

ЗМІСТ

1 Загальні відомості. Організація курсового проектування	4
1.1 Оформлення пояснювальної записки	4
1.2 Графічна частина курсового проекту	7
2 План курсового проекту по спорудженню гірничих виробок	9
3 Методичні вказівки до виконання розрахунків розділів основної частини курсового проекту зі спорудження гірничих виробок	12
Вибір форми і визначення розмірів поперечного перерізу виробки	12
Вибір типу кріплення. Розрахунок кріплення на міцність	13
Розрахунок анкерної кріплення	15
Розрахунок продуктивності прохідницького циклу (для комбайнового способу)	17
Розрахунок продуктивності прохідницького комбайна	17
Розрахунок швидкості проведення виробки	18
Розрахунок тривалості проведення виробки	19
Розрахунок параметрів БПР (для БПР)	19
Вибір методу підричних робіт	19
Вибір способу підривання зарядів	19
Підбір засобів ініціювання зарядів ВР, їх типу, марки	19
Вибір типу ВР	20
Розрахунок параметрів буропідричних робіт	20
Визначення витрат засобів ініціювання	25
Вибір схеми з'єднання електродетонаторів, типу проводів, контрольно-вимірювальних приладів та джерела струму	26
Розрахунок електропідривної мережі	26
Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометрів та забивочного матеріалу на 1 погонний метр виробки	26
Вибір способу провітрювання виробки	27
Розрахунок кількості повітря для провітрювання тупикової виробки	27
Вибір вентилятора місцевого провітрювання	28
Транспортування гірської маси. Розрахунок кількості вагонеток	29
Додаток А Параметри кріплення КШПУ	30
Додаток Б Характеристики вагонеток	31
Додаток В Загальні характеристики стрічкових конвесрів	32
Додаток Г Характеристики промислових вибухових речовин	33
Список літератури	34

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Навчальним планом з дисципліни "Спорудження гірничих виробок" передбачається виконання курсового проекту, задачею якого є закріплення, поглиблення та розширення знань з дисципліни, прищеплення студентам навичок самостійної роботи при рішенні питань виробничо-технічного характеру, а також навчання студентів користуванню довідниковою та науково-технічною літературою.

Обсяг курсового проекту і порядок його виконання визначаються завданням. Основні питання в проекті повинні узгоджуватись з новітніми досягненнями науки і техніки в області гірничого виробництва. В курсовому проекті повинні враховуватись правила безпеки, протипожежний та протипиловий режими. Обов'язковою умовою виконання курсового проекту є самостійна робота кожного студента під контролем викладача. Для забезпечення своєчасними консультаціями, посилення контролю за роботою кожного студента і покращення якості виконання курсового проекту група поділяється на дві підгрупи.

Курсовий проект складається з двох частин: пояснювальної записки та графічної частини.

Пояснювальна записка складається з таких частин та розділів:

- титульний лист;
- завдання на виконання курсового проекту (вихідні дані);
- зміст;
- вступ;
- розділи проекту;
- висновок;
- список використаної літератури.

Орієнтовна тематика курсового проекту:

1. Проект проведення та кріплення квершлягу
2. Проект проведення та кріплення польового штреку
3. Проект проведення та кріплення пластового штреку
4. Проект проведення та кріплення уклону
5. Проект проведення та кріплення бремсбергу

1.1 Оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка об'ємом 20-30 аркушів може виконуватися рукописним текстом, ручкою з пастою чорного кольору, чітким почерком, технічно грамотною мовою. Також пояснювальна записка може бути виконана на комп'ютері в текстовому редакторі (наприклад, Word). Оформлюється пояснювальна записка на аркушах паперу формату А4 (210×297). Текст розташовується тільки на одній стороні аркуша. Сторінки повинні бути пронумеровані, починаючи з сторінки зі змістом проекту. Першими аркушами пояснювальної записки повинні бути спеціальні бланки, на яких підписуються студент, керівник проекту і голова циклової комісії: аркуш з назвою роботи; аркуш із завданням. В кінці залишається один чистий аркуш для рецензії керівника проекту.

