

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

Факультет будівництва  
 Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра  
 (бакалавра, магістра)

студента Лавріненка Микити Анатолійовича  
 (ПІБ)

академічної групи 184-18ск-1 ФБ

(шифр)

спеціальності 184 Гірництво

(код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Будівельні геотехнології та геомеханіка»

(офіційна назва)

на тему Проект спорудження станції «Центральна» КП «ДНІПРОВСЬКИЙ  
 МЕТРОПОЛІТЕН»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технологічний	Мінеєв С.П.	83	добре	
Охорона праці	Радчук Д.І.	83	добре	
Економічний	Вигодін М.О.	83	добре	
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	Кулівар В.В.			

Дніпро  
 2021

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри будівництва,  
геотехніки і геомеханіки

(повна назва)

\_\_\_\_\_ Д.Т.Н. Гапєєв С.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу**

**ступеню** бакалавра

(бакалавра, магістра)

студенту Лавріненку Микиті Анатолійовичу **академічної групи** 184-18ск-1 ФБ

**спеціальності** 184 Гірництво

**спеціалізації** \_\_\_\_\_

**за освітньо-професійною програмою** «Будівельні геотехнології та геомеханіка»

**на тему** Проект спорудження станції «Центральна» КП «ДНІПРОВСЬКИЙ  
МЕТРОПОЛІТЕН»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.04.2021 р.

№ 243-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Характеристика метрополітену. Технологія будівництва станції метрополітену	04.05-31.05.21
Охорона праці	Аналіз потенційних шкідливих та небезпечних факторів	31.05-10.06.21
Економічний	Економічна оцінка кваліфікаційної роботи	10.06-20.06.21

**Завдання видано** \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Мінєєв С.П.

(прізвище, ініціали)

**Дата видачі** 04.05.2021р.

**Дата подання до екзаменаційної комісії** 24.06.2021р.

**Прийнято до виконання** \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Лавріненко М.А.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 77 с., 1 рис., 12 табл., 10 джерел.

### ПРОХІДНИЦЬКІ ПРОЦЕСИ, БУРОПІДРИВНІ РОБОТИ, ПЛОНИ, ПЕРЕГІННІ ТУНЕЛІ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування станції «Центральна» Дніпровського метрополітену.

Об'єктом розробки є платформна частина станції.

Перша частина кваліфікаційної роботи присвячена основним положенням будівництва метрополітену. Розглянуто траса метрополітену, геологічні умови і конструкція споруджуваного об'єкта, а також обстановка яка сформувалася на території споруджуваного об'єкта на момент будівництва.

У другій частині представлена технологія будівництва станції. У розділі наведені схеми ведення робіт, розглянуті всі прохідницькі процеси і операції, розрахунок проведення буропідливних робіт і порядок їх виконання.

У третьому розділі викладені питання охорони праці. Розглянуто аналіз потенційних небезпек, методи забезпечення та організація безпечного ведення робіт, пожежна безпека і заходи плану ліквідації аварії.

В економічній частині представлена проектно-кошторисна документація. Локальні кошториси на споруджувані об'єкти, об'єктний кошторис, відомість ресурсів і договірна ціна. Також приведений календарний графік спорудження об'єкта і розрахунок економічного ефекту.

## ABSTRACT

Explanatory note: 77 pp., 1 fig., 12 tables, 10 sources.

### PASSENGER PROCESSES, DRILLING WORKS, PYLONS, ROW TUNNELS

The purpose of the qualification work is to operate the station "Central" Dnipropetrovsk Metropolitan.

The development object is the platform part of the station.

The first part of the project is devoted to the main provisions of the construction of the subway. The route of subway, geological conditions and design of the facing object, as well as the situation formed on the territory of the construction facility at the time of construction are considered.

In the second part of the project, the technology of construction of the station is presented. The section shows the work schemes, considered all passing processes and operations, calculation of drilling works and the procedure for their implementation.

The third section outlines the occupational safety issues. The analysis of potential dangers, methods of provision and organization of safe work, fire safety and measures of the accident elimination plan are considered.

The economic part is presented by the project-estimated documentation. Local estimates for construction objects, object estimates, resource account and contract price. Also, a calendar schedule of object construction and the calculation of the economic effect is attributed.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
I. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ БУДІВНИЦТВА МЕТРОПОЛІТЕНУ .....	9
1.1 Траса метрополітену станції «Центральна» .....	9
1.2 Інженерно-геологічні умови станції «Центральна» .....	10
1.3 Конструктивні рішення станції «Центральна» .....	12
1.4 Ситуація, що склалася на момент початку будівництва станції «Центральна» .	12
II. ТЕХНОЛОГІЯ СПОРУДЖЕННЯ СТАНЦІЇ.....	14
2.1 Вибір і обґрунтування способу будівництва .....	14
2.2 Відомість основного обладнання при спорудженні станції «Центральна» .....	14
2.3 Технологія спорудження лівого (правого) тунелю .....	16
2.3.1 Початкові дані .....	19
2.3.2 Вибір способу підричних робіт .....	20
2.3.3 Вибір способу підривання.....	20
2.3.3.1 Вибір типу ВВ.....	20
2.3.3.2 Вибір засобів підривання, їх тип, марка.....	21
2.3.4. Визначення питомих витрат ВР.....	21
2.3.5 Визначення кількості шпурів на заходку .....	21
2.3.6 Визначення глибини шпурів.....	22
2.3.7 Визначення обсягу підриваємої породи.....	23
2.3.8 Визначення розрахункових витрат ВР на вибій виробки.....	23
2.3.9 Визначення середньої маси шпурового заряду.....	23
2.3.10 Визначення кількості патронів в шпурі .....	24
2.3.11 Уточнюємо кількість ВР на вибій виробки.....	24
2.3.12 Визначення довжини набійки .....	24
2.3.13 Розрахунок вибухової мережі .....	25
2.3.14 Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометрів і забійного матеріалу на 1 погонний метр виробки.....	26
2.3.15 Організація робіт .....	28
2.3.16 Визначення просування вибою виробки: .....	28
2.4 Технологія спорудження середнього тунелю .....	32
2.4.1 Початкові дані .....	33

2.4.2	Вибір способу підричних робіт .....	33
2.4.3	Вибір способу підривання.....	33
2.4.3.1	Вибір типу ВР .....	33
2.4.3.2	Вибір засобів підривання, їх тип, марка.....	33
2.4.4	Визначення питомих витрат ВР.....	34
2.4.5	Визначення кількості шпурів на відбій виробки .....	34
2.4.6	Визначення глибини шпурів.....	35
2.4.7	Визначення обсягу підриваної породи.....	35
2.4.8	Визначення розрахункових витрат ВР на вибій виробки.....	36
2.4.9	Визначення середньої маси шпурового заряду.....	36
2.4.10	Визначення кількості патронів в шпурі .....	36
2.4.11	Уточнюємо кількість ВР на вибій виробки.....	37
2.4.12	Визначення довжини набійки .....	37
2.4.13	Розрахунок вибухової мережі.....	37
2.4.14	Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометрів і забійного матеріалу на 1 погонний метр вироблення .....	38
2.4.15	Організація робіт .....	40
2.4.16	Визначення просування вибію виробки:.....	41
2.5	Технологія спорудження прорізів .....	44
2.5.1	Початкові дані .....	46
2.5.2	Вибір способу підричних робіт .....	46
2.5.3	Вибір способу підривання.....	46
2.5.3.1	Вибір типу ВР .....	46
2.5.3.2	Вибір засобів підривання, їх тип, марка.....	47
2.5.4	Визначення питомих витрат ВР.....	47
2.5.5	Визначення кількості шпурів на відбій вироблення.....	47
2.5.7	Визначення обсягу підриваної породи.....	48
2.5.8	Визначення розрахункових витрат ВР на вибій виробки.....	49
2.5.9	Визначення середньої маси шпурового заряду.....	49
2.5.10	Визначення кількості патронів в шпурі .....	49
2.5.11	Уточнюємо кількість ВР на вибій виробки.....	50
2.5.12	Визначення довжини набійки .....	50
2.5.13	Розрахунок вибухової мережі.....	50

2.5.14	Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометров і забійного матеріалу на 1 погонний метр виробки.....	52
2.5.15	Організація робіт .....	53
2.5.16	Визначення просування вибію виробки:.....	53
2.6	Загальношахтні процеси .....	57
2.6.1	Вентиляція .....	57
2.6.2	Водовідлив .....	58
2.6.3	Електропостачання .....	58
2.6.4	Транспорт.....	59
III.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА .....	60
3.1	Аналіз потенційних небезпек і шкідливих чинників .....	60
3.2	Інженерні методи забезпечення безпеки ведення робіт.....	61
3.3	Організація безпечного ведення робіт .....	62
3.4	Пожежна безпека.....	64
3.5	Заходи плану ліквідації аварії .....	64
3.6	Розрахунок вентилятора. ....	64
3.6.1	Витрата повітря, необхідного для провітрювання.....	66
3.6.2	Вибір засобів провітрювання.....	67
IV.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	70
4.1	Техніко-економічні показники .....	70
4.2	Розрахунок календарного графіка будівництва .....	71
4.3	Економічний ефект .....	72
	ВИСНОВОК .....	75
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	76
	ДОДАТКИ .....	77

## ВСТУП

На даний момент в Дніпрі існує дуже серйозна транспортна проблема. Головною причиною того є масова забудова, яка ускладнює рух транспортних засобів (маршрутних таксі, тролейбусів, трамваїв, автомобілів), а так само і пересування городян з одного пункту в інший.

Виходом з цієї ситуації є будівництво підземної мережі метрополітену.

Дана тема кваліфікаційної роботи актуальна тим, що будівництво і подальший розвиток Дніпровського метрополітену дозволить:

- збільшити в кілька разів обсяг пасажироперевезень;
- вирішити транспортні проблеми пропускнуої спроможності в центральній частині міста;
- скоротити витрати на експлуатацію міського наземного транспорту за рахунок зменшення кількості маршрутів;
- сприяти зростанню продуктивності виробництва на підприємствах і закладах;
- значно поліпшити санітарно-екологічний стан центральної частини міста, звільнити центральну частину міста від будівельних майданчиків і упорядкувати цент міста;
- сприяти розвитку освоєння підземних просторів на сполученні з вестибюлями станцій метрополітену.



## I. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ БУДІВНИЦТВА МЕТРОПОЛІТЕНУ

### 1.1 Траса метрополітену станції «Центральна»

Технологічний проект першої черги метрополітену в місті Дніпро від станції «Покровська» до станції «Музейна» розроблений на підставі розпорядження Ради Міністрів СРСР від 3 грудня 1979 року № 2650 Р. Відповідно до техніко-економічним обґрунтуванням, затвердженим Міністерством шляхів сполучення 8 квітня 1980 року № Ш-12550 і завданням на проектування.

На будівельному лінії першої черги довжиною 11,78км. Розміщено дев'ять станцій, з них одна «Покровська» - мілкового закладення і вісім - «Проспект Свободи», «Заводська», «Металургів», «Метробудівників», «Вокзальна», «Театральна», «Центральна», «Історичний музей». Введення першої черги метрополітену в експлуатацію передбачено двома пусковими ділянками. До складу першої пускової ділянки від станції «Покровська» до станції «Вокзальна», протяжністю 7,76 км. Крім шести станцій, перший пусковий ділянка включає також інженерний корпус і електро-депо.

Другу пускову ділянку від ст. "Вокзальна" до ст. "Історичний музей" має загальну довжину в двупутном обчисленні 4,02 км.

Станція «Центральна» входить до складу другої пускової ділянки. Вона буде розташовуватися на пр. Д. Яворницького, між вул. В. Мономаха і М. Грушевського, вул. Центральна, ЦУМ.

Дана станція розташовується в скельних породах в різного ступеня тріщинуватих. Пересадочна на другу лінію, глибокого закладення, пілонна, з обробленням з чавунних тубінгів.

Спуск-підйом людей, матеріалів і породи - через робочий ствол №14, який розташовується на пл. Героїв, біля торгово-розважального комплексу «Passage». Побутове та матеріально-технічне обслуговування забезпечується комплексом тимчасових будівель і споруди, які розташовані переважно на будмайданчику поряд

зі стовбуром №14. Транспорт породи передбачається в відвали, які виділені спеціально для цієї мети. Дальність транспортування - від 5 до 18 км.

## 1.2 Інженерно-геологічні умови станції «Центральна»

З негативних фізико-механічних процесів і явищ на ділянці проектованої станції «Центральна» спостерігається підтоплення території.

В геологічну будову району беруть участь протерозойські - граніти, кора вивітрювання цих порід - дресвяно-щебеністі ґрунти і каолін, палеогенові відкладення - глини, четвертинні алювіальні і алювіально-делювіальні відкладення піски, супіски, суглинки і глини, гравелисті-щебеністі ґрунти з супіщаним заповнювачем, сучасні відкладення - супесчано-глинисті ґрунти з будівельним сміттям, щебінь, асфальт.

У літологічній будові до дослідженої глибини (54,2 м) беруть участь сучасні техногенні насипні ґрунти різноманітного літологічного складу; четвертинні відкладення, представлені супісками, пісками дрібними і середньої крупності, глинами, дресвяно-щебеністими ґрунтами; палеогенові відкладення - глини, кора вивітрювання протерозойських утворень - каолін, дресвяно-щебенево ґрунт з супіщаним заповнювачем; протерозойські граніти різного ступеня виветрілості (до Рухляк)

До дослідженої глибини (54,2 м) виділено 5 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ).

ІГЕ-1. Насипний ґрунт - супісок з будівельним сміттям, по верху з асфальтом, твердої і пластичної консистенції, потужністю від 0,5 м до 3,5 м. Шар має повсюдне поширення. Коефіцієнт міцності за шкалою проф. М.М. Протодьяконова - 0,3. Ґрунт абсолютно нестійкий.

ІГЕ-2. Лісовині суглинки жовтувато-бурі і червонувано-бурі від пластичної до текучої консистенції. Загальна потужність шару коливається від 3,0 м до 15,8 м. Шар

прийнятий усіма свердловинами. Коефіцієнт міцності за шкалою проф. М.М. Протод'яконова - 0,3. Ґрунт абсолютно нестійкий.

ІГЕ-3. Пісок жовто-бурий, середньої крупності, з глиною, насичений водою, щільний, потужністю від 6м до 15 м. Коефіцієнт міцності за шкалою проф. М.М. Протод'яконова - 0,3 - 1. Ґрунт середньої стійкості.

ІГЕ-4. Дресва зі щебенем граніту і каолін первинний світло-сірий, твердої і напівтвердої консистенції. Потужність шару від 3,30 м до 13,10 м. Шар має повсюдне поширення. Коефіцієнт міцності за шкалою проф. М.М. Протод'яконова - 5. Ґрунт середньої стійкості.

ІГЕ-5. Граніт світло-сірий середньозернистий і крупнозернистий, слабо тріщинуватий, міцний. Шар прийнятий усіма свердловинами. Пройдена свердловинами потужність шару від 11,2 до 21,5. Коефіцієнт міцності за шкалою проф. М.М. Протод'яконова - 8 - 10. Ґрунт стійкий і середньостійкий.

Територія розташована в районі з п'ятибальною сейсмічністю.

Підземні води зустрінуті свердловинами на глибинах 2,10 - 3,50 м від поверхні землі. Вони приурочені до нерасчлененні товщі четвертинних та протерозойських відкладань, оскільки гідроізолюючі шари не витримані по простяганню.

Водоносний горизонт відкритий, безнапірний. Харчування водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, витоків з водонесучих підземних комунікацій.

Нормативні глибини сезонного промерзання, розраховані і складають: для глин і суглинків 0,84 м, супесей, пісків м'яких і пилюватих 1,02 м, для пісків гравелистих, великих і середньої крутості 1,09 м, для великоуламкових ґрунтів 1,24 м.

