

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
		<b><u>IV. Строительные материалы, изделия и конструкции</u></b>							
23	C111-797	Катанка горячекатаная в мотках, диаметр 6, 3-6,5 мм	т	0,06	<u>4112,30</u> 260,68	<u>3999,96</u> 253,56	<u>31,71</u> 2,01	<u>80,63</u> 5,11	
24	C111-867	Роли свинцовые, марка С1, толщина 3,0 мм	т	3	<u>8939,47</u> 24914,30	<u>8732,48</u> 24337,42	<u>31,71</u> 88,38	<u>175,28</u> 488,50	
25	C111-1129	Толстолистовой прокат из углеродистой стали обыкновенного качества горячекатаный с обрезными кромками, толщина 9-12 мм, сталь марки СтЗсп	т	1,3	<u>4890,86</u> 6307,38	<u>4822,74</u> 6219,53	<u>31,71</u> 40,89	<u>36,41</u> 46,96	
26	C111-1305	Портландцемент общестроительного назначения бездобавочный, марка 400	т	76	<u>487,69</u> 36891,51	<u>436,25</u> 33000,31	<u>41,88</u> 3168,03	<u>9,56</u> 723,17	
27	C111-1708	Пахла пропитанная	кг	968	<u>9,28</u> 8980,76	<u>9,04</u> 8748,50	<u>0,06</u> 58,07	<u>0,18</u> 174,19	
28	C112-25	Бруски обрезные из хвойных пород, длина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, толщина 40-75 мм, III сорт	м3	2	<u>995,95</u> 1851,91	<u>951,26</u> 1768,81	<u>25,16</u> 46,78	<u>19,53</u> 36,32	
30	C112-61	Доски обрезные из хвойных пород, длина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, толщина 44 мм и более, III сорт	м3	24	<u>879,29</u> 21230,39	<u>836,89</u> 20206,64	<u>25,16</u> 607,49	<u>17,24</u> 416,26	
31	C115-32	Накладки для железных дорог широкой колеи двухголовые стыковые для рельсов типа Р75, Р65, Р50, Р43	т	1	<u>4508,40</u> 3522,76	<u>4384,80</u> 3426,18	<u>35,20</u> 27,50	<u>88,40</u> 69,08	
32	C116-1	Болты путевые с гайками для скрепления рельсов, класс прочности 3,6, диаметр 16 мм	т			<u>9522,20</u> 1042,72	<u>39,78</u> 4,36	<u>191,24</u> 20,94	
33	C116-6	Костыли, сечение стержня 12x12 мм, из стали кипящих марок	т	0,5	<u>6225,73</u> 2900,29	<u>6063,88</u> 2824,89	<u>39,78</u> 18,53	<u>122,07</u> 56,87	
34	C116-10	Подкладки для рельсов всех типов	шт	703	<u>8,17</u> 5746,97	<u>7,94</u> 5585,19	<u>0,07</u> 49,24	<u>0,16</u> 112,54	
35	C116-12	Рельсы железнодорожные, тип Р-24	т	5	<u>3834,87</u> 18220,85	<u>3726,70</u> 17706,89	<u>32,98</u> 156,70	<u>75,19</u> 357,26	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
36	C116-29	Шпалы пропитанные из древесины хвойных пород, длина 1700 мм, тип II для колеи 900 мм	шт	139	<u>56,55</u> 7871,76	<u>54,00</u> 7516,80	<u>1,44</u> 200,45	<u>1,11</u> 154,51	
37	C118-8	Комплекты болтовые с гайками и сферическими шайбами для перегонных тоннелей	комплект	86	<u>23,06</u> 1992,31	<u>22,56</u> 1949,12	<u>0,05</u> 4,32	<u>0,45</u> 38,87	
38	C118-11	Металлоконструкции для проходческих работ мелкие, масса до 0,5 т, из профилей [подвесные металлические кольца в стволах шахт, рамы из двутавров и швеллеров, арки металлические со скреплением и др.]	т	2	<u>9334,63</u> 14052,35	<u>9111,13</u> 13715,90	<u>40,47</u> 60,92	<u>183,03</u> 275,53	
39	C118-15	Пробки тьюбинговые	1000шт	0,6	<u>8395,77</u> 4869,46	<u>8214,26</u> 4764,19	<u>16,89</u> 9,80	<u>164,62</u> 95,47	
40	C118-16	Прокладки асбестобитумные, диаметр 60 мм	1000шт	1	<u>6980,75</u> 6614,82	<u>6842,72</u> 6484,02	<u>1,15</u> 1,09	<u>136,88</u> 129,71	
41	C118-20	Тюбинги чугунные станционные нормальные обработанные, наружный диаметр кольца 9, 5 м, литые Минчермета	т	1062	<u>9230,22</u> 9802493,64	<u>9009,16</u> 9567727,92	<u>40,08</u> 42564,96	<u>180,98</u> 192200,76	
42	C118-24	Цемент расширяющийся	т	2	<u>1622,93</u> 3618,48	<u>1545,48</u> 3445,80	<u>45,63</u> 101,74	<u>31,82</u> 70,94	
44	C119-258	Болты тьюбинговые с гайками диаметром 30мм	т	0,4	<u>10519,74</u> 4021,91	<u>10274,05</u> 3927,97	<u>39,42</u> 15,07	<u>206,27</u> 78,87	
46	C119-295	Колена к трубам полихлорвиниловым D=0, 8м	шт	0,1	<u>880,07</u> 105,93	<u>858,05</u> 103,27	<u>4,76</u> 0,57	<u>17,26</u> 2,09	
47	C119-359	Переход к трубам полихлорвиниловым d=0, 8мм	шт	0,1	<u>590,17</u> 71,03	<u>577,29</u> 69,48	<u>1,31</u> 0,16	<u>11,57</u> 1,39	
48	C119-378	Рельсы железнодорожные для подземного транспорта Р-33	т	6	<u>5501,27</u> 34204,70	<u>5360,42</u> 33328,95	<u>32,98</u> 205,06	<u>107,87</u> 670,69	