1.1.1 Вимоги до оформлення пояснювальної записки

Обов'язковою вимогою до курсової роботи є написання її державною мовою, за винятком списку використаної літератури, де використане джерело записується мовою видання. Цитати з цих джерел наводяться в тексті виключно українською мовою.

Текст курсової роботи набирається на комп'ютері на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210×297 мм) з рамкою та штампом. Перша сторінка – Зміст - оформлюється на аркуші з великим штампом, всі останні сторінки пояснювальної записки оформлюються на аркушах з малим штампом. Сторінки обмежуються полями: ліве та нижнє – 25 мм, верхнє – 20 мм, праве – 10 мм. Відстань між заголовком і текстом – 15–20 мм (один пустий рядок). Шрифт – чорного кольору. Щільність тексту однакова по всій роботі. Рекомендована гарнітура – Times New Roman, кегль заголовків – 14, кегль тексту – 12, інтервал між рядками – 1,0.

Пояснювальна записка оформлюється в єдиному стилі. Не допускається використання напівжирного або курсивного виділення тексту, а також підкреслювання тексту.

Курсова робота має бути надрукована чітко, без помилок і виправлень. Текст курсової роботи може ілюструватись рисунками, схемами, графіками, діаграмами та таблицями.

Текст основної частини курсової роботи поділяють на розділи та підрозділи. Кожну структурну частину роботи (кожен розділ) починають з нової сторінки.

Заголовки структурних частин (розділів) роботи «Зміст», «Вступ», «Висновки», «Список літератури», «Додатки» друкують з великої літери симетрично відносно тексту (по середині).

В кінці заголовка крапки не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

1.1.2 Нумерація розділів та підрозділів

Розділи повинні мати порядкові номери в межах всього документу (пояснювальної записки), позначені арабськими цифрами без крапки і записані по середині. Номер розділу ставиться перед його заголовком, після номеру крапка не ставиться.

Підрозділи нумеруються в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між ними ставиться крапка. У кінці номера підрозділу крапка не ставиться, наприклад: «2.3» (третій підрозділ другого розділу).

Наприклад:

1 Вибір форми і визначення розмірів поперечного перерізу виробки

1.1 } Нумерація пунктів першого розділу

1.2

1.3

2 Вибір типу кріплення. Розрахунок кріплення на міцність

2.1 } Нумерація пунктів другого розділу

2.2

2.3

Якщо документ має підрозділи, то нумерація пунктів повинна бути в межах підрозділу та номер пункту повинен складатися з номерів розділу, підрозділу і пункту, між якими ставлять крапку. Пункти, при необхідності, можуть бути розбиті на підпункти, які повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного пункту, наприклад: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 і т. д.

1.1.3 Ілюстрації

До ілюстрацій належать рисунки, схеми, графіки, діаграми. Кількість ілюстрацій повинна бути достатньою для пояснення викладеного тексту. Ілюстрації розміщують посередині сторінки.

Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують після номеру ілюстрації. За потреби ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (текст під рисунком). Ілюстрації (схеми, графіки, діаграми) і таблиці варто наводити в роботі безпосередньо після тексту за першою згадкою або на наступній сторінці. Ілюстрації і таблиці, розміщені на окремих сторінках роботи, включають до загальної нумерації.

Ілюстрації позначають словом «Рис.» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій в додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, між ними ставиться крапка.