Підземні води зустрінуті свердловинами на глибині 2,10 - 3,50 м.

Коефіцієнт міцності масиву 0,2-0,3 МПа і на незначних ділянках середньо і слабо тріщинуватих ґрунтів підвищується до 0,7 МПа.

Підземні води при впливі на бетон марки W4, W6, W8 неагресивні.

### 1.3 Конструктивні рішення станції «Центральна»

Станція «Центральна» має трьохсводчатую форму. Серед станцій метрополітенів найбільшого поширення набув тип трьохсводчатих станцій. Конструкція трьохсводчатих станцій складається з двох бічних (колійних) тунелів ( $D = 8.5$  м) і розташованого між ними середнього тунелю ( $D = 9.5$  м). Склепіння бокових тунелів з боку пасажирських платформ мають зі склепінням середнього тунелю загальні опори у вигляді окремих пілонів. У бокових станційних тунелях розташовуються шляху метрополітену і платформи для посадки і висадки пасажирів. В середньому тунелі розміщується розподільний зал, який проходами з'єднується з боковими пасажирськими платформами. Також в середньому тунелі під платформою розташовуються службові приміщення. До торця середнього залу з одного боку примикає ескалатор головного підйому, з'єднаний з вестибюлем станції.

Станція «Центральна» запроектована з пасажирською платформою трипролітних типу. Довжина станції дорівнює довжині посадочних пасажирських платформ залежить від числа вагонів у складах, що проходять через станцію, і прийнята рівною 104 м. Ширина посадкової платформи прийнята рівною 22,2 м з умови розміщення та кількості пасажирів.

Матеріал станційного оброблення - чавун (у вигляді тубінгів).

### 1.4 Ситуація, що склалася на момент початку будівництва станції «Центральна»

При виконанні даної кваліфікаційної роботи будемо враховувати, що на момент будівництва станції: на будівельному майданчику виконані всі підготовчі роботи, побудовані тимчасові споруди, гірські комплекси, завершені роботи зі спорудження стовбурів і приствольних виробок, проведені перегінні тунелі, обхідні виробки, проведено розширення перегінного тунелю ( $D = 5$  м) до проектного перерізу станції ( $D = 8.5$  м), в центральній частині міста повністю перевлаштовані інженерні мережі,

будівельні майданчики підключені до мереж енергопостачання, стисненого повітря, водопроводу і каналізації.

Висновки по першому розділу: в першому розділі кваліфікаційної роботи визначений тип станції «Центральна». Розглянуті фактичні інженерно-геологічні умови і розташування.

Виходячи з типу станції запропоновані геометричні параметри перегінних тунелів та станції з вестибюлем та ескалатором головного підйому.

## II. ТЕХНОЛОГІЯ СПОРУДЖЕННЯ СТАНЦІЇ

### 2.1 Вибір і обґрунтування способу будівництва

В останні роки в тунелебудуванні сформувалася тенденція до скорочення великого різноманіття способів будівництва, їх уніфікації. Будівництво станцій підземним способом відноситься до найбільш складних видів робіт в метробудуванні, оскільки воно пов'язане з пристроєм комплексу взаємопов'язаних споруд і розкриттям виробок великого перерізу. Будівництво ведуть в такій технологічній послідовності, щоб не допускати осад земної поверхні, небезпечних для збереження будівель і споруд поверхні, а також осад і небезпечних деформацій підземних комунікацій міського господарства, розташованих вище станції.

У міцних і середньої міцності породах застосовують буропідбивні роботи, рідше механізовані способи розробки з використанням комбайнових агрегатів і тунелепрохідних комплексів. Так як, при будівництві метрополітену станції «Центральна» порода, в якій вона буде розташовуватися, тріщинуватий граніт ( $f = 9-11$ ), то доцільно буде застосувати буропідбивний спосіб. Буропідбивний спосіб в даний час є основним.

### 2.2 Відомість основного обладнання при спорудженні станції «Центральна»

При проведенні тунелів і спорудження станції «Центральна» використовується таке обладнання:

Таблиця 2.1 - Бурильна установка «Tamrock Axera T11 S-315»:

Технічні характеристики:	
Довжина, мм	17780
Висота, мм	4000
Ширина, мм	2900
Кількість виконавчих органів, шт	3
Максимальний діаметр буріння, мм	10920

Використовується для буріння шпурів на повний переріз виробки.

Таблиця 2.2 - Породонавантажувальна машина 1ППН5:

Технічні характеристики:	
Продуктивність, м <sup>3</sup> / хв	1,25
Місткість ковша, м <sup>3</sup>	0,32
Ширина захоплення, мм	4000
Ширина колії, мм	600, 750, 900

Ця машина призначена для навантаження відокремленої від масиву гірської маси в транспортні засоби. Електрообладнання машини дозволяє застосовувати її в умовах шахт, небезпечних за газом та пилом.

Таблиця 2.3 - Вагонетка глуха ВГ-1,6:

Технічні характеристики:	
Номінальна місткість, V м <sup>3</sup>	1,6
Максимальна вантажопідйомність, т	3

Вагонетка шахтна призначена для транспортування гірничої маси по підземних відкатувальних виробках.

#### Важільний укладальник ТУ-3ГП:

ТУ-3ГП призначений для тунелів, що споруджуються буропідричних способом. Укладальник даного типу дозволяє монтувати як тюрінг, так і блочне залізобетонне оброблення.

Таблиця 2.4 - Відбійний молоток МО-1Б:

Технічні характеристики:	
Енергія удару, Дж	43
Потужність, Вт не менше	815
Діаметр рукояті, мм	34
Робочий тиск стисненого повітря, МПа не менше	0,4-0,55

МО-1Б призначений для відбою породи, недоборів і інших робіт.

Таблиця 2.5 - Лебідка монтажна ЛМ-3,2:

Технічні характеристики:	
Мах тягове зусилля на канаті, т	3,2
Швидкість каната, м / с	0,3
Канатоємність барабана, м	250
Встановлена потужність, кВт	11

Електрична лебідка ЛМ-3,2 створена для ефективної експлуатації в умовах помірного клімату. За допомогою цієї лебідки здійснюють монтажні роботи і переміщують вантаж (вагонетки з породою).

Таблиця 2.6 - Пневмонагнітачі ПН-300:

Технічні характеристики:	
Продуктивність, м <sup>3</sup> / год	3
Робочий тиск, МПа	0,6
Потужність електродвигуна, кВт	5,5
Обсяг приготовленої суміші, м <sup>3</sup>	0,26

ПН-300 призначений для приготування та подачі до місця укладання цементно-піщаних розчинів рухливістю від 3 до 5 см.

### 2.3 Технологія спорудження лівого (правого) тунелю

Несприятливі геологічні умови при глибокому закладенні станцій метрополітену змушують фахівців-проектувальників віддавати перевагу трьохсводчатим станціям пілонного типу.

Процес спорудження станції включає проходку трьох станційних тунелів з монтажем обробок різного типу в глухих частинах і проємній частині станції і улаштування проходів.



Конструкція трьохсводчатих станцій пілонного типу складається з трьох тунелів. Два бічних тунелю діаметром 8,5 м і середній тунель діаметром 9,5 м, розташованих паралельно один одному.

Розширення тунелю до проектного перерізу:

Розширення перегінного тунелю ( $D = 5\text{ м}$ ) до проектного перерізу станції ( $D = 8,5\text{ м}$ ) споруджується буропідливним способом. Щоб вийти на проектну відмітку станції, в місці розширення виробки оконтурюючі шпури буряться з більшим кутом нахилу. Для виходу на проектну перетин з  $D = 5\text{ м}$  на  $D = 8,5\text{ м}$  виконують шість циклів буропідливних робіт з індивідуальною схемою розташування шпурів для кожного циклу. Паралельно з бурінням шпурів і підриванням, тунель закріплюють постійним тубінговим кріпленням. Глибина заходки на один цикл складає 2-2,5 м.

*Схема розширення надана на аркуші графічної частини.*

Проходка тунелів виконується способом суцільного забою.

Цей спосіб застосовується в стійких породах з коефіцієнтом міцність  $f > 4$  в тунелях, що мають висоту до 10-12 м і ширину до 8-10 м, з площею поперечного перерізу до 110-130 м<sup>2</sup>. Наведені обмеження пов'язані з максимальними габаритами бурового і допоміжного обладнання, а так само певним виробничим ризиком розкриття в один прийом незакріпленого прольоту тунелю значної протяжності. Спрощено кажучи, проведення тунелю способом суцільного забою це проведення горизонтальної гірничої виробки в однорідної міцної породі за допомогою буропідливних робіт.

Специфіка проведення тунелю полягає, перш за все, в значній складності виробництва буровибухових робіт у вибоях великих розмірів і габаритах і номенклатурі, що застосовується.

Спосіб суцільного забою має вельми широку сферу застосування. Розроблено ряд модифікацій цього способу з урахуванням стану оточуючих порід. Розширення сфери його використання багато в чому було пов'язане з накопиченням досвіду застосування полегшених видів тимчасового кріплення (анкерних, набризкбетону і ін.), Вдосконаленням методу контурного підривання і ін.

Основними перевагами способу є:

- можливість застосування комплексної механізації з використанням потужного високопродуктивного обладнання, що забезпечує високі темпи прохідницьких робіт;

- чітка організація робіт при здійсненні прохідницького циклу, відсутність поєднання процесів в часі, що ускладнює їх проведення;

- порівняно мале порушення навколишнього гірського масиву, оскільки підривання зарядів здійснюють лише один раз на заходку (при використанні інших способів неодноразове підривання зарядів у міру розкриття перетину призводить до численних змін напружено-деформованого стану масиву і його ослаблення).

Ці переваги створюють умови для досягнення високої продуктивності праці прохідників.

Разом з тим спосіб суцільного забою має недоліки, основними з яких є:

- складність кріплення при погіршенні інженерно-геологічних умов по трасі тунелю, труднощі при вимушеному переході на розробку перетину по частинах;

- складність і підвищена трудомісткість проведення буропідричних робіт і кріплення при висоті тунелю більше 7-8 м;

- застосування досить дорогого великогабаритного устаткування.

При цьому способі прохідницькі процеси в забої здійснюються послідовно: буріння шпурів здійснюється буровою машиною Tamrock Axera T11 S-315, заряджання та підривання шпурів, провітрювання виробки, навантаження породи здійснюють за допомогою породопогрузочної машини типу 1ППН-5 в вагонетки (1,6 м<sup>3</sup>) і транспортують до шахтного стволу. Цим же шляхом від стволу в забій транспортують тубінги, кріпильний матеріал і суху суміш для первинного нагнітання.

При проведенні буропідричних робіт застосовуємо контурне підривання.

При звичайному веденні буропідричних робіт фактична площа поперечного перерізу виробки до 20% і більше перевищує проектну, її контур має не рівне обрис, відзначається порушеність тріщинами законтурного масиву порід. Все це

призводить до додаткових робіт при проведенні виробок, збільшення витрати матеріалів і зниження техніко-економічних показників.

Ефективність контурного підривання забезпечує:

- зниження витрати бетону при зведенні оброблення;
- зменшує глибину утворення тріщин порід, за рахунок зменшення концентрації вибуху на 1 м шпуру [4].

Спорудження лівого (правого) тунелю включає наступні етапи робіт:

1. Проходка тунелю на повний переріз буропідривним способом на проектну довжину.
2. Провітрювання тунелю від отруйних газів і пилу, що утворилися після проведення буропідривних робіт.
3. Приймання і вивантаження породи.
4. Настилення тимчасової колії.
5. Кріплення тунелю постійним тюбінговим кріпленням тюбінгоукладчіком (В місцях, де за проектом будуть розташовуватися проходи, встановлюють рами, що сприймають зусилля від розімкнутих кілець).
6. Карбування швів.
7. Тампонаж закріпного простору.

### 2.3.1 Початкові дані

Найменування виробки	Правий (лівий) тунель
Площа перерізу виробки в проходці, м <sup>2</sup>	56,7
Діаметр виробки, мм	4250
Коефіцієнт міцності порід по	
М. М. Протодьяконову	10
Глибина заходки, мм	1 000

### 2.3.2 Вибір способу підривних робіт

Приймаємо шпуровий метод. Оскільки максимальна міцність породи у виробки  $f_{\max} = 10$  в якості обладнання, за допомогою якого здійснюється буріння шпурів, приймаємо бурову машину типу Tamrock Axera T11 S-315. Електрогідравлічна бурова машина призначена для точного буріння тунелів з поперечним розрізом від 20 до 183 м<sup>2</sup>. Електронна система управління бурінням дозволяє продуктивно і високоякісно проходити тунель. Засоби діагностики допомагають мінімізувати час технічного обслуговування. Високочастотні перфоратори HFX5T забезпечують високу продуктивність. Універсальні стріли типу ТВ-150 мають велику форму охоплення і повну паралельність буріння. Так само вони можуть використовуватися для розширення виробок. Чотириколісний привід забезпечує швидке і безпечне переміщення з хорошим балансом.

Як породопогрузочної машини приймаємо 1ППН-5.

Технічні характеристики бурової і породопогрузочної машини наведені в п. 2.2. Відомість основного обладнання при спорудженні станції «Центральна».

### 2.3.3 Вибір способу підривання

Приймаємо електричний спосіб підривання.

#### 2.3.3.1 Вибір типу ВВ

Виходячи з вимог ЄПБ вибираємо незапобіжне ВР II класу (п.223) амоніт №6 ЖВ [6].

Рецептурний склад і нормовані технічні показники амоніту №6 ЖВ.

Технічні показники:

Бризантність, мм	14
Щільність патронування, г / см <sup>3</sup>	1,0-1,2
Швидкість детонації, км / с	3,6-4,8

Працездатність, см <sup>3</sup>	360
Діаметр патрона, мм	28; 32; 36
Маса патрона, г	200; 300
Критичний діаметр, мм	10-13
Передача детонації, см	7
Обсяг газів вибуху, дм <sup>3</sup> / кг	895
Теплота вибуху, ккал / кг	1030
Температура вибуху, С <sup>0</sup>	2960

### 2.3.3.2 Вибір засобів підривання, їх тип, марка

Виходячи з вимог ЄПБ (п. 224) застосовуються не запобіжні електродетонатори уповільненої дії типу ЕДУД: 6 серій уповільнення [6].

### 2.3.4. Визначення питомих витрат ВР

$$q = q_1 \cdot k_3 \cdot F \cdot e, \text{ кг/м}^3,$$

де  $q_1$  - питомі витрати ВР при нормальному заряді викиду,  $q_1 = 0,1$ ;

$$q_1 = 0,1 \cdot 10 = 1,$$

$k_3$  - коефіцієнт затиску породи.

$$k_3 = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{пр}}}} = 0,86,$$

$F$  - коефіцієнт що враховує текстуру породи. Приймаємо  $F = 1,4$ ;

$e$  - коефіцієнт що враховує працездатність ВР;

$$e = \frac{380}{P_x} = \frac{380}{360} = 1,06,$$

$$q = 1 \cdot 0,86 \cdot 1,4 \cdot 1,06 = 1,27 \text{ кг/м}^3.$$

### 2.3.5 Визначення кількості шпурів на заходку

$$N_{\text{ш}} = \frac{1,27 \cdot q \cdot S_{\text{пр}}}{\Delta_{\text{п}} \cdot d_{\text{п}}^2 \cdot k_{\text{зап}}}, \text{ шт.},$$

де  $N_{\text{ш}}$  - щільність патронування ВР, кг / м<sup>3</sup>;

$d_{\text{п}}$  - діаметр патрона ВВ, м;

$k_{\text{зап}}$  - коефіцієнт заповнення шпурів ВР.