1	2	3	4	5	6/7	8/9	10/11	12/13	14
51	C119-406	Тройник	шт	0,1	<u>1437,66</u> 173,04	<u>1407,08</u> 169,36	<u>2,39</u> 0,29	<u>28,19</u> 3,39	
52	C119-410	Трубы полихлорвиниловые D=0,8м	м	24	<u>192,71</u> 4543,41	<u>188,68</u> 4448,40	<u>0,25</u> 5,89	<u>3,78</u> 89,12	
53	C119-426	Угольник к трубам полихлорвиниловым d=0,8м	шт	0,1	<u>1398,37</u> 168,31	<u>1365,97</u> 164,41	<u>4,98</u> 0,60	<u>27,42</u> 3,30	
54	C119-446	Шпалы рудничные для колеи 900мм из железобетона	шт	139	<u>117,42</u> 16344,86	<u>109,73</u> 15274,42	<u>5,39</u> 750,29	<u>2,30</u> 320,15	
55	C142-10-2	Вода	м3	24	<u>5,18</u> 125,02	<u>5,18</u> 125,02	<u>0,00</u> 0,00	<u>0,00</u> 0,00	
57	C1421-10634	Песок природный, рядовой	м3	3	<u>79,10</u> 242,50	<u>20,57</u> 63,06	<u>56,98</u> 174,68	<u>1,55</u> 4,76	
58	C1425-11685-4	Раствор поризованный цементно-песчаный для нижнего слоя поризованной стяжки	м3	157	<u>459,71</u> 72172,59	<u>366,10</u> 57476,20	<u>84,60</u> 13281,85	<u>9,01</u> 1414,54	
		Энергоносители машин из норм, в которых не учтена работа компрессорной установки							
59	C1999-9010	Сжатый воздух	м3	36578	<u>0,058</u> 2121,51	<u>0,058</u> 2121,51			
		Итого	грн.		2121,51	2121,51	-	-	
		Энергоносители машин, учтенных в составе общепроизводственных расходов							
60	C1999-9001	Электроэнергия	кВт-ч	1086	<u>0,3903</u> 423,87	<u>0,3903</u> 423,87			
61	C1999-9005	Смазочные материалы	кг	13	<u>8,92</u> 113,97	<u>8,92</u> 113,97			
		Итого	грн.		537,84	537,84	-	-	
		<b>Итого по разделу IV</b>	<b>грн.</b>		<b>10108568</b>	<b>9848852</b>	<b>61649</b>	<b>198068</b>	

Составил \_\_\_\_\_  
 Проверил \_\_\_\_\_

Стройка - Наклонный тоннель  
Шифр проекта - 121233

**Локальная смета № 2-1-1**  
**на тоннель**  
**Наклонный тоннель**

Основание:  
чертежи (спецификации ) №

Сметная стоимость 11863,461 тыс. грн.  
Сметная трудоемкость 62,271 тыс. чел.-ч  
Сметная заработная плата 1032,880 тыс. грн.  
Средний разряд работ 4,6 разряд