Наприклад:

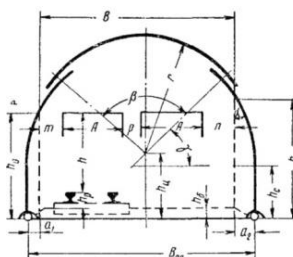


Рис. 1.1 – Схема до визначення ширини виробки
(перший рисунок першого розділу)

1.1.4 Таблиці

Таблиці застосовують для кращої наочності та зручності порівняння показників. Назва таблиці, при її наявності, повинна відображати її зміст, бути точною, короткою. Назву розміщують над таблицею. Назва і слово «Таблиця» починаються з великої літери. Слово «Таблиця» друкують ліворуч, над лівим верхнім кутом таблиці один раз, на інших сторінках пишуть «Продовження таблиці...». Назви не підкреслюють.

Заголовки колонок повинні починатися з великих літер, підзаголовки – з малих, якщо вони становлять одне речення із заголовком, і з великих, якщо вони самостійні. Висота рядків – не менше 8 мм. Колонку з порядковими номерами рядків до таблиці не включають. При необхідності нумерація показників, параметрів або інших даних порядкові номери слід вказувати в першій графі (боковику) таблиці безпосередньо перед їх найменуванням.

Приклад побудови таблиці:

Таблиця 4.1 - Порівняльна характеристика комбайнів

Технічна характеристика	КСП-32	П-110	ІГПКС

Таблицю розміщують після першого згадування у тексті так, щоб її можна було читати без повороту опалітуреного блока роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на іншу сторінку. В такому разі зазначають: Продовження таблиці. Таблицю з великою кількістю колонок можна ділити на частини і розміщувати одну частину під іншою в межах однієї сторінки.

Якщо цифрові або інші дані в будь-якому рядку таблиці не наводяться, то в ньому ставиться риска (–). На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому слово «таблиця» в тексті пишуть повністю, наприклад: «... у таблиці 1.2». У повторних посиланнях на таблиці та ілюстрації треба вказувати скорочено слово «дивись», наприклад: «див. табл. 1.3».

1.1.5 Формули

Формули і рівняння треба виділяти з тексту вільними рядками та позначати певним номером, написаним у дужках.

Наприклад:

Мінімальну ширину виробки можна визначити за формулою:

$$B = m + A + n \quad (1.1)$$

де B - ширина виробки, м;

m - зазор між кріпленням і составом поїзда, м;

A - ширина рухомого складу, м;

n - вільний прохід для людей, м.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба наводити безпосередньо під формулою у послідовності, наведеній у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (–), множення (×) і ділення (:).

Формули (якщо їх більше, ніж одна) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Номери формул пишуть біля правого берега аркуша на рівні відповідної формули у круглих дужках, наприклад: (2.1) (перша формула другого розділу). Посилання на формули вказують порядковим номером формули в дужках, наприклад «... у формулі (2.1)».

1.2 Графічна частина курсового проекту

Графічна частина проекту виконується олівцем або чорнилом на ватмані формату А1 з дотриманням стандартів ДСТУ та СКД. Допускається виконання графічної частини на комп'ютері з застосуванням графічних програм типу AutoCAD. На кресленні в правому куті ватману повинен бути штамп встановленого зразка, в якому ставлять свої підписи студент, керівник проекту та голова циклової комісії (або особа, яка здійснює нормоконтроль проекту). Всі підписи на кресленні повинні виконуватись графічним стандартним шрифтом.

Зміст аркушу графічної частини: Типовий переріз виробки. Технологічна схема проведення виробки (у трьох проекціях) з розміщенням обладнання. Паспорт БПР із зазначенням схеми розташування шпурів, даних про шпури та заряди тощо (при проведенні виробки буропідливним способом). Улаштування замкового з'єднання. Конструкція рейкової колії (при наявності). Улаштування водовідливної канавки (при наявності). Таблиця технологічних показників проведення виробки.

1.2.1 Вимоги до оформлення графічної частини

На форматі А1 (841×594) виконується рамка на відстані 5 мм від краю з трьох сторін аркуша і на відстані 20 мм від четвертого лівого краю (рис. 1).