При розрахунку значення  $k_{\text{зап}}$  приймають: 0,3 для вугілля; 0,4 для порід з  $f < 5$ ; 0,45 для порід з  $f = 5 \dots 8$ ; 0,5 ... 0,6 для порід з  $f > 8$ . Приймаємо  $k_{\text{зап}} = 0,6$ .

$$N_{\text{ш}} = \frac{1,27 \cdot 1,27 \cdot 56,7}{1100 \cdot 0,036^2 \cdot 0,6} = 107 \text{ шт.};$$

$$N_{\text{ш}}^{\text{ВР}} = 14 \text{ шт}; N_{\text{ш}}^{\text{отб}} = 70 \text{ шт}; N_{\text{ш}}^{\text{ок}} = 23 \text{ шт};$$

Діаметр кола, який буде усередненим відстанню між гірлами шпурів:

$$d = \sqrt{\frac{S_{\text{пр}}}{N_{\text{ш}} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{56,7}{161 \cdot 3,14}} = 0,41 \text{ м.}$$

Число кіл розташування шпурів:

$$N_{\text{окр}} = \frac{2 \cdot D_{\text{вч}}}{4 \cdot d} = \frac{2 \cdot 4,15}{4 \cdot 0,41} = 5,05 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $N_{\text{окр}} = 5$  кіл.

Співвідношення між числом кіл і їх діаметром приймаємо наступне:

$$\text{Докр} = (0,25 - 0,45 - 0,65 - 0,8 - 0,95) \cdot D_{\text{вч}};$$

$$\text{Докр1} = 2075 \text{ мм}; \text{Докр2} = 3735 \text{ мм}; \text{Докр3} = 5395 \text{ мм};$$

$$\text{Докр4} = 6640 \text{ мм}; \text{Докр5} = 7885 \text{ мм.}$$

*Схема розташування шпурів представлена на аркуші графічної частини.*

### 2.3.6 Визначення глибини шпурів

$$l_{\text{ш}} = \frac{l_{\text{зах}}}{\eta}, \text{ м};$$

де  $\eta$  - КІШ (коефіцієнт використання шпуру). Приймаємо  $\eta = 0,8$ ;

$l_{\text{зах}}$  - довжина заходки, м;

$$l_{\text{ш}}^{\text{отб.ок.}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ м.}$$

При цьому глибина врубів шпурів на 15-25 см більше,  $l_{\text{швр}} = 1,45 \text{ м}$ .  
Застосовуємо прямий вруб з 14 шпурів. Підривання - контурне.

### 2.3.7 Визначення обсягу підриваємої породи

$$V = S_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ш}}, \text{ м}^3;$$

де  $S_{\text{пр}}$  - площа перерізу виробки,  $\text{м}^2$ ;

$l_{\text{ш}}$  - глибина шпуру, м;

$$V = S_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ш}} = 56,7 \cdot 1,25 = 70,87 \text{ м}^3.$$

### 2.3.8 Визначення розрахункових витрат ВР на вибій виробки

$$Q_{\text{расч}} = q \cdot V, \text{ кг};$$

де  $q$  - питомі витрати ВР,  $\text{кг} / \text{м}^3$ ;

$V$  - об'єм підривають породи,  $\text{м}^3$ ;

$$Q_{\text{расч}} = q \cdot V = 1,27 \cdot 70,87 = 90,41 \text{ кг.}$$

### 2.3.9 Визначення середньої маси шпурового заряду

$$q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{N_{\text{ш}}}, \text{ кг};$$

де  $q_{\text{расч}}$  - розрахункові витрати ВР на вибій виробки, кг;

$N_{ш}$  - кількість шпурів на вибій виробки, шт;

$$q_{ш} = \frac{90,41}{107} = 0,85 \text{ кг.}$$

Отриману середню масу шпурового заряду вибухової речовини для врубових шпурів збільшуємо на 20%, для оконтуриваючих зменшуємо на 15%, для відбійних залишаємо незмінною.

### 2.3.10 Визначення кількості патронів в шпурі

$$n_{п} = \frac{q_{ш}}{m_{п}}, \text{ шт.};$$

де  $m_{п}$  - маса патрона, кг;

$$n_{п.вр.} = \frac{0,85 \cdot 1,2}{0,3} = 3,4 \approx 3 \text{ шт};$$

$$n_{п.отб.} = \frac{0,85}{0,3} = 2,8 \approx 3 \text{ шт};$$

$$n_{п.ок.} = \frac{1,69 \cdot 0,85}{0,3} = 2,4 \approx 2 \text{ шт};$$

### 2.3.11 Уточнюємо кількість ВР на вибій виробки

$$Q_{ф} = N_{вр} \cdot n_{вр} \cdot m_{п} + N_{отб.} \cdot n_{отб.} \cdot m_{п} + N_{ок.} \cdot n_{ок.} \cdot m_{п}, \text{ кг};$$

$$Q_{ф} = 14 \cdot 3 \cdot 0,3 + 70 \cdot 3 \cdot 0,3 + 23 \cdot 2 \cdot 0,3 = 89,4 \text{ кг.}$$

### 2.3.12 Визначення довжини набійки

$$l_{заб} = l_{ш} - l_{зар} = l_{ш} - l_{п} \cdot n_{п}, \text{ м};$$

де  $l_{ш}$  - довжина шпуру, м;

$l_{п}$  - довжина патрона, м;

$$l_{п} = \frac{4 \cdot m_{п}}{d_{п}^2 \cdot \Delta_{п} \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 0,3}{0,036^2 \cdot 1100 \cdot 3,14} = \frac{1,2}{4,48} = 0,27 \text{ м};$$



$n_{\text{п}}$  - кількість патронів, шт;

$$l_{\text{заб}}^{\text{вп}} = 1,45 - 0,27 \cdot 3 = 0,64 \text{ м};$$

$$l_{\text{заб}}^{\text{отб.}} = 1,25 - 0,27 \cdot 3 = 0,45 \text{ м};$$

$$l_{\text{заб}}^{\text{ок.}} = 1,25 - 0,27 \cdot 2 = 0,7 \text{ м};$$

### 2.3.13 Розрахунок вибухової мережі

При послідовному з'єднанні електродетонаторів загальний опір вибухової мережі визначається за формулою:

$$R_0 = r \cdot N_{\text{эд}} + r_{\text{в}} + R_{\text{м}}, \text{ Ом};$$

де  $r$  - опір електродетонатора. (Від 1,5 до 4 Ом, якщо дроти мідні, і від 2,9 до 9,5 Ом, якщо дроти залізні). Приймаємо  $r = 3$  Ом;

$N_{\text{эд}}$  - кількість електродетонаторів в мережі, шт.  $N_{\text{эд}} = N_{\text{шт}} = 107$ ;

$R_{\text{м}}$  - опір виведених і магістральних дротів, Ом.

Опір виведених і магістральних дротів становить:

$$r_{\text{в}} = \rho_{\text{в}}^1 \cdot l_{\text{в}} = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{м}} = \rho_{\text{м}}^1 \cdot l_{\text{м}} = 0,025 \cdot 500 = 12,5 \text{ Ом};$$

де  $\rho_1$  - опір 1 м дроту, Ом.

Для підривання забою, згідно п. 93, дроти, що виводяться і магістральні дроти будемо застосовувати з мідними жилами. Тип виведених проводів ЕВ (опір 1 м - 0,1 Ом, довжина  $V = 20$  м), тип магістральних дротів ВМВ (опір 1 м - 0,025 Ом, довжина  $l_{\text{м}} = 500$  м).

$$R_0 = 3 \cdot 107 + 2 + 12,5 = 335,5 \text{ Ом}.$$

Визначаємо силу струму в мережі:

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{600}{497,5} = 1,78 \text{ А}.$$

За даними розрахунку приймаємо індукторні підривну машину КПМ-3.

Технічна характеристика КПМ-3:

виконання	нормальне
Максимальний опір вибухового ланцюга, Ом	600
Кількість послідовно з'єднаних ЕД, шт	200
Тривалість підключення конденсатора до мережі, мс	не обмежується
Напруга на конденсаторі-накопичувачі, В	1600
Первинний джерело струму	індуктор
Основні розміри, мм	172x76x120
маса, кг	2,3

Технічна характеристика виведених дротів:

Тип дроту	ЕВ
число жил	1
Число дротів в жилі	1
Перетин жили, мм <sup>2</sup>	0,2
Опір 1 км проводу при $t_0 = 200\text{C}$ , Ом	100
ізоляція	поліхлорвінілова
Маса 1 км дроту, кг	6,5

Теніческая характеристика магістральних дротів:

Тип дроту	ВМВ
число жив	1
Число дротів в жилі	1
Перетин жили, мм <sup>2</sup>	0,75
Опір 1 км дроту при $t_0 = 200\text{C}$ , Ом	25
ізоляція	поліхлорвінілова
Маса 1 км дроту, кг	10,63

2.3.14 Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометрів і забійного матеріалу на 1 погонний метр виробки

- витрата ВР на 1 п.м:

$$Q_{\text{ВВ п.м}} = \frac{Q}{l_{\text{зах}}}, \text{ кг},$$

$$Q_{\text{ВВ п.м}} = \frac{90,4}{1} = 90,4 \text{ кг};$$

- витрата ЕД на 1 п.м:

$$N_{\text{ЭД п.м}} = \frac{N_{\text{ЭД}}}{l_{\text{зах}}}, \text{ шт.},$$

$$N_{\text{ЭД п.м}} = \frac{107}{1} = 107 \text{ шт.};$$

- витрата шпурометрів на 1 п.м:

$$l_{\text{ш.п.м}} = \frac{(N_{\text{вруб.}} \cdot l_{\text{вруб.}} + N_{\text{отб.}} \cdot l_{\text{отб.}} + N_{\text{ок.}} \cdot l_{\text{ок.}})}{l_{\text{зах}}}, \text{ м},$$

$$l_{\text{ш.п.м}} = \frac{(14 \cdot 1,45 + 70 \cdot 1,25 + 23 \cdot 1,25)}{2} = 68,27 \text{ м};$$

- кількість шпурометрів, заповнені забійним матеріалом:

$$L_{\text{заб}} = l_{\text{заб}}^{\text{вр}} \cdot N_{\text{вр}} + l_{\text{заб}}^{\text{отб.}} \cdot N_{\text{отб.}} + l_{\text{заб}}^{\text{отб.ок.}} \cdot N_{\text{отб.ок.}}, \text{ м},$$

$$L_{\text{заб}} = 0,38 \cdot 14 + 0,45 \cdot 70 + 23 \cdot 0,71 = 56,66 \text{ м}.$$

В якості забійного матеріалу, згідно п. 240, застосовуємо гідронабійки в поєднанні з піщано-глинистої сумішшю.

Маса забійного матеріалу

$$M = \frac{\pi \cdot d_{\text{шп}}^2 \cdot L_{\text{заб}} \cdot \rho_{\text{наб}}}{4}, \text{ кг};$$

де  $\rho_{\text{заб}}$  - щільність забійного матеріалу. Приймаємо  $\rho_{\text{заб}} = 2000 \text{ кг / м}^3$ ;

$d_{\text{шп}}$  - діаметр шпуру, м;

$$M = \frac{3.14 \cdot 0.042^2 \cdot 56,66 \cdot 2000}{4} = 156,93 \text{ кг};$$

- маса забійного матеріалу на 1 п.м:

$$M_{\text{п.м}} = \frac{M}{l_{\text{зах}}}, \text{ кг},$$

$$M_{\text{п.м}} = \frac{156,93}{1} = 156,93 \text{ кг}.$$

*Показники паспорта БВР і відомості про шпурах і зарядах представлені на аркуші графічної частини.*

### 2.3.15 Організація робіт

Кількісний склад працівників на зміну визначається на підставі сумарної трудомісткості робіт, виконуваних протягом зміни.

Для цього за даними РЕКН встановлюємо трудомісткість на відповідні операції на 1 м проходки.

$$Q = 103,12 \text{ люд.-год} = 12,89 \text{ люд. - см.}$$

### 2.3.16 Визначення просування вибою виробки:

Приймаємо 9 прохідників з розрахунку на обслуговування прохідницької техніки.

Приймаємо коефіцієнт перевиконання норми  $k_{\text{п}} = 1,1$

Тривалість циклу:

$$T_{\text{ц}} = \frac{Q}{n \cdot K_{\text{п}}} = \frac{12,89}{9 \cdot 1,1} = 1,3 \text{ смен} = 10 \text{ годин } 30 \text{ хв.}$$

Комплексна норма виконання робіт розраховується:

$$K_{\text{н.в.}} = \frac{l_{\text{зах}}}{Q} = \frac{1}{12,89} = 0,078 \text{ м/люд. - см.}$$

Таблиця 2.8 - Трудомісткість на відповідні операції на 1 м проходки.

Процеси	Вимір.	Об'єм	норма	Трудомісткість. (люд.-год)	Трудомісткість. (люд.-см.)
буріння шпурів	шт	107	0,35	4,68	0,59
Навантаження породи навантажувальними машинами	м <sup>3</sup>	56,7	0,15	8,505	1,06
Монтаж чавунного оброблення	шт	1	24,5	24,5	3,06
Укладання тимчасового рейкового шляху	м	2	0,64	1,2	0,2
нарощування вентиляції	м	1	0,72	0,72	0,09
нарощування ППС	м	1	0,25	0,25	0,03
Нарощування стисненого повітря	м	1	0,25	0,25	0,03
карбування швів	м	48,98	1,1	53,88	6,7
Тампонаж закр. витагну.	м <sup>3</sup>	2,88	3,3	9,5	1,19

Явочний склад добової комплексної бригади:

$$n_{я.с.} = n_{р.с.} \cdot n = 3 \cdot 9 = 27 \text{ чел,}$$

де:  $n_{р.с.}$  - кількість робочих змін на добу.

Обліковий склад добової комплексної бригади:

$$n_{с.с.} = K_{сп} \cdot n_{я.с.} = 1,35 \cdot 27 = 36,45 \text{ чел,}$$

де:  $K_{с.п.}$  - коефіцієнт облікового складу. Приймаємо  $K_{с.п.} = 1,35$ .

Продуктивність праці прохідника:

$$\Pi = K_{н.в.} \cdot K_{п} = 0,078 \cdot 1,15 = 0,089 \text{ м/вихід.}$$

Визначаємо змінне просування вибою:

$$l_{см.} = \frac{n_{чел.} \cdot k_{п}}{\sum q} = \frac{9 \cdot 1,1}{12,89} = 0,77 \text{ м/см.}$$

Визначаємо добове просування вибою:

$$V_{сут} = l_{см} \cdot 3 = 0,77 \cdot 3 = 2,31 \text{ м/сут.}$$

Визначаємо місячне посування вибою:

$$V_{мес} = V_{сут} \cdot 26 = 2,31 \cdot 26 = 60,1 \text{ м/мес.}$$

Визначаємо коефіцієнт, що враховує ненормовані роботи.

$$\alpha = \frac{T_{ц} - t_{п.с.} - t_{зар} - t_{п.р.} - t_{рез}}{T_{ц}} = \frac{10,5 - 0,25 - 1,1 - 0,33 - 0,33}{10,5} = 0,8$$

де:  $t_{п.с.}$  - час прийому, здачі зміни. Приймаємо 0,25 годину (15 хв.);

$t_{зар}$  - тривалість заряджання шпурів, год .;

$$t_{зар} = \frac{t_{шп} \cdot N}{60 \cdot n_{зар}} = \frac{2,5 \cdot 107}{60 \cdot 4} = 1,1 \text{ години} = 1 \text{ година } 6 \text{ хв.,}$$

де:  $t_{шп} = 2 - 4$  хв. – год. заряджання шпуру;

$N$  - кількість шпурів;

$n_{зар}$  - кількість заряджаючих;

$t_{п.р.}$  - час провітрювання після вибуху,  $t_{п.р.} = 0,33$  годину;

$t_{рез}$  - регламентована перерва 0,33 годину.