№ п/п	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.		Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.-ч,	
				всего	эксплуатации машин	всего	заработной платы	эксплуатации машин	не занятых обслуживанием машин	
									заработной платы	в том числе заработной платы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	E35-54-10	Навеска вентиляционных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки 13-30 град. 100м	0,708	<u>8498,71</u> 1007,56	<u>2,43</u> 1,09	6017	713	<u>2</u> 1	<u>22,84</u> 0,06	<u>16</u> -
2	E35-47-40	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колеи 900мм на железобетонных шпалах, тип рельсов Р-33, угол наклона выработки 13-30 град. 1км	0,0928	<u>721817,49</u> 81094,88	<u>1924,04</u> 849,05	66985	7526	<u>179</u> 79	<u>2069,98</u> 49,48	<u>192</u> 5
3	E35-47-26	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колеи 900мм на деревянных шпалах, тип рельсов Р-24, угол наклона выработки 13-30 град. 1км	0,0928	<u>381363,77</u> 49571,60	<u>1035,81</u> 452,31	35391	4600	<u>96</u> 42	<u>1257,47</u> 26,44	<u>117</u> 2
4	E29-140-2	Контрольное нагнетание за обделку тоннелей диаметром более 4,5 м 100м <sup>2</sup>	21,13	<u>2581,62</u> 737,84	<u>88,79</u> 9,91	54550	15591	<u>1876</u> 209	<u>56,41</u> 0,74	<u>1192</u> 16
5	E29-136-1	Нагнетание раствора за сборную обделку тоннелей, сооружаемых без щита, при притоке воды в забое до 5 м <sup>3</sup> /час в грунтах 1-3 групп 100м <sup>2</sup>	21,13	<u>5098,71</u> 878,70	<u>47,23</u> 9,78	107736	18567	<u>998</u> 207	<u>61,62</u> 0,70	<u>1302</u> 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	E29-145-7	Чеканка расширяющимся цементом швов сборной отделки из чугунных тюбингов, собранной на болтах со сферическими шайбами, в шахтных стволах  100м шва	27,87	<u>3822,17</u> 2184,64	<u>68,22</u> 21,46	106524	60886	<u>1901</u> 598	<u>146,62</u> 1,60	<u>4086</u> 45
7	E29-125-1	Устройство сборной чугунной обделки шахтных стволов диаметром более 4 м при проходке обычным способом и способом замораживания  т	1062	<u>9305,20</u> 68,52	<u>1,64</u> 0,47	9882122	72768	<u>1742</u> 499	<u>3,74</u> 0,03	<u>3972</u> 35
8	E29-84-9	Проходка эскалаторных тоннелей диаметром до 8, 5 м при сборной обделке в замороженных грунтах 1-2 групп  100м3	50,18	<u>13233,81</u> 10821,99	<u>1680,75</u> 973,06	664073	543047	<u>84340</u> 48828	<u>715,74</u> 69,28	<u>35916</u> 3476
		Итого прямые затраты по смете, грн.				10923398	723698	<u>91134</u> 50463		<u>46793</u> 3594
		в том числе:								
		стоимость материалов, изделий и конструкций, грн.				10108566				
		всего заработная плата, грн.				774161				
		Общепроизводственные расходы, грн.				940063				
		трудоемкость в общепроизводственных расходах, чел.-ч				11884				
		заработная плата в общепроизводственных расходах, грн.				258719				
		-----								
		Прямые затраты строительных работ, грн.				10923398				
		в том числе:								
		стоимость материалов, изделий и конструкций, грн.				10108566				
		заработная плата рабочих, не занятых обслуживанием машин, грн.				723698				
		заработная плата в эксплуатации машин, грн.				50463				
		Общепроизводственные расходы, грн.				940063				
		трудоемкость в общепроизводственных расходах, чел.-ч				11884				
		заработная плата в общепроизводственных расходах, грн.				258719				
		<b>Всего сметная стоимость строительных работ , грн.</b>				<b>11863461</b>				
		сметная трудоемкость, чел.-ч				62271				
		сметная заработная плата, грн.				1032880				
		-----								
		<b>Всего по смете, грн.</b>				<b>11863461</b>				
		<b>Сметная трудоемкость, чел.-ч</b>				<b>62271</b>				
		<b>Сметная заработная плата, грн.</b>				<b>1032880</b>				

Составил \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_

**ДОДАТОК Б.**  
**ВІДГУКИ ТА РЕЦЕНЗІЇ**