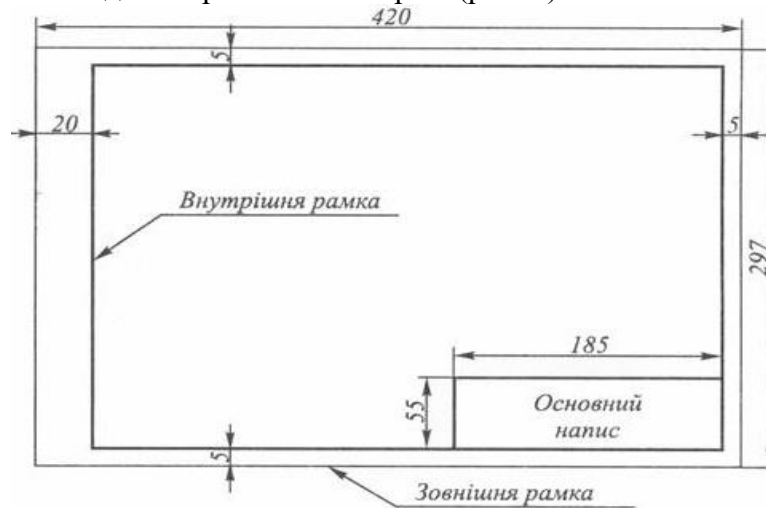


Рис. 1 – Оформлення рамки креслення

У правому нижньому кутку креслення розміщується основний підпис (штамп) (рис. 2).

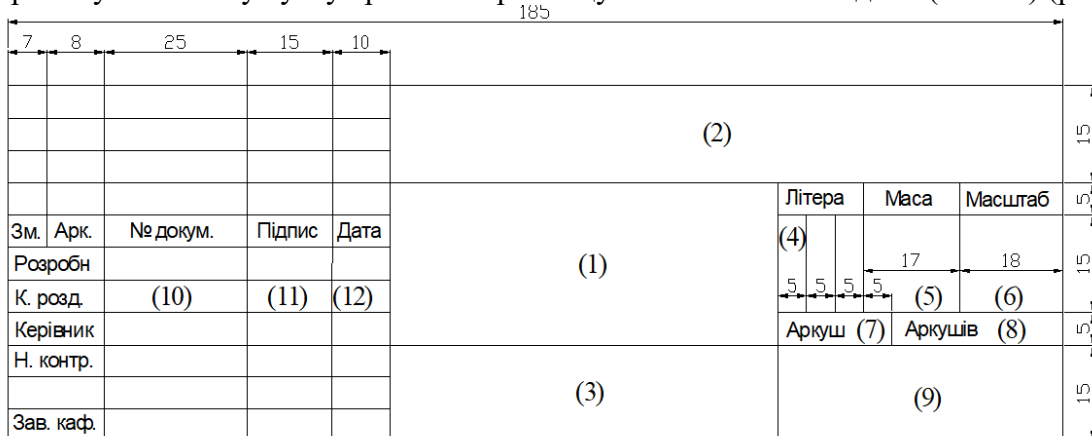


Рис. 2 – Оформлення основного напису в штампі

У графах основних підписів і додаткових графах (номери граф показані в дужках) записують:

- **в графі 1** – Тема курсового проекту, яка записується без перенесень і крапок у кінці;
- **в графі 2** - Позначення документу, приклад заповнення графи 2:

ГВ ПК 20 01 ГЧ 001

(ГВ – гірниче відділення; ПК – проект курсовий; 20 – рік подачі 2020;

01 – номер варіанту завдання; ГЧ – графічна частина; 001 – номер креслення)

- **в графі 3** – найменування графічного документу;
- **в графі 4** – в лівій клітині ставиться літера У (учбовий);
- **в графі 5** – маса виробу;
- **в графі 6** – масштаби;
- **в графі 7** – порядковий номер креслення;
- **в графі 8** – загальна кількість креслень;
- **в графі 9** – скорочена назва учбового закладу, шифр академічної групи;
- **в графах 10-12** – прізвище студента, консультанта розділу, керівника проекту, нормоконтролера, підписи, дати підписання.