Визначаємо тривалість нормованих процесів:

$$t_i = \frac{Q_i \cdot T_{\text{см}} \cdot \alpha}{n_i \cdot k_{\text{п}}}, \text{ ч.},$$

де:  $Q_i$  - трудомісткість  $i$ -ого процесу на цикл, люд.-год;

$P_{\text{вм}}$  - тривалість зміни;

$n_i$  - кількість прохідників, зайнятих на виконання  $i$ -ого процесу.

1) Буріння шпурів:

$$t_{\text{бур.шпур.}} = \frac{0,59 \cdot 8 \cdot 0,8}{5 \cdot 1,1} = 0,69 \text{ год.} = 41 \text{ хв.},$$

2) Навантаження породи навантажувальними машинами:

$$t_{\text{погр.пор.}} = \frac{1,06 \cdot 8 \cdot 0,8}{4 \cdot 1,1} = 1,54 \text{ год.} = 1 \text{ год.} 32 \text{ хв.},$$

3) Монтаж чавунного оброблення:

$$t_{\text{монт.обр.}} = \frac{3,06 \cdot 8 \cdot 0,8}{4 \cdot 1,1} = 4,45 \text{ год.} = 4 \text{ год.} 27 \text{ хв.},$$

4) Укладання тимчасового рейкового шляху:

$$t_{\text{укл.шляху.}} = \frac{0,2 \cdot 8 \cdot 0,8}{4 \cdot 1,1} = 0,29 \text{ год.} = 17 \text{ хв.},$$

5) Нарощування вентиляції:

$$t_{\text{вентил.}} = \frac{0,09 \cdot 8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,1} = 0,26 \text{ год.} = 16 \text{ хв.},$$

6) Нарощування ППС:

$$t_{\text{ппс.}} = \frac{0,03 \cdot 8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,1} = 0,08 \text{ год.} = 5 \text{ хв.},$$

7) Нарощування стисненого повітря:

$$t_{\text{с.п.}} = \frac{0,03 \cdot 8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,1} = 0,08 \text{ год.} = 5 \text{ хв.},$$

8) Карбування швів:

$$t_{\text{карб.швів}} = \frac{6,7 \cdot 8 \cdot 0,8}{5 \cdot 1,1} = 7,79 \text{ год.} = 7 \text{ год.} 47 \text{ хв.},$$

9) Тампонаж закріпного простору:

$$t_{\text{тамп.}} = \frac{1,19 \cdot 8 \cdot 0,8}{4 \cdot 1,1} = 1,73 \text{ год.} = 1 \text{ год.} 44 \text{ хв.}$$

*Графік організації робіт представлений на аркуші графічної частини.*

## 2.4 Технологія спорудження середнього тунелю

Спорудження середнього тунелю включає наступні етапи робіт:

1. Проходка тунелю на повний переріз буропідливним способом на проектну довжину.
2. Провітрювання тунелю від отруйних газів і пилу, що утворилися після проведення буропідливних робіт.
3. Приймання і вивантаження породи.
4. Настилення тимчасової колії.
5. Кріплення тунелю постійним тюбінговим кріпленням тюбінгоукладчіком.
6. У місцях, де за проектом будуть розташовуватися сполучення виробок, встановлюють рами, що сприймають зусилля від розімкнутих кілець.
7. Карбування швів.
8. Тампонаж закріпного простору.



### 2.4.1 Початкові дані

Найменування виробки	середній тунель
Площа перерізу виробки в проходці, м <sup>2</sup>	70,8
Діаметр виробки, мм	4750
Коефіцієнт міцності порід по М. М. Протодьяконову	10
Глибина заходки, мм	1 000

### 2.4.2 Вибір способу підривних робіт

Приймаємо спосіб аналогічний розробці лівого (правого) тунелю (п.2.3.2).

### 2.4.3 Вибір способу підривання

Приймаємо електричний спосіб підривання.

#### 2.4.3.1 Вибір типу ВР

Виходячи з вимог ЄПБ вибираємо незапобіжних ВР II класу (п.223) амоніт №6 ЖВ.

Рецептурний склад і нормовані технічні показники амоніту №6 ЖВ наведено в п.2.3.3.1.

#### 2.4.3.2 Вибір засобів підривання, їх тип, марка

Виходячи з вимог ЄПБ (п. 224) застосовуються не запобіжні електродетонатори уповільненої дії типу ЕДУД: 6 серій уповільнення.

#### 2.4.4 Визначення питомих витрат ВР

$$q = q_1 \cdot k_3 \cdot F \cdot e, \text{ кг/м}^3,$$

де  $q_1$  - питомі витрати ВР при нормальному заряді викиду,  $q_1 = 0,1f$ ;

$$q_1 = 0,1 \cdot 10 = 1,$$

$k_3$  - коефіцієнт затиску породи;

$$k_3 = \frac{6,5}{\sqrt{S_{\text{пр}}}} = 0,77$$

$F$  - коефіцієнт що враховує текстуру породи. Приймаємо  $F = 1,4$ ;

$e$  - коефіцієнт що враховує працездатність ВР;

$$e = \frac{380}{P_x} = \frac{380}{360} = 1,06,$$

$$q = 1 \cdot 0,77 \cdot 1,4 \cdot 1,06 = 1,14 \text{ кг/м}^3.$$

#### 2.4.5 Визначення кількості шпурів на відбій виробки

$$N_{\text{ш}} = \frac{1,27 \cdot q \cdot S_{\text{пр}}}{\Delta_{\text{п}} \cdot d_{\text{п}}^2 \cdot k_{\text{зап}}}, \text{ шт.},$$

де,  $\Delta_{\text{п}}$  - щільність патронування ВР,  $\text{кг} / \text{м}^3$ ;

$d_{\text{п}}$  - діаметр патрона ВР, м;

$k_{\text{зап}}$  - коефіцієнт заповнення шпурів ВР.

При розрахунку значення  $k_{\text{зап}}$  приймають: 0,3 для вугілля; 0,4 для порід з  $f < 5$ ; 0,45 для порід з  $f = 5 \dots 8$ ; 0,5 ... 0,6 для порід з  $f > 8$ . Приймаємо  $k_{\text{зап}} = 0,6$ .

$$N_{\text{ш}} = \frac{1,27 \cdot 1,14 \cdot 70,8}{1100 \cdot 0,036^2 \cdot 0,6} = 120 \text{ шт.};$$

$$N_{\text{ш}}^{\text{ВР}} = 14 \text{ шт}; N_{\text{ш}}^{\text{отб}} = 83 \text{ шт}; N_{\text{ш}}^{\text{ок}} = 23 \text{ шт};$$

Діаметр кола, яке буде усередненим відстанню між гирлами шпурів:

$$d = \sqrt{\frac{S_{\text{пр}}}{N_{\text{ш}} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{70.8}{202 \cdot 3.14}} = 0.43 \text{ м.}$$

Число кіл розташування шпурів:

$$N_{\text{окр}} = \frac{2 \cdot R_{\text{вч}}}{4 \cdot d} = \frac{2 \cdot 4,65}{4 \cdot 0,43} = 5,36 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $N_{\text{окр}} = 5$  кіл.

Співвідношення між числом кіл і їх діаметром приймаємо наступне:

$$\text{Докр} = (0,19 - 0,39 - 0,58 - 0,76 - 0,95) \cdot \text{Двч};$$

$$\text{Докр1} = 1800 \text{ мм}; \text{Докр2} = 3600 \text{ мм}; \text{Докр3} = 5400 \text{ мм}; \text{Докр4} = 7100 \text{ мм};$$

$$\text{Докр5} = 8800 \text{ мм.}$$

*Схема розташування шпурів представлена на аркуші графічної частини.*

#### 2.4.6 Визначення глибини шпурів

$$l_{\text{ш}} = \frac{l_{\text{зах}}}{\eta}, \text{ м};$$

де  $\eta$  - КШ (коефіцієнт використання шпуру). Приймаємо  $\eta = 0,8$ ;

$l_{\text{зах}}$  - довжина заходки, м;

$$l_{\text{ш}}^{\text{отб.ок.}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ м.}$$

При цьому глибина врубових шпурів на 15-25 см більше,  $l_{\text{швр}} = 1,45$  м.  
Застосовуємо прямий вруб з 14 шпурів. Підривання - контурне.

#### 2.4.7 Визначення обсягу підриваємої породи

$$V = S_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ш}}, \text{ м}^3;$$

де  $S_{\text{пр}}$  - площа перерізу виробки,  $\text{м}^2$ ;

$l_{\text{ш}}$  - глибина шпуру, м;

$$V = S_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ш}} = 70,8 \cdot 1,25 = 88,5 \text{ м}^3.$$

#### 2.4.8 Визначення розрахункових витрат ВР на вибій виробки

$$Q_{\text{розр.}} = q \cdot V, \text{ кг};$$

де  $q$  - питомі витрати ВВ, кг / м<sup>3</sup>;

$V$  - об'єм підриваємої породи, м<sup>3</sup>;

$$Q_{\text{розр.}} = q \cdot V = 1,14 \cdot 88,5 = 101,03 \text{ кг}.$$

#### 2.4.9 Визначення середньої маси шпурового заряду

$$q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{N_{\text{ш}}}, \text{ кг};$$

де  $q_{\text{розр}}$  - розрахункові витрати ВР на вибій виробки, кг;

$N_{\text{ш}}$  - кількість шпурів на вибій виробки, шт;

$$q_{\text{ш}} = \frac{101,03}{120} = 0,84 \text{ кг}.$$

Отриману середню масу шпурового заряду вибухової речовини для врубових шпурів збільшуємо на 20%, для оконтуриваючих зменшуємо на 15%, для відбійних залишаємо незмінною.

#### 2.4.10 Визначення кількості патронів в шпурі

$$n_{\text{п}} = \frac{q_{\text{ш}}}{m_{\text{п}}}, \text{ шт.};$$

де  $m_{\text{п}}$  - маса патрона, кг;

$$n_{\text{п.вр.}} = \frac{0,84 \cdot 1,2}{0,3} = 3,36 \approx 3 \text{ шт};$$

$$n_{\text{п.отб.}} = \frac{0,84}{0,3} = 2,8 \approx 3 \text{ шт};$$

$$n_{\text{п.ок.}} = \frac{0,84 \cdot 0,85}{0,3} = 2,28 \approx 2 \text{ шт};$$

#### 2.4.11 Уточнюємо кількість ВР на вибір виробки

$$Q_{\phi} = N_{\text{вр}} \cdot n_{\text{вр}} \cdot m_{\text{п}} + N_{\text{отб.}} \cdot n_{\text{отб.}} \cdot m_{\text{п}} + N_{\text{ок.}} \cdot n_{\text{ок.}} \cdot m_{\text{п}}, \text{ кг};$$

$$Q_{\phi} = 14 \cdot 3 \cdot 0,3 + 83 \cdot 3 \cdot 0,3 + 23 \cdot 2 \cdot 0,3 = 101,1 \text{ кг}.$$

#### 2.4.12 Визначення довжини набійки

$$l_{\text{заб}} = l_{\text{ш}} - l_{\text{зар}} = l_{\text{ш}} - l_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}}, \text{ м};$$

де  $l_{\text{ш}}$  - довжина шпуру, м;

$l_{\text{п}}$  - довжина патрона, м;

$$l_{\text{п}} = \frac{4 \cdot m_{\text{п}}}{d_{\text{п}}^2 \cdot \Delta_{\text{п}} \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 0,3}{0,036^2 \cdot 1100 \cdot 3,14} = \frac{1,2}{4,48} = 0,27 \text{ м};$$

$n_{\text{п}}$  - кількість патронів, шт;

$$l_{\text{заб}}^{\text{вр}} = 1,45 - 0,27 \cdot 3 = 0,64 \text{ м};$$

$$l_{\text{заб}}^{\text{ок.}} = 1,25 - 0,27 \cdot 3 = 0,45 \text{ м};$$

$$l_{\text{заб}}^{\text{ок.}} = 1,25 - 0,27 \cdot 2 = 0,71 \text{ м};$$

#### 2.4.13 Розрахунок вибухової мережі

При послідовному з'єднанні електродетонаторів загальний опір вибухової мережі визначається за формулою:

$$R_0 = r \cdot N_{\text{эд}} + r_{\text{в}} + R_{\text{м}}, \text{ Ом};$$

де  $r$  - опір електродетонатора. (Від 1,5 до 4 Ом, якщо дроти мідні, і від 2,9 до 9,5 Ом, якщо дроти залізні). Приймаємо  $r = 3$  Ом;

$N_{\text{эд}}$  - кількість електродетонаторів в мережі, шт.  $N_{\text{эд}} = N_{\text{шп}} = 120$ ;

$R_M$  - опір виведених і магістральних дротів, Ом.

Опір виведених і магістральних дротів становить:

$$r_B = \rho_B^1 \cdot l_B = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_M = \rho_M^1 \cdot l_M = 0,025 \cdot 500 = 12,5 \text{ Ом};$$

де  $\rho_1$  - опір 1 м дроту, Ом.

Для підривання забою, згідно п. 93, що виводяться і магістральні дроти будемо застосовувати з мідними жилами. Тип виведених дротів EB (опір 1 м - 0,1 Ом, довжина,  $B = 20$  м), тип магістральних дротів ВМВ (опір 1 м - 0,025 Ом, довжина  $l_M = 500$  м).

$$R_0 = 3 \cdot 202 + 2 + 12,5 = 374,5 \text{ Ом}.$$

Визначаємо силу струму в мережі:

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{600}{374,5} = 1,6 \text{ А}.$$

За даними розрахунку приймаємо індукторні підривну машину КПМ-3 (характеристика КПМ-3, виведених і магістральних проводів представлені в п.2.3.13).

2.4.14 Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометрів і забійного матеріалу на 1 погонний метр вироблення

- витрата ВР на 1 п.м:

$$Q_{\text{ВР п.м}} = \frac{Q}{l_{\text{зах}}}, \text{ кг},$$

$$Q_{\text{ВР п.м}} = \frac{101,03}{1} = 101,03 \text{ кг};$$

- витрата ЕД на 1 п.м:

$$N_{\text{ЭД п.м}} = \frac{N_{\text{ЭД}}}{l_{\text{зах}}}, \text{ шт.},$$

$$N_{\text{ЭД п.м}} = \frac{120}{1} = 120 \text{ шт.};$$

- витрата шпурометрів на 1 п.м:

$$l_{\text{ш.п.м}} = \frac{(N_{\text{вруб.}} \cdot l_{\text{вруб}} + N_{\text{отб.}} \cdot l_{\text{отб.}} + N_{\text{ок.}} \cdot l_{\text{ок.}})}{l_{\text{зах}}}, \text{ м,}$$

$$l_{\text{ш.п.м}} = \frac{(14 \cdot 1,45 + 83 \cdot 1,25 + 23 \cdot 1,25)}{1} = 76,4 \text{ м;}$$

- кількість шпурометрів, заповнені забійним матеріалом:

$$L_{\text{заб}} = l_{\text{заб}}^{\text{вр}} \cdot N_{\text{вр}} + l_{\text{заб}}^{\text{отб.}} \cdot N_{\text{отб.}} + l_{\text{заб}}^{\text{отб.ок.}} \cdot N_{\text{отб.ок.}}, \text{ м,}$$

$$L_{\text{заб}} = 0,38 \cdot 14 + 0,45 \cdot 83 + 23 \cdot 0,71 = 62,45 \text{ м.}$$

В якості забійного матеріалу, згідно п. 240, застосовуємо гідронабійки в поєднанні з піщано-глинистою сумішшю.

Маса забійного матеріалу

$$M = \frac{\pi \cdot d_{\text{шп}}^2 \cdot L_{\text{заб}} \cdot \rho_{\text{наб}}}{4}, \text{ кг;}$$

де  $\rho_{\text{заб}}$  - щільність забійного матеріалу. Приймаємо  $\rho_{\text{заб}} = 2000 \text{ кг / м}^3$ ;

$d_{\text{шп}}$  - діаметр шпуру, м;

$$M = \frac{3,14 \cdot 0,042^2 \cdot 62,45 \cdot 2000}{4} = 172,98 \text{ кг;}$$

- маса забійного матеріалу на 1 п.м:

$$M_{\text{п.м}} = \frac{M}{l_{\text{зах}}}, \text{ кг,}$$

$$M_{\text{п.м}} = \frac{172,98}{1} = 172,98 \text{ кг.}$$

*Показники паспорта БВР і відомості про шпурах і зарядах представлені на аркуші графічної частини.*

#### 2.4.15 Організація робіт

Кількісний склад робітників на зміну визначається на підставі сумарної трудомісткості робіт, виконуваних протягом зміни.

Для цього за даними РЕКН встановлюємо трудомісткість на відповідні операції на 1 м проходки.

Таблиця 2.9 - Трудомісткість на відповідні операції на 1 м проходки.

Процеси	Вимір.	Об'єм	норма	Трудомісткість. (люд.-год)	Трудомісткість. (люд.-см.)
буріння шпурів	шт	120	0,35	5,25	0,65
Навантаження породи навантажувальними машинами	м <sup>3</sup>	70,8	0,15	10,62	1,33
Монтаж чавунного оброблення	шт	1	26,95	26,95	3,37
Укладання тимчасового рейкового шляху	м	2	0,64	1,2	0,2
Нарощування вентиляції	м	1	0,72	0,72	0,09
Нарощування ППС	м	1	0,25	0,25	0,03
Нарощування стисненого повітря	м	1	0,25	0,25	0,03
Карбування швів	м	64,38	1,1	70,8	8,85
Тампонаж закр. простору.	м <sup>3</sup>	3,24	3,3	10,69	1,34



$$Q = 126,64 \text{ люд.-год} = 15,83 \text{ люд. - см.}$$

#### 2.4.16 Визначення просування вибію виробки:

Приймаємо 9 прохідників з розрахунку на обслуговування прохідницької техніки.

Приймаємо коефіцієнт перевиконання норми  $k_p = 1,1$

Тривалість циклу:

$$T_{\text{ц}} = \frac{Q}{n \cdot K_n} = \frac{15,83}{9 \cdot 1,1} = 1,6 \text{ зміни} = 12 \text{ год. } 50 \text{ хв.}$$

Явочний склад добової комплексної бригади:

$$n_{\text{я.с.}} = n_{\text{р.с.}} \cdot n = 3 \cdot 9 = 27 \text{ люд.},$$

де: р.с. - кількість робочих змін на добу.

Обліковий склад добової комплексної бригади:

$$n_{\text{с.с.}} = K_{\text{сп}} \cdot n_{\text{я.с.}} = 1,35 \cdot 27 = 36,45 \text{ люд.},$$

де: Кс.п. - коефіцієнт облікового складу. Приймаємо Кс.п. = 1,35.

Комплексна норма виробки:

$$K_{\text{н.в.}} = \frac{l_{\text{зах}}}{Q} = \frac{1}{15,83} = 0,06 \text{ м/люд. -зм.}$$

Продуктивність праці прохідника:

$$П = K_{\text{н.в.}} \cdot k_p = 0,06 \cdot 1,1 = 0,066 \text{ м/вихід.}$$

Визначаємо змінне посування вибою:

$$l_{\text{см.}} = \frac{n_{\text{чел.}} \cdot k_p}{\sum q} = \frac{9 \cdot 1,1}{15,83} = 0,62 \text{ м/зм.}$$

Визначаємо добове просування вибою:

$$V_{\text{сут}} = l_{\text{см}} \cdot 3 = 0,62 \cdot 3 = 1,86 \text{ м/добу}$$

Визначаємо місячне просування вибою:

$$V_{\text{мес}} = V_{\text{сут}} \cdot 26 = 1,86 \cdot 26 = 48,36 \text{ м/міс.}$$

Визначаємо коефіцієнт, що враховує ненормовані роботи.

$$\alpha = \frac{T_{\text{ц}} - t_{\text{п.с.}} - t_{\text{зар}} - t_{\text{п.р.}} - t_{\text{пер}}}{T_{\text{ц}}} = \frac{12,83 - 0,25 - 1,25 - 0,33 - 0,33}{12,83} = 0,83$$

де: тп.с. - час прийому, здачі зміни. Приймаємо 0,25 годину (15 хв.);

t<sub>зар</sub> - тривалість заряджання шпурів, год .;

$$t_{\text{зар}} = \frac{t_{\text{шп}} \cdot N}{60 \cdot n_{\text{зар}}} = \frac{2,5 \cdot 120}{60 \cdot 4} = 1,25 \text{ год.} = 1 \text{ год.} 15 \text{ хв.},$$

де: t<sub>шп</sub> = 2 - 4 хв. - час заряджання шпуру;

N - кількість шпурів;

n<sub>зар</sub> - кількість заряджаючих;

t<sub>п.р.</sub> - час провітрювання після вибуху, тп.р. = 0,33 годину;

t<sub>рез</sub> - регламентована перерва 0,33 годину.

Визначаємо тривалість нормованих процесів:

$$t_i = \frac{Q_i \cdot T_{\text{см}} \cdot \alpha}{n_i \cdot k_{\text{п}}}, \text{Г.},$$

де: Q<sub>i</sub> - трудомісткість і-ого процесу на цикл, люд.-год;

T<sub>вм</sub> - тривалість зміни;

n<sub>i</sub> - кількість прохідників, зайнятих на виконання і-ого процесу.

1) Буріння шпурів:

$$t_{\text{бур.шпур.}} = \frac{0,65 \cdot 8 \cdot 0,83}{5 \cdot 1,1} = 0,78 \text{ год.} = 47 \text{ мін,}$$

2) Навантаження породи навантажувальними машинами:

$$t_{\text{погр.пор.}} = \frac{1,33 \cdot 8 \cdot 0,83}{4 \cdot 1,1} = 2 \text{ год.,}$$

3) Монтаж чавунної оброблення:

$$t_{\text{монт.обр.}} = \frac{3,37 \cdot 8 \cdot 0,83}{4 \cdot 1,1} = 5,08 \text{ год.} = 5 \text{ год.} 5 \text{ хв.,}$$

4) Укладання тимчасового рейкового шляху:

$$t_{\text{укл.шлях.}} = \frac{0,2 \cdot 8 \cdot 0,83}{4 \cdot 1,1} = 0,3 \text{ год.} = 18 \text{ хв.,}$$

5) Нарощування вентиляції:

$$t_{\text{вентил.}} = \frac{0,09 \cdot 8 \cdot 0,83}{2 \cdot 1,1} = 0,27 \text{ год.} = 16 \text{ хв.,}$$

6) Нарощування ППС:

$$t_{\text{ППС.}} = \frac{0,03 \cdot 8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,1} = 0,08 \text{ год.} = 5 \text{ хв.,}$$

7) Нарощування стисненого повітря:

$$t_{\text{с.п.}} = \frac{0,03 \cdot 8 \cdot 0,8}{2 \cdot 1,1} = 0,08 \text{ год.} = 5 \text{ хв.,}$$

8) Карбування швів:

$$t_{\text{карб.швів}} = \frac{8,85 \cdot 8 \cdot 0,83}{5 \cdot 1,1} = 10,68 \text{ год.} = 10 \text{ годин} 40 \text{ хв.,}$$

9) Тампонаж закріпного простору:

$$t_{\text{тамп.}} = \frac{1,34 \cdot 8 \cdot 0,83}{4 \cdot 1,1} = 2 \text{ год.}$$

*Графік організації робіт представлений на аркуші графічно частини.*

## 2.5 Технологія спорудження прорізів

До особливо відповідальним елементам робіт при спорудженні станцій пілонного типу відноситься спорудження прорізів.

Проходку станційних тунелів в межах проемної частини необхідно виконувати з особливою ретельністю і з дотриманням ряду правил, що нормують допуски і відхилення. Бічні поверхні проходів повинні бути геометрично точно вписані між гранями кільцевих ребер тубінгів тунелів. Тому відхилення поздовжніх осей тунелів від проектного положення допускається не більше  $\pm 10$  мм.

Дуже важливими факторами, що запобігають деформації станції метрополітену як просторової конструкції, слід вважати послідовність і прийоми розкриття отворів і споруди оброблення проходів. Починати ці роботи слід після закінчення проходки всіх трьох тунелів станції. Черговість ведення робіт також повинна бути підпорядкована встановленому практикою правилам - вести одночасно розкриття не більше двох отворів, розташованих на протилежних сторонах тунелю.

Для освіти проходів між середнім і бічними тунелями в оброблення бічних тунелів з одного боку і в оброблення середнього тунелю з обох сторін вмонтовані спеціальні рами, що сприймають зусилля від розімкнутих кілець. Рами прорізів складаються з верхньої і нижньої перемичок, однакових за своїми розмірами і конструкціями, і з тубінгів, що входять до складу пілонів і мають посиленій поперечний переріз.

Простінки між сусідніми отворами - пілони - для більшості станцій мають розмір уздовж станції, рівний ширині чотирьох або трьох кілець (вузькі пілони).

Міцний скельний ґрунт в межах пілонів при влаштуванні проходів видаляють і замінюють бетоном тільки на товщину стін проходів.

При закладанні станцій в обводнених породах доцільно конструктивне рішення, що складається з зовнішнього бетонного оброблення, до якої з внутрішньої сторони за допомогою анкерів прикріплюють металеві листи ізоляції, звареної між собою.

Товщину бетонного оброблення проходів приймають не менше 40 см. Така товщина забезпечує надійність закладення анкерів металевої ізоляції.

Тиск води, що проникає через бетонне оброблення проходів, сприймається металевими листами, які працюють завдяки привареним до них анкерів аналогічно плитам на багатьох опорах.

Пристрій отвору починають з вилучення одного середнього тьобінгу верхнього ряду і знаходящогося над ним вкладиша. Слідом за цим розбирають одну сторону (ліву чи праву) з тимчасових тьобінгів на повну висоту отвору. У суміжному тунелі так само знімають тимчасові тьобінги, але для зменшення деформації оброблення, прорізи розкривають по черзі з кожного боку в шаховому порядку, не допускаючи проведення робіт одночасно в двох суміжних отворах. Потім проводять розробку породи, в два цикли, буропідривним способом. Після того як порода прибрана знімають залишені тимчасові тьобінги зверху вниз і так само розробляють породу, в два цикли, буропідривним способом але з меншою кількістю зарядів в шпурах. Встановлюють металлоізоляцію і приварюють до неї арматуру, яка забезпечує передачу дотичних зусиль, тобто спільну роботу листа і бетону, роблять нагнітання і бетонують прохід. Для спорудження прорізу проводяться чотири цикли буропідривних робіт.

Дуже важливу роль відіграють наступні контрольні випробування закінчених робіт. Після витримки бетону ведуть контрольне нагнітання, яке дозволяє перевірити якість оброблення проходів.

Кінцеві випробування проводять стисненим повітрям під тиском 0,2 кгс / см<sup>2</sup>. Для виявлення дефектів в гідроізоляції шви перед випробуваннями промазують мильною емульсією.

Спорудження прорізів включає наступні етапи робіт:

1. Витяг правого боку проходу тимчасових тьобінгів в двох суміжних тунелях (в шаховому порядку) на повну висоту отвору.
2. Розробка буропідривним способом і навантаження породи (два цикли).
3. Витяг залишившихся тимчасових тьобінгів в суміжних тунелях.
4. Розробка буропідривним способом і навантаження породи (два цикли).
5. Установка металлоізоляції і контрольне нагнітання.
6. Перевірка якості оброблення.

### 2.5.1 Початкові дані

Найменування виробки	Отвір між тунелями
Площа перерізу виробки в проходці, м <sup>2</sup>	9,5
Розмір вироблення, мм	1,875x5x3,5
Коефіцієнт міцності порід по	
М. М. Протодьяконову	10
Глибина заходки, мм	1 000

### 2.5.2 Вибір способу підривних робіт

Приймаємо спосіб аналогічний розробці лівого, правого та середнього тунелів (п.2.3.2 і п.2.4.2).

### 2.5.3 Вибір способу підривання

Приймаємо електричний спосіб підривання.

#### 2.5.3.1 Вибір типу ВР

Виходячи з вимог ЄПБ вибираємо незапобіжне ВР II класу (п.223) амоніт №6 ЖВ.

Рецептурний склад і нормовані технічні показники амоніту №6 ЖВ наведено в пункті 2.3.3.1.

#### 2.5.3.2 Вибір засобів підривання, їх тип, марка

Виходячи з вимог ЄПБ (п. 224) застосовуються не запобіжні електродетонатори уповільненої дії типу ЕДУД: 3 серії уповільнення.

#### 2.5.4 Визначення питомих витрат ВР

$$q = q_1 \cdot k_z \cdot F \cdot e, \text{ кг/м}^3,$$

де  $q_1$  - питомі витрати ВР при нормальному заряді викиду,  $q_1 = 0,1\text{f}$ ;

$$q_1 = 0,1 \cdot 10 = 1,$$

$k_z$  - коефіцієнт затиску породи. Приймаємо  $k_z = 1,3$ ;

$F$  - коефіцієнт що враховує текстуру породи. Приймаємо  $F = 1,4$ ;

$e$  - коефіцієнт що враховує працездатність ВР;

$$e = \frac{380}{P_x} = \frac{380}{360} = 1,06,$$

$$q = 1 \cdot 1,3 \cdot 1,4 \cdot 1,06 = 1,92 \text{ кг/м}^3.$$

#### 2.5.5 Визначення кількості шпурів на відбій вироблення

$$N_{\text{ш}} = \frac{1,27 \cdot q \cdot S_{\text{пр}}}{\Delta_{\text{п}} \cdot d_{\text{п}}^2 \cdot k_{\text{зап}}}, \text{ шт.},$$

де  $N_{\text{ш}}$ - щільність патронування ВР, кг / м<sup>3</sup>;

$d_{\text{п}}$  - діаметр патрона ВР, м;

$k_{\text{зап}}$  - коефіцієнт заповнення шпурів ВР.

При розрахунку значення  $k_{зап}$  приймають: 0,3 для вугілля; 0,4 для порід з  $f < 5$ ; 0,45 для порід з  $f = 5 \dots 8$ ; 0,5 ... 0,6 для порід з  $f > 8$ . Приймаємо  $k_{зап} = 0,6$ .

$$N_{ш} = \frac{1,27 \cdot 1,92 \cdot 9,5}{1100 \cdot 0,036^2 \cdot 0,6} = 26 \text{ шт.};$$

$$N_{ш}^{BP} = 4 \text{ шт}; N_{ш}^{отб} = 4 \text{ шт}; N_{ш}^{ок} = 18 \text{ шт};$$

Діаметр кола, яке буде усередненим відстанню між гирлами шпурів:

$$d = \sqrt{\frac{S_{пр}}{N_{ш} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{70,8}{202 \cdot 3,14}} = 0,33 \text{ м.}$$

Схема розташування шпурів представлена на аркуші графічної частини.

### 2.5.6 Визначення глибини шпурів

$$l_{ш} = \frac{l_{зах}}{\eta}, \text{ м};$$

де  $\eta$  - КШ (коефіцієнт використання шпуру). Приймаємо  $\eta = 0,8$ ;

$l_{зах}$  - довжина заходки, м;

$$l_{ш}^{отб.} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ м.}$$

Через те що центральна частина розробляється породи вже глибше ніж крайні частини, то довжину верхніх і нижніх контурних шпурів збільшуємо на 20%, центральних зменшуємо на 20%, врубових зменшуємо на 20%.  $l_{швр.} = 1 \text{ м}$ .  $l_{шок.} = 1,5 \text{ м}$ . Застосовуємо прямий вруб з 4 шпурів.