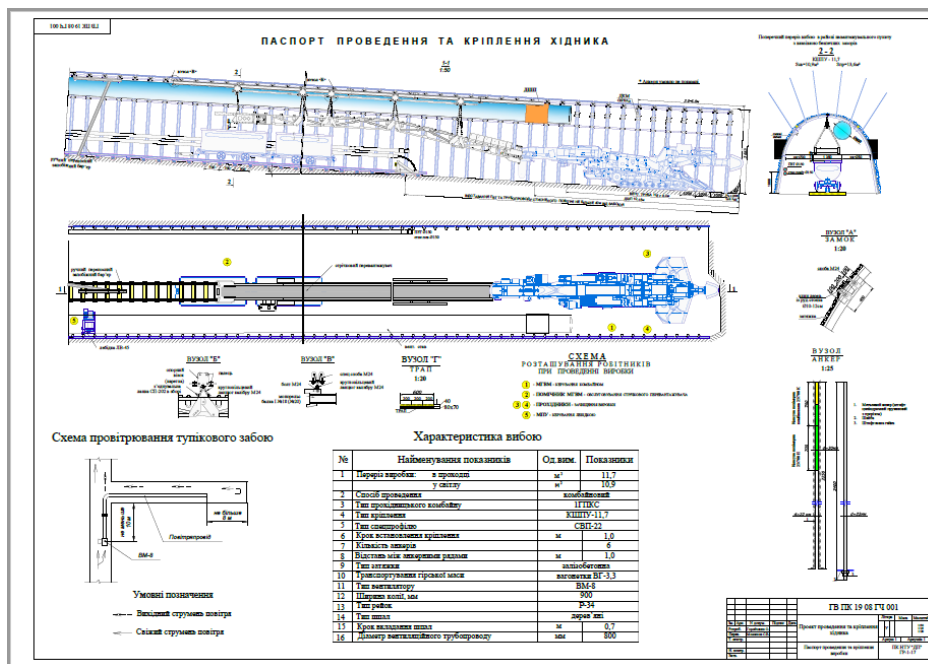


Рис. 3 – Приклад оформлення графічної частини при комбайновому способі проведення виробки