### 2.5.7 Визначення обсягу підриваємої породи

$$V = S_{пр} \cdot l_{ш}, \text{ м}^3;$$

де  $S_{пр}$  - площа перерізу виробки,  $\text{м}^2$ ;



$l_{\text{ш}}$  - глибина шпуру, м;

$$V = S_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ш}} = 9,5 \cdot 1,5 = 14,25 \text{ м}^3.$$

### 2.5.8 Визначення розрахункових витрат ВВ на вибій виробки

$$Q_{\text{расч}} = q \cdot V, \text{ кг};$$

де  $q$  - питомі витрати ВВ, кг / м<sup>3</sup>;

$V$  - об'єм підриваємої породи, м<sup>3</sup>;

$$Q_{\text{розр.}} = q \cdot V = 1,92 \cdot 14,25 = 27,37 \text{ кг}.$$

### 2.5.9 Визначення середньої маси шпурового заряду

$$q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{N_{\text{ш}}}, \text{ кг};$$

де  $q_{\text{розр.}}$  - розрахункові витрати ВВ на вибій виробки, кг;

$N_{\text{ш}}$  - кількість шпурів на вибій виробки, шт;

$$q_{\text{ш}} = \frac{27,37}{26} = 1,05 \text{ кг}.$$

Отриману середню масу шпурового заряду вибухової речовини для врубових шпурів зменшуємо на 15%, для оконтуриваючих збільшуємо на 20%, для відбійних залишаємо незмінною.

### 2.5.10 Визначення кількості патронів в шпурі

$$n_{\text{п}} = \frac{q_{\text{ш}}}{m_{\text{п}}}, \text{ шт.};$$

де  $m_{\text{п}}$  - маса патрона, кг;

$$n_{\text{п.вр.}} = \frac{1,05 \cdot 0,85}{0,3} = 2,5 \approx 2 \text{ шт};$$

$$n_{\text{п.отб.}} = \frac{1,05}{0,3} = 3,5 \approx 3 \text{ шт};$$

$$n_{\text{п.ок.}} = \frac{1,05 \cdot 1,2}{0,3} = 4,2 \approx 4 \text{ шт};$$

### 2.5.11 Уточнюємо кількість ВР на вибір виробки

$$Q_{\phi} = N_{\text{вр}} \cdot n_{\text{вр}} \cdot m_{\text{п}} + N_{\text{отб.}} \cdot n_{\text{отб.}} \cdot m_{\text{п}} + N_{\text{ок.}} \cdot n_{\text{ок.}} \cdot m_{\text{п}}, \text{ кг};$$

$$Q_{\phi} = 4 \cdot 2 \cdot 0,3 + 4 \cdot 3 \cdot 0,3 + 18 \cdot 4 \cdot 0,3 = 27,6 \text{ кг}.$$

### 2.5.12 Визначення довжини набійки

$$l_{\text{заб}} = l_{\text{ш}} - l_{\text{зар}} = l_{\text{ш}} - l_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}}, \text{ м};$$

де  $l_{\text{ш}}$  - довжина шпуру, м;

$l_{\text{п}}$  - довжина патрона, м;

$$l_{\text{п}} = \frac{4 \cdot m_{\text{п}}}{d_{\text{п}}^2 \cdot \Delta_{\text{п}} \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 0,3}{0,036^2 \cdot 1100 \cdot 3,14} = \frac{1,2}{4,48} = 0,27 \text{ м};$$

$n_{\text{п}}$  - кількість патронів, шт;

$$l_{\text{заб}}^{\text{вр}} = 1 - 0,27 \cdot 2 = 0,46 \text{ м};$$

$$l_{\text{заб}}^{\text{отб.}} = 1,25 - 0,27 \cdot 3 = 0,69 \text{ м};$$

$$l_{\text{заб}}^{\text{ок.}} = 1,5 - 0,27 \cdot 4 = 0,43 \text{ м};$$

### 2.5.13 Розрахунок вибухової мережі

При послідовному з'єднанні електродетонаторів загальний опір вибухової мережі визначається за формулою:

$$R_0 = r \cdot N_{\text{эд}} + r_{\text{в}} + R_{\text{м}}, \text{ Ом};$$

де  $r$  - опір електродетонатора. (Від 1,5 до 4 Ом, якщо дроти мідні, і від 2,9 до 9,5 Ом, якщо дроти залізні). Приймаємо  $r = 3$  Ом;

НЕД - кількість електродетонаторів в мережі, шт. НЕД =  $N_{\text{ШП}} = 28$ ;

$R_M$  - опір виведених і магістральних дротів, Ом.

Опір виведених і магістральних дротів становить:

$$r_B = \rho_B^1 \cdot l_B = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_M = \rho_M^1 \cdot l_M = 0,025 \cdot 500 = 12,5 \text{ Ом};$$

де  $\rho_1$  - опір 1 м дроту, Ом.

Для підривання забою, згідно п. 93, що виводяться і магістральні дроти будемо застосовувати з мідними жилами. Тип виведених дротів ЕВ (опір 1 м - 0,1 Ом, довжина  $B = 20$  м), тип магістральних дротів ВМВ (опір 1 м - 0,025 Ом, довжина  $l_M = 500$  м).

$$R_0 = 3 \cdot 26 + 2 + 12,5 = 92,5 \text{ Ом.}$$

Визначаємо силу струму в мережі:

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{600}{92,5} = 6,49 \text{ А.}$$

За даними розрахунку приймаємо батарейну підривну машину ПІВ-100М.

#### Технічна характеристика ПІВ-100М:

виконання	РВ
Максимальний опір вибухового ланцюга, Ом	320
Кількість послідовно з'єднаних ЕД, шт	100
Тривалість підключення конденсатора до мережі, мс	2-4
Напруга на конденсаторі-накопичувачі, В	600
Первинне джерело струму	Три сухих елемента
Основні розміри, мм	195x126x95
маса, кг	2,7

2.5.14 Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометров і забійного матеріалу на 1 погонний метр виробки

- витрата ВР на 1 п.м:

$$Q_{\text{ВВ п.м}} = \frac{Q}{l_{\text{зах}}}, \text{ кг},$$

$$Q_{\text{ВВ п.м}} = \frac{27,37}{1} = 27,37 \text{ кг};$$

- витрата ЕД на 1 п.м:

$$N_{\text{ЭД п.м}} = \frac{N_{\text{ЭД}}}{l_{\text{зах}}}, \text{ шт.},$$

$$N_{\text{ЭД п.м}} = \frac{26}{1} = 26 \text{ шт.};$$

- витрата шпурометров на 1 п.м:

$$l_{\text{ш.п.м}} = \frac{(N_{\text{вруб.}} \cdot l_{\text{вруб.}} + N_{\text{отб.}} \cdot l_{\text{отб.}} + N_{\text{ок.}} \cdot l_{\text{ок.}})}{l_{\text{зах}}}, \text{ м},$$

$$l_{\text{ш.п.м}} = \frac{(4 \cdot 1 + 4 \cdot 1,25 + 18 \cdot 1,5)}{1} = 18,5 \text{ м};$$

- кількість шпурометрів, які заповнені забійним матеріалом:

$$L_{\text{заб}} = l_{\text{заб}}^{\text{ВР}} \cdot N_{\text{ВР}} + l_{\text{заб}}^{\text{отб.}} \cdot N_{\text{отб.}} + l_{\text{заб}}^{\text{отб.ок.}} \cdot N_{\text{отб.ок.}}, \text{ м},$$

$$L_{\text{заб}} = 0,46 \cdot 4 + 0,69 \cdot 4 + 0,42 \cdot 18 = 12,34 \text{ м}.$$

В якості забійного матеріалу, згідно п. 240, застосовуємо гідронабійки в поєднанні з піщано-глинистою сумішшю.

Маса забійного матеріалу

$$M = \frac{\pi \cdot d_{\text{шп}}^2 \cdot L_{\text{заб}} \cdot \rho_{\text{наб}}}{4}, \text{ кг};$$

де  $\rho_{\text{заб}}$  - щільність забійного матеріалу. Приймаємо  $\rho_{\text{заб}} = 2000 \text{ кг / м}^3$ ;

$d_{шп}$  - діаметр шпуру, м;

$$M = \frac{3.14 \cdot 0.042^2 \cdot 12,34 \cdot 2000}{4} = 34,16 \text{ кг};$$

- маса забійного матеріалу на 1 п.м:

$$M_{п.м} = \frac{M}{l_{зах}}, \text{ кг},$$

$$M_{п.м} = \frac{34,16}{1} = 34,16 \text{ кг}.$$

*Показники паспорта БВР і відомості про шпурах і зарядах представлені на аркуші графічної частини.*

### 2.5.15 Організація робіт

Кількісний склад робітників на зміну визначається на підставі сумарної трудомісткості робіт, виконуваних протягом зміни.

Для цього за даними РЕКН встановлюємо трудомісткість на відповідні операції на 1 цикл проходки.

$$Q = 92,88 \text{ люд.-год} = 11,6 \text{ люд. - зм.}$$

### 2.5.16 Визначення просування вибію виробки:

Приймаємо 9 прохідників з розрахунку на обслуговування прохідницької техніки.

Приймаємо коефіцієнт перевиконання норми  $k_p = 1,15$

Тривалість циклу:

$$T_{ц} = \frac{Q}{n \cdot K_n} = \frac{11,6}{9 \cdot 1,15} = 1,1 \text{ зміни} = 9 \text{ год.}$$

Явочний склад добової комплексної бригади:

$$n_{я.с.} = n_{р.с.} \cdot n = 3 \cdot 9 = 27 \text{ люд.},$$

де: пр.с. - кількість робочих змін на добу.

Таблиця 2.10 - Трудомісткість на відповідні операції на 1 цикл проходки.

Процеси	Вимір.	Об`єм	норма	Трудомісткість. (люд.-год)	Трудомісткість. (люд.-см.)
демонтаж тюрбінгів	компл.	0,5	46,3	23,15	2,89
буріння шпурів	шт	26	0,35	1,365	0,17
переміщення тюрбінгів	шт	15	0,1	1,5	0,18
Навантаження породи навантажувальними машинами	м <sup>3</sup>	16,18	0,15	2,42	0,3
Відкатка вагонеток з породою	м <sup>3</sup>	16,18	0,19	3,07	0,38
армування отвору	кг	47,8	0,95	45,4	5,67
Гідроізоляція отвору: лоток і стіни	м <sup>2</sup>	8,24	0,6	4,9	0,61
звід		3,24	1,2	3,8	0,475
тампонаж отвору	м <sup>3</sup>	0,49	3,3	1,62	0,2

Обліковий склад добової комплексної бригади:

$$n_{с.с.} = K_{сп} \cdot n_{я.с.} = 1,35 \cdot 27 = 36,45 \text{ люд.},$$

де: Кс.п. - коефіцієнт облікового складу. Приймаємо Кс.п. = 1,35.

Комплексна норма виробки:

$$K_{н.в.} = \frac{l_{зах}}{Q} = \frac{1}{11,6} = 0,086 \text{ м/люд. -зм.}$$

Продуктивність праці прохідника:

$$\Pi = K_{н.в.} \cdot K_{\Pi} = 0,086 \cdot 1,15 = 0,098 \text{ м/вихід.}$$

Визначаємо змінне просування вибію:

$$l_{зм.} = \frac{n_{люд.} \cdot k_{\Pi}}{\sum q} = \frac{9 \cdot 1,15}{11,6} = 0,89 \text{ м/зм.}$$

Визначаємо добове просування вибію:

$$V_{доб.} = l_{зм.} \cdot 3 = 0,89 \cdot 3 = 2,67 \text{ м/доб.}$$

Визначаємо місячне посування вибою:

$$V_{міс} = V_{доб.} \cdot 26 = 2,67 \cdot 26 = 69,42 \text{ м/міс.}$$

Визначаємо коефіцієнт, що враховує ненормовані роботи.

$$\alpha = \frac{T_{ц} - t_{п.с.} - t_{зар} - t_{п.р.} - t_{пер}}{T_{ц}} = \frac{9 - 0,25 - 0,27 - 0,33 - 0,33}{9} = 0,86$$

де: тп.с. - час прийому, здачі зміни. Приймаємо 0,25 годину (15 хв.);

tзар - тривалість заряджання шпурів, год. ;

$$t_{зар} = \frac{t_{шп} \cdot N}{60 \cdot n_{зар}} = \frac{2,5 \cdot 26}{60 \cdot 4} = 0,27 \text{ год.} = 18 \text{ хв.,}$$

де: тшп = 2 - 4 хв. - час заряджання шпуру;

N - кількість шпурів;

nзар - кількість заряджаючих;

тп.р. - час провітрювання після вибуху, тп.р. = 0,33 години;

трез - регламентована перерва 0,33 години.

Визначаємо тривалість нормованих процесів:

$$t_i = \frac{Q_i \cdot T_{см} \cdot \alpha}{n_i \cdot k_{п}}, \text{ год.},$$

де:  $Q_i$  - трудомісткість  $i$ -ого процесу на цикл, люд.-год;

ПВМ - тривалість зміни;

$n_i$  - кількість прохідників, зайнятих на виконання  $i$ -ого процесу.

1) Демонтаж тюбінгів:

$$t_{\text{дем.}} = \frac{2,89 \cdot 8 \cdot 0,86}{9 \cdot 1,15} = 1,92 \text{ год.} = 1 \text{ год. } 55 \text{ хв.},$$

2) Буріння шпурів:

$$t_{\text{бур.шпур.}} = \frac{0,17 \cdot 8 \cdot 0,86}{5 \cdot 1,15} = 0,25 \text{ год.} = 15 \text{ хв.},$$

3) Переміщення тюбінгів:

$$t_{\text{перемещ.}} = \frac{0,18 \cdot 8 \cdot 0,86}{5 \cdot 1,15} = 0,25 \text{ год.} = 15 \text{ хв.},$$

4) Навантаження породи навантажувальними машинами:

$$t_{\text{погр.пор.}} = \frac{0,3 \cdot 8 \cdot 0,86}{4 \cdot 1,15} = 0,45 \text{ год.} = 27 \text{ хв.},$$

5) Відкатка вагонеток з породою:

$$t_{\text{погр.пор.}} = \frac{0,38 \cdot 8 \cdot 0,86}{5 \cdot 1,15} = 0,45 \text{ год.} = 27 \text{ хв.},$$

6) Армування отвору:

$$t_{\text{монт.обд.}} = \frac{5,67 \cdot 8 \cdot 0,86}{9 \cdot 1,15} = 3,8 \text{ год.} = 3 \text{ год. } 50 \text{ хв.},$$

7) Гідроізоляція отвору:



- лоток і стіни:

$$t_{\text{лот.стін.}} = \frac{0,61 \cdot 8 \cdot 0,86}{4 \cdot 1,15} = 0,91 \text{ год.} = 55 \text{ хв.},$$

- звід:

$$t_{\text{звід.}} = \frac{0,475 \cdot 8 \cdot 0,86}{5 \cdot 1,15} = 0,57 \text{ год.} = 35 \text{ хв.},$$

8) Тампонаж закріпного простору:

$$t_{\text{тамп.}} = \frac{0,2 \cdot 8 \cdot 0,86}{4 \cdot 1,15} = 0,3 \text{ год.} = 18 \text{ хв.}$$

*Графік організації робіт представлений на аркуші графічно частини.*

## 2.6 Загальношахтні процеси

### 2.6.1 Вентиляція

Розрахунок провітрювання вибоїв виконаний за пиловим чинником, так як скельні породи містять більше 30% кремнезему, що вимагає введення силікозного режиму.

В якості додаткових заходів, спрямованих на зниження пилоутворення і придушення пилу передбачається:

- буріння шпурів з промиванням їх водою;
- зрошення забою;
- поливанням водою під напором підірваної породи під час навантаження;
- влаштування водяної завіси в забою за зоною газів;
- оснащення гірничого обладнання, в процесі експлуатації якого утворюється пил, пиловловлюючими або пилопригнічуючими пристроями.

### 2.6.2 Водовідлив

У зв'язку з обводненностью порід передбачається влаштування центральних водовідливних установок у робочого стовбура.

Центральна насосна станція розміщується в спеціальній виробки, що примикає до стовбура з протилежного боку від руддвору. Насосна станція обладнана 3-ма насосами типу НЦВ 160/100-I-II (1 робочий, 1 резервний і 1 ремонтний).

Продуктивність кожного насоса  $160 \text{ м}^3 / \text{год}$ . натиск до 100 м. В робочому стовбурі прокладені два водовідливних трубопроводу  $d = 159 \text{ мм}$ .

### 2.6.3 Електропостачання

Основним споживачем електроенергії в період будівництва є підйомні машини, будівельні машини і механізми, устаткування електроприводів, насоси, вентилятори, компресори, електроосвітлення.

На будівельному майданчику передбачена установка комплектних трансформаторних підстанцій зовнішньої установки. Магістральні мережі виконуються кабелем марки КРПТ, що прокладається на дерев'яних опорах, і частково, по тимчасових будівлях і спорудах та броньованим кабелем, що прокладається в траншеї.

У кожному тунелі прокладається два низьковольтних кабеля, нарощуваних через кожні 100 метрів по мірі проходки тунелю.

Підключення споживачів підземних виробок проводиться до низьковольтних розподільчих пунктів типу ПР-9000.

Для підключення зварювальних апаратів передбачається установка розподільних ящиків.

Освітлення підземних виробок здійснюється шахтними світильниками з лампами розжарювання на напрузі 36 вольт в зоні забою, насосних водовідливу, в стволах та інших виробках з незачеканим обробленням. В інших випадках

прийнято напруга 220 вольт. Відповідно з «Правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при будівництві метрополітенів і тунелів» виконується аварійне освітлення: живиться від міської низьковольтної мережі.

#### 2.6.4 Транспорт

У стовбурі споруджений навколостовбурний двір, підхідні виробки до тунелів, насосних станцій, електрокамер і камер для зберігання ВВ.

У межах кожної підхідні виробки розташовується 2 вузькоколіїних шляху. Безпосередньо біля стовбура розташовується перехресний з'їзд, а по довжині виробки для маневрових робіт стрілочні з'їзди і переклади. По кожному тунелю прокладено вузькоколіїний шлях з роз'їзду у забою і посередині кожного перегону. Ширина колії 600 мм, величина междупуття - 1300 мм. Тип рейок Р-24.

Для транспортування породи прийняті глухі вагонетки ВГ-1,5 ємністю 1,5 м<sup>3</sup>.

Доставка тубінгів і блоків - на спеціальних візках з поворотними платформами. Пісок і цемент транспортується в вагонетках.

### III. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА

#### 3.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливих чинників

Спорудження станції «Центральна» ведеться закритим способом.

В атмосферу гірські породи виділяють вуглекислий газ, оксид вуглецю, оксид і діоксид азоту (виділяються після вибухових робіт). Вибухонебезпечні газ і пил відсутні.

При веденні гірничопрохідницьких робіт застосовується буропідривний спосіб. Після вибуху слід ретельно провітрювати забій, так як за пиловим чинником скельні породи містять більше 30% кремнезему, що вимагає введення силікозного режиму.

Силікоз - захворювання, що виникає від вдихання пилу, що містить вільний двоокис кремнію.

Застосовуємо нагнітальний метод провітрювання; загазоване і запилене повітря із зони забою видаляється вільним струменем нагнетательного вентилятора.

До джерел механічного травматизму відносяться:

- Безпосередньо сам вибух;
- Рушійна частина машин і механізмів;

Механічний травматизм так само можливий при оборці забою - падіння шматків породи, при падінні з майданчиків під час зварювальних робіт.

Так само шкідливим виробничим фактором є виробничий шум. При роботі різних механізмів виникає інтенсивний шум. При тривалому впливі шуму відбувається притуплення слуху, глухота. Розвивається різко виражений хронічний ларингіт.

Основним споживачем електроенергії в період будівництва є підйомні машини, будівельні машини і механізми, устаткування електроприводів, електроосвітлення та зварювання. Чи не правильна експлуатація даного обладнання може призвести до короткого замикання і займання проводки або ураження струмом робітників.

### 3.2 Інженерні методи забезпечення безпеки ведення робіт

Мірою боротьби з пилом, вуглекислим газом, оксидом вуглецю та оксидом і діоксидом азоту, що утворюються при веденні буропідричних робіт, служить вентиляція, інтенсивне провітрювання, як робочих тупиків, так і всіх допоміжних виробок.

Заходи боротьби з шкідливими і отруйними газами включають в себе:

- 1) Зменшення пилоутворювальної здатності гірського масиву до його руйнування - досягається шляхом зрошення забою (зволоження масиву);
- 2) Застосування гідронабійки, гідропаст, водорозпилених завіс;
- 3) Попередження попереднього заходу людей у виробку після підричних робіт;
- 4) Захист органів дихання шляхом застосування респіраторів;
- 5) Інструктаж персоналу про властивості впливу на організм шкідливих газів і пилу.

Методи і засоби щодо попередження механічного травматизму:

- 1) При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт передбачено нормування навантажень (не більше 30 кг на одну людину);
- 2) Перевірка технічного стану комплексу обладнання щотижня механіком дільниці.
- 3) Передбачені вільні проходи для людей і зазори між транспортними засобами та обробленням, а так само між зустрічними шляхами.

Методи і засоби боротьби з виробничим шумом:

- 1) Люди, задіяні в роботах з великою інтенсивністю шуму, забезпечуються спеціальними навушниками;

2) З метою зниження шуму в виробках проводять своєчасний і якісний ремонт обладнання.

Методи і засоби щодо забезпечення застосування електро - або пневмоенергії:

На будівельному майданчику передбачена установка комплектних трансформаторних підстанцій зовнішньої установки. У кожному тунелі прокладається два низьковольтних кабелю, нарощування яких виконується через кожні 100 метрів по мірі проходки тунелю. Для підключення зварювальних апаратів передбачається установка розподільних ящиків. Все електрообладнання заземлюється. Як заземлення використовуються сталеві труби діаметром 50мм і довжиною 2 м, поміщені в пробурені шпури на глибину 1,5 м. Для живлення гірничопрохідницьких машин використовують шланговий кабель.

### 3.3 Організація безпечного ведення робіт

Вимоги до персоналу, допущеному до ведення робіт на об'єкті:

1) Всі особи, які вперше влаштувалися на об'єкт, проходять вступний і первинний інструктаж на робочому місці. Так само для робітників, зайнятих на роботах з підвищеною небезпекою, не рідше рази на три місяці проходить повторний інструктаж.

2) Всі фахівці навчаються і проходять атестацію на знання цих Правил з безпеки праці. Відповідальний за проведення атестації є керівник організації. Для проведення атестації створюються спеціальні атестаційні комісії.

3) Робочі і особи технічного нагляду до початку робіт ознайомлюються з проектом і паспортом ведення буропідривних робіт під розписку. До виконання вибухових робіт та робіт, пов'язаних з виготовлення та підготовкою ВР, зберіганням і перевезенням ВМ, допускаються тільки особи, які мають на це дозвіл і спеціальну кваліфікаційну ступінь.

Відомості про індивідуальні засоби захисту:

Всі робітники, зайняті на будівництві використовують спецодяг, що складається з гумових чобіт, роби, рукавички, каски.

Для захисту органів дихання від проникнення пилу використовують протипилові респіратори (Р34).

Характерні особливості безпечного виконання робіт на об'єкті:

До виконання підривних робіт допускаються особи, які склали іспити кваліфікаційній комісії і отримали «Єдину книжку підривника». Підривник підпорядковується керівнику вибухових робіт і зобов'язаний виконувати всі його розпорядження.

Для ведення вибухових робіт в підземних виробках згідно з проектом використовуємо Амоніт №6 ЖВ.

Все електродетонатори перед монтажем електропідривної мережі перевіряються на відповідність опору меж, зазначених на етикетках пакувальної тари.

Патрони-бойовики для зарядів виготовляються тільки на місці вибухових робіт в кількості, необхідній для підриву зарядів в даному прийомі.

При веденні робіт обов'язковим є подання звукових сигналів за допомогою свистка.

Перший сигнал - попереджувальний (один тривалий) подається при введенні небезпечної зони після видалення людей із забою і виставлення постів і знаків охорони. За цим сигналом приступають до заряджання шпурів. Після заряджання видаляються люди, які брали участь в заряджанні. Майстер підривник перевіряє правильність заряджання і електричної мережі. Після цього майстер підривник видаляється в місце укриття і дає другий сигнал - бойовий (два тривалих) після цього сигналу проводиться підривання.

Третій сигнал - відбій (три коротких) позначає закінчення підривних робіт, подається після провітрювання забою в плані часу зазначеному в паспорті БПР, а так само після того як майстер підривник огляне забій і дає дозвіл на допуск праці.

### 3.4 Пожежна безпека

Пожежна безпека забезпечується завдяки створенню заходів пожежної профілактики і активного пожежного захистом.

Виробки обладнані пожежними постами, які мають всі необхідні засоби пожежогасіння. До засобів пожежогасіння відносять:

- пожежно-зрошувальний трубопровід;
- пожежні крани з рукавами;
- вогнегасники, пісок.

На території будівництва встановлені звукові сигналізатори системи для подачі сигналу тривоги, біля яких вивішені написи «Пожежний сигнал».

Всі робітники і інженерно-технічні працівники ознайомлені про способи оповіщення про пожежу та навчені правилам поведінки при пожежі.

### 3.5 Заходи плану ліквідації аварії

При повному відключенні електроенергії на двох вводах сталася аварія: затоплення підземних виробок ствола №14.

План ліквідації приведений в таблиці 3.1.

### 3.6 Розрахунок вентилятора.

При виборі схеми провітрювання враховуємо: технологію ходи, яке використовується обладнання, протяжність виробок і їх перетин. Провітрювання тимчасових виробок станції буде здійснюватися по нагнетательній схемі.



Таблиця 3.1 - План ліквідації

№ п / п	Першочергові заходи з порятунку людей, локалізації аварійної ділянки, ліквідації аварії	Особи, відповідальні за виконання заходів	Маршрути евакуації людей і руху техніки	Завдання підрозділу ДВГСО, ВО, територіальному органу МНС
1	Сповістити про аварію в підземні гірничі виробки	<u>відп .:</u> ІТП ділянки <u>вик .:</u> дежурн.електрік	- в підхідний: з боку стовбурів № 12 і 16	маршрут: З «0» відм. стовбура №14 по сходовому відділенню на відм. -49 м. В бік ств. №12 та №16.
2	Повідомити диспетчеру ПАТ «Дніпрометробуд» тел. 52-50-21	<u>вик .:</u> начальник ділянки гірничий майстер	виходять по сходовому відділенню стовбура на поверхню (38 хв).	завдання: Розвідка та надання допомоги постраждалим.
3	Викликати взвод ДВГСО (тел. 785-82-75)	<u>вик .:</u> Диспетчер ПАТ «Дніпрометробуд»	виходять по сходовому відділенню стовбура на поверхню (30 хв).	Висновок людей з гірничих виробок
4	Відключити підйомну установку стовбура №14	<u>вик .:</u> Диспетчер		
5	Відключити насоси головного водовідливу стовбура №14	<u>вик .:</u> Черговий. електрик		
6	Відключити освітлення в гірських виробках ствола №14	<u>вик .:</u> Черговий. електрик		
7	Виставити пости безпеки біля гирла ствола і організувати облік людей, що вийшли на поверхню.	<u>вик .:</u> Начальник дільниці, ІТП, зам. гл. інж.		

Витрата повітря, необхідного для провітрювання призабойного простору розраховуємо по газам, що утворюється при вибухових роботах, числу людей, середньої мінімальної швидкості повітря виробки і мінімальної швидкості повітря в призабойном просторі виробки з урахуванням температури, а так само по газам, що утворюється під час зварювальних робіт.

### 3.6.1 Витрата повітря, необхідного для провітрювання

Розрахунок витрати повітря по газам, що утворюється при вибухових роботах:

$$Q_{з.п} = \frac{2,25}{t} \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{ВВ} \cdot S^2 \cdot l_{п}^2 \cdot k_{обв}}{k_{т.тр}^2}} \text{ м}^3/\text{хв.}, \quad (5.3)$$

де  $t \leq 30$  хв - час провітрювання,  $t = 20$  хв [10];

$V_{ВВ}$  - обсяг шкідливих газів, що утворюються після підривання, л;

$$V_{ВВ} = 40 \cdot V_{пор} = 4041,2 \text{ л}; \quad (5.4)$$

Впору - витрата ВВ за один період підривання, згідно з паспортом БПР,

Впору = 101,03 кг;

$S$  - площа перетину виробки,  $S = 70,8 \text{ м}^2$ ;

$l_{п}$  - довжина тупикової частини виробки,  $l_{п} = 104 \text{ м}$ ;

кобв - коефіцієнт, що враховує обводнення тупикової виробки (табл.5.1),

кобв - 0,3;

кут.тр - коефіцієнт витоку трубопроводу (5.18). кут.тр = 1,004.

$$Q_{з.п.} = \frac{2,25}{20} \cdot \sqrt[3]{\frac{4041,2 \cdot 5012,64 \cdot 10816 \cdot 0,3}{1,004}} = 453,2 \text{ м}^3/\text{мин} = 7,55 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Розрахунок витрати повітря по числу людей:

$$Q_{з.п.} = 6 \cdot n = 6 \cdot 9 = 54 \text{ м}^3/\text{мин} = 0,9 \text{ м}^3/\text{сек}. \quad (5.8)$$

де:  $n$  - найбільше число людей, що одночасно працюють в прізабойном просторі тупикової виробки стовбура, чол.

Витрата повітря по мінімальній швидкості у виробці:

$$Q_{з.п.} = 60 \cdot V_{min} \cdot S = 60 \cdot 0,15 \cdot 70,8 = 637 \text{ м}^3/\text{мин} = 10,62 \text{ м}^3/\text{сек}; \quad (5.9)$$

де  $V_{min}$  - мінімально допустима швидкість повітря, згідно ПБ,

$V_{min} = 0,15 \text{ м}^3 / \text{сек}.$

Розрахунок повітря при веденні зварювальних робіт:

$$Q_{з.п.} = \frac{2,1 \cdot k_{н.с.} \cdot M_{св.п.} \cdot P_{э} \cdot n_{пос}}{N_{св.} \cdot C_{п}} \text{ м}^3/\text{хв.}, \quad (5.16)$$

де  $k_{н.с.}$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність виконання зварювальних робіт.  $k_{н.с.} = 1,1-1,2$ ;

$M_{св.п.}$  - маса зварювального пилю і газів, що утворюються при витраті 1 кг електродів в перерахунку на умовну окис марганцю (табл.5.3);  $M_{св.п.} = 2,9 \text{ г / кг}$ ;

$P_{э}$  - витрата електродів на зварювання 1 метра шва,  $\text{кг / м}$ ;

$n_{пос}$  - число зварювальних постів, що діють у виробці одночасно;

$N_{св.}$  - норма часу на 10 метрів зварювального шва,  $\text{ч / м}$ .  $N_{св.} = 3,4 \text{ ч / м}$ ;

$C_{п}$  - гранично допустима концентрація пилю окислів марганцю,  $\text{мг / м}^3$ .

$C_{п} = 0,3 \text{ мг / м}^3$ .

$$Q_{з.п.} = \frac{2,1 \cdot 1,15 \cdot 2,9 \cdot 0,18 \cdot 2}{3,4 \cdot 0,3} = 22,2 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

### 3.6.2 Вибір засобів провітрювання

При проведенні виробок, в якості вентиляційних трубопроводів застосовуються жорсткі труби діаметром 0,5 м довжиною 5 м. Для вибору вентилятора проведені розрахунки по подачі повітря в призабійний простір і тиску, який чинить повітря на трубопровід. Шляхом нанесення розрахункового режиму роботи, на графік аеродинамічних характеристик вентиляторів вибираємо вентилятор.

Розрахунок продуктивності вентилятора:

$$Q_{в} = k_{ут.тр} Q_{з.п.} \text{ м}^3/\text{хв.}, \quad (5.25)$$

Коефіцієнт витоків повітря  $k_{ут.тр.}$  для металевих труб:

$$k_{ут.тр.} = \frac{1}{3} \cdot k_{ут.ст.} \cdot d_{тр} \cdot \frac{l_{тр}}{l_{зв}} \sqrt{R_{тр} + 1}, \quad (5.18)$$

де кут.ст. - питома стикового коефіцієнт повітропроникності умовного трубопроводу (табл.5.5). Кут.ст. = 0,001;

$R_{тр.ж}$  - аеродинамічний опір трубопроводу,

$$R_{тр.ж} = 1,2 \cdot R_{тр} + \sum R_m = 1,2 \cdot 0,94 + 1,16 = 2,29 \text{ к}\mu, \quad (5.23)$$

де 1,2 - коефіцієнт, що враховує нелінійність трубопроводу і невідповідність стиків;

$R_{тр}$  - аеродинамічний опір жорсткого трубопроводу без витоків повітря, к $\mu$

$$R_{тр} = \frac{6,5 \cdot \alpha \cdot l_{тр}}{d_{тр}^2} = \frac{6,5 \cdot 0,00035 \cdot 104}{0,5^2} = 0,94 \text{ к}\mu, \quad (5.24)$$

$\alpha$  - коефіцієнт аеродинамічного опору жорсткого трубопроводу (табл. 5.8).  $\alpha = 0,00035$ ;

$R_m$  - аеродинамічний опір фасонних частин (табл. 5.9), к $\mu$ .

$$k_{ут.тр.} = \left( \frac{1}{3} \cdot 0,001 \cdot 0,5 \cdot \frac{104}{10} \cdot \sqrt{0,91 + 1} \right)^2 = 1,004,$$

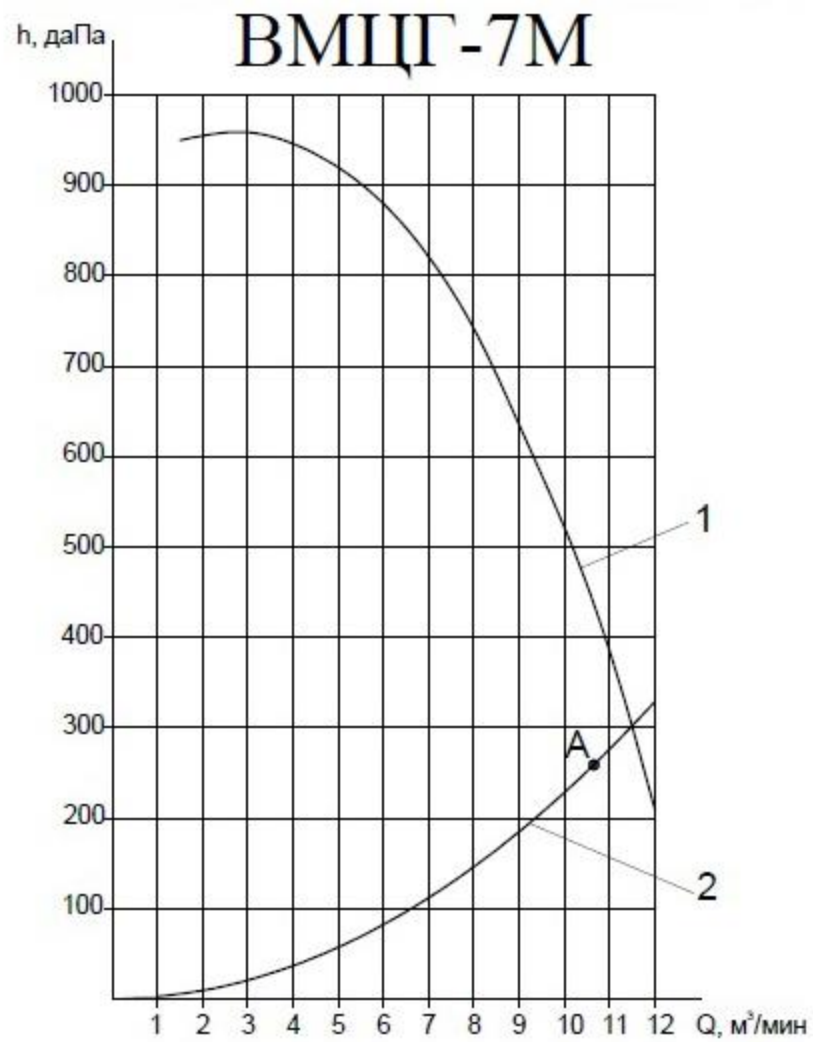
$$Q_B = 639 \text{ м}^3/\text{мин} = 10,65 \text{ м}^3/\text{сек},$$

Тиск вентилятора при жорстких вентиляційних трубопроводах:

$$h_B = \frac{Q_B^2 \cdot R_{тр.ж}}{k_{ут.тр.}} = \frac{10,65^2 \cdot 2,29}{1,004} = 258,7 \text{ Па}. \quad (5.29)$$

Таблиця 3.2 - побудови аеродинамічної характеристики трубопроводу.

Q, м3 / хв	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
hв, даПа	0	2.3	9.1	20.5	36.5	57	82.1	111.8	146	184.8	228.1	276	328.4



1 - аэродинамическая характеристика вентилятора ( $\theta = 0^\circ$ )

2 - аэродинамическая характеристика трубопровода

A - расчетный режим работы вентилятора

Рисунок 2.1 – Режим работы вентилятора ВМЦГ-7М

Застосовуємо вентилятор ВМЦГ-7М який оптимально підходить для провітрювання призабійного простору.

## IV. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 4.1 Техніко-економічні показники

Будівництво станції «Центральна» вимагає відповідної проектно-кошторисної документації.

До складу проектно-кошторисної документації входять:

- локальні кошториси, в яких відображені види робіт і їх обсяги, а також трудомісткість і вартість їх виконання;

- об'єктний кошторис - сумарна кошторис, в якій збираються зведені показники з локальних кошторисів;

- відомість ресурсів - перелік матеріалів, обладнання та інструментів, які потрібні для виконання робіт при будівництві об'єкта;

- договірна ціна - вартість будівництва об'єктів з урахуванням додаткових витрат (податки, витрати, що враховують ведення робіт в складних умовах і тд.).

У цій частині складені:

- локальний кошторис №1 на проходку лівого тунелю;

- локальний кошторис №2 на проходку правого тунелю;

- локальний кошторис №3 на проходку центрального тунелю;

- локальний кошторис №4 на проходку 18-ти отворів між тунелями;

- об'єктний кошторис на будівництва комплексу виробок за результатами локальних кошторисів;

- відомість ресурсів до об'єктному кошторисі;

- договірна ціна на будівництво всього об'єкта в цілому.

Розрахунок вартості будівництва виконано за допомогою програмного комплексу «Будівельні технології - Кошторис».

Складання проектно-кошторисної документації згідно:

- ДСТУ Б.Д.1.1-1-2013 «Правила визначення вартості будівництва»;

- ВБН Д.1.1-3.1-2001 «Правил визначення вартості робіт»;

- ДБН Д.2.2-99 «Кошторисні норми на будівельні роботи».

Вартість матеріальних ресурсів і машино-змін прийнята за усередненими даними Держбуду України за станом на 01.05.2021г.

Основні норми для будівництво станції «Центральна» прийняті зі збірки Е29 «Тунелі і метрополітени».

*Лівий тунель.* Вироблення розкривається способом суцільного забою з перетином 56,7 м<sup>2</sup>. Довжина станційного тунелю становить 104 м. Кріплення - чавунні тубінги, в місцях спорудження прорізів встановлюють рами, що сприймають зусилля від розімкнутих кілець. Проводиться нагнітання бетонної сумішшю закріпного простору.

*Правий тунель.* Споруджується аналогічно лівому тунелю з таким же перетином вироблення, довженною і кріпленням.

*Середній тунель.* Вироблення розкривається способом суцільного забою з перетином 70,8 м<sup>2</sup>. Довжина центрального станційного тунелю становить 104 м. Кріплення - чавунні тубінги, в місцях спорудження прорізів встановлюють рами, що сприймають зусилля від розімкнутих кілець. Проводиться нагнітання бетонної сумішшю закріпного простору.

*Прорізи.* Прорізи споруджуються буропідривним способом з перетином 18,75 м<sup>2</sup>. Оброблення прорізів складається з металевих гідроізоляційних листів і привареною до неї арматури. Проводиться нагнітання бетонної сумішшю пілонного простору.

#### 4.2 Розрахунок календарного графіка будівництва:

$$T_i = \frac{Q_i}{N_{\text{раб.дн.}} \cdot n_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{зв}} \cdot k_{\text{п}} \cdot k}, \text{ міс.},$$

де:  $Q_i$  - кошторисна трудомісткість проведення виробки;

$N_{\text{раб.дн.}}$  - кількість робочих днів у місяці (26 днів);

псм - кількість прохідницьких змін на добу (3 зміни);  
 тсм - тривалість прохідницької зміни (8 годин);  
 NЗВ - чисельний склад прохідницького ланки (9 осіб);  
 кп - коефіцієнт перевиконання норм виробітку (кп = 1,15);  
 к - коефіцієнт що враховує частку трудомісткості робіт, що не відносяться безпосередньо до прохідницьких робіт (доставка матеріалів і обладнання, монтаж-демонтаж обладнання тощо.)  $k = 1,5 \dots 1,6$ .

1. Тривалість проходки лівого станційного тунелю:

$$T_1 = \frac{78550}{26 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 1,15 \cdot 1,55} = 7,85 \text{ міс};$$

2. Тривалість проходки правого станційного тунелю:

$$T_2 = \frac{78550}{26 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 1,15 \cdot 1,55} = 7,85 \text{ міс};$$

3. Тривалість проходки середнього станційного тунелю:

$$T_3 = \frac{94850}{26 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 1,15 \cdot 1,55} = 9,48 \text{ міс};$$

4. Тривалість споруди прорізів:

$$T_4 = \frac{14832}{26 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 1,15 \cdot 1,55} = 1,48 \text{ міс}.$$

*Календарний графік представлений на аркуші графічної частини.*

4.3 Економічний ефект:

Економічний ефект досягнутий за рахунок паралельного ведення робіт, а саме:

- проходка одного бокового тунелю;



- з відставанням на 30-50 м - другого бокового тунелю;
- з відставанням на 30-50 м від другого бокового, проходка середнього тунелю.

Тривалість будівництва всього об'єкта при лінійній схемі ведення робіт:

$$T_1 = 26,66 \text{ міс.}$$

Тривалість будівництва всього об'єкта при поєднаній схемі ведення робіт:

$$T_2 = 18,81 \text{ міс.}$$

Тривалість підготовчого періоду при лінійній схемі ведення робіт:

$$T_{\text{под}} = T_1 \cdot 0,1 = 2,66 \text{ міс.}$$

Тривалість заключного періоду при лінійній схемі ведення робіт:

$$T_{\text{зак}} = T_1 \cdot 0,05 = 1,33 \text{ міс.}$$

Тривалість споруди всього об'єкта при лінійній схемі ведення робіт:

$$T_1 = T_1 + T_{\text{под}} + T_{\text{зак}} = 26,66 + 2,66 + 1,33 = 30,65 \text{ міс} = 2,55 \text{ року.}$$

Тривалість підготовчого періоду при поєднаній схемі ведення робіт:

$$T_{\text{под}} = T_2 \cdot 0,1 = 1,88 \text{ міс.}$$

Тривалість заключного періоду при поєднаній схемі ведення робіт:

$$T_{\text{зак}} = T_2 \cdot 0,05 = 0,94 \text{ міс.}$$

Тривалість споруди всього об'єкта при поєднаній схемі ведення робіт:

$$T_2 = T_2 + T_{\text{под}} + T_{\text{зак}} = 18,81 + 1,88 + 0,94 = 21,63 \text{ міс} = 1,8 \text{ рока.}$$

Економічний ефект від скорочення термінів будівництва складе:

$$\mathcal{E} = E_n \cdot D_{\text{ц}} \cdot (T_1 - T_2) = 0,15 \cdot 231833,016 \cdot (2,55 - 1,8) = 26081,21 \text{ тис. грн.}$$

де:  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності будівництва ( $E_n = 0,15$ );

$D_{\text{ц}}$  - договірна ціна;

$T_1$ ;  $T_2$  - тривалість будівництва порівнюваних варіантів.

## ВИСНОВОК

В кваліфікаційній роботі розглянуто комплекс питань щодо спорудження станції «Центральна» Дніпропетровського метрополітену.

Для конкретних гірничо-і гідрогеологічних умов міста Дніпро обґрунтовані спосіб і технологічна схема споруди станції, прийнято сучасне високопродуктивне обладнання та виконані необхідні розрахунки на виробництво основних прохідницьких робіт при поетапному проведенні лівого, правого і центрального станційного тунелів.

У розділі «Охорона праці та промислова безпека» розглянуті питання забезпечення безпеки праці робітників: аналіз потенційних небезпек, методи забезпечення та організація безпечного ведення робіт, пожежна безпека і заходи плану ліквідації аварії.

В економічній частині кваліфікаційної роботи представлена проектно-кошторисна документація на об'єкти, що споруджуються, наведено календарний графік спорудження об'єкта і розрахунок економічного ефекту.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Технічний проект першої черги метрополітену в м Дніпро.
- 2) Шахтне і підземне будівництво: Навчальний посібник для вузів. - 3-е ізд., Ш 31 перераб. і доп. : У 2 т / Б.А. Картозія, Б.І. Федунец, М.Н. Шуплик і ін. - М. : Видавництво Московського державного гірничого університету, 2003. - Т.2. - 815 с. : іл.
- 3) Будівництво метрополітену і підземних споруд на Л88 підроблюваних територіях: Навчальний посібник для вузів, частина I / Б.А. Лисіков, Г.Р. Розенвассер, В.Ф. Шаталов; Під ред. проф. Б.А. Лисікова - Севастополь: "Вебер", 2003. - 302 с.
- 4) Покровський М.М. Технологія будівництва підземних споруд і шахт. Технологія спорудження горизонтальних виробок і тунелів. Ч.І.Ізд.6, перероб. і доп. М., "Недра", 1977. 400 с.
- 5) Соболев В.В., Усік І.І., Терещук Р.М. Технологія та безпека виконання вибухових робіт. Практикум: Навч. посібник. - Д. : Національний гірничий університет, 2006. - 114 с.
- 6) Єдині правила безпеки при вибухових роботах. м. Київ, "Норматив" 1992р.
- 7) Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи. Збірник Е36 Гірничопрохідницькі роботи Випуск 2. Будівництво метрополітенів, тунелів та підземних споруд спеціального призначення 1989р.
- 8) Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н. Тунелі і метрополітени 1975р.
- 9) Керівництво з проектування вентиляції вугільних шахт. С.В. Янко, С.П. Ткачук, Л.Ф. Баженова, А.І. Бобров. Київ 1994р.
- 10) Правила безпеки у вугільних шахтах. Сторчак С.О., Агафонов А.В., Брюханов А.М., Грядущий Б.А. Київ 2005р.

## ДОДАТОК А

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.21.03.ПЗ	Пояснювальна записка	77	
5					
6			Демонстраційний матеріал	1	
7					
8			Графічний матеріал	6	