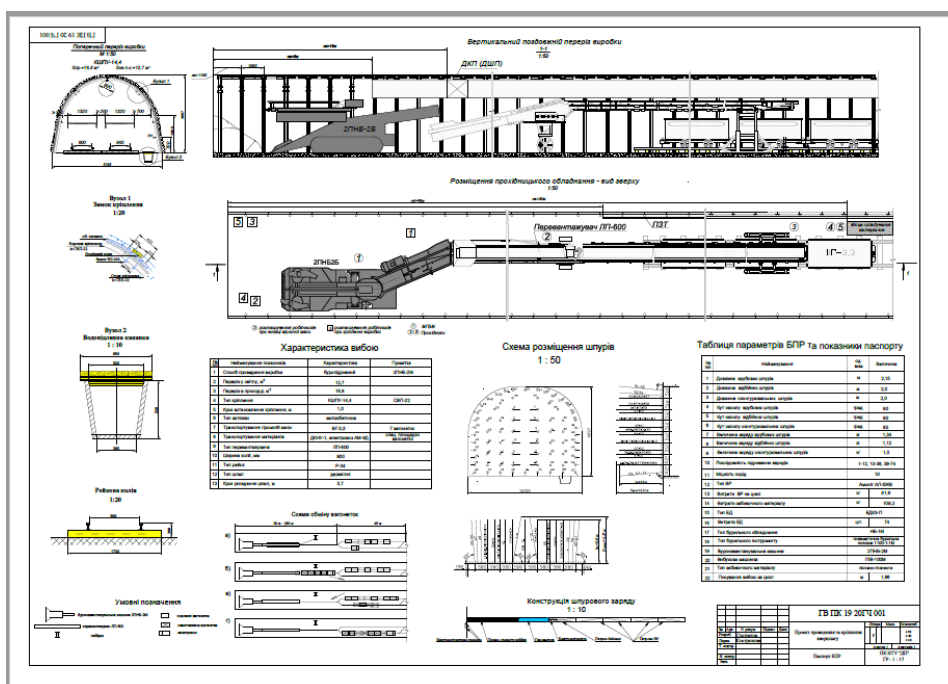


Рис. 4 – Приклад оформлення графічної частини при буропідривному способі проведення виробки

2 ПЛАН КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ПО СПОРУДЖЕННЮ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Вступ

Роль вугільної промисловості в народному господарстві України. Значення вдосконалення способів проведення капітальних і підготовчих виробок.

1 Вибір форми і визначення розмірів поперечного перерізу виробки

1.1 Вибір форми поперечного перерізу виробки

Обґрунтувати вибір форми поперечного перерізу виробки виходячи з терміну служби, стійкості бічних порід, впливу очисних робіт та величини гірського тиску.

1.2 Вибір матеріалу кріплення

Обґрунтувати вибір матеріалу кріплення виходячи з терміну служби, стійкості бічних порід, впливу очисних робіт та величини гірського тиску.

1.3 Визначення основних розмірів поперечного перерізу виробки

Визначити основні розміри поперечного перерізу виробки залежно від виду кріплення, розмірів транспортних засобів з урахуванням допустимих зазорів, зазначених Правилами безпеки.

2 Вибір типу кріплення. Розрахунок кріплення на міцність

2.1 Вибір типового перерізу виробки

Вибрати найближчий типовий переріз виробки (при мінімальній її ширині) на висоті рухомого складу з вказівкою основних розмірів у світлу і в проходці. Прийнятий типовий переріз виробки перевірити на відповідність вимогам ПБ: по мінімальних розмірах перерізу виробки; по допустимій швидкості руху повітря у виробці при експлуатації.

2.2 Розрахунок аркового кріплення на міцність

Визначити відстань між рамами для прийнятого кріплення залежно від величини гірського тиску. Визначити тип спецпрофілю СВП.

2.3 Розрахунок анкерної кріплення

Розрахувати несучу здатність анкеру. Визначити повну довжину анкеру, щільність установки анкерів, відстань між ними та кількість анкерів в ряду.

2.4 Вибір міжрамної огорожі

Вибрати та описати тип між рамної затяжки враховуючи призначення виробки, її термін служби та ін..

3 Вибір способу та технологічної схеми проведення виробки

3.1 Вибір способу проведення виробки

Обґрунтувати вибір способу проведення виробки (комбайновий, БПР, гідромеханічний, тощо), виходячи з гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов (міцність порід, кут нахилу та розміри перерізу виробки).

При проведенні виробки по пласту вугілля з підриванням бічних порід необхідно обґрунтувати вибір способу проведення (вузьким або широким забоєм), а також вирішити питання про доцільність сумісної або роздільної виїмки вугілля та бічних порід. Обґрунтувати вибір місця підривання порід (верхня, нижня, змішана підривка) виходячи із зручності навантаження вугілля із лави на транспортні засоби.

3.2 Вибір механізації прохідницьких робіт та технологічної схеми проведення виробки (при комбайновому способі)

Вибрати прохідницький комбайн та обґрунтувати його вибір. Навести технічну характеристику комбайну. Вибрати технологічну схему та описати її.

(при буропідривному способі)

Вибрати механізацію при проведенні виробки буропідривним способом. Обґрунтувати вибір прохідницького обладнання (для буріння шпурів), навести його технічну характеристику. Вибір навантажувальної машини, виходячи з площі поперечного перерізу виробки і об'єму навантажувальних робіт. Її технічна характеристика.

4 Розрахунок продуктивності прохідницького циклу (для БПР-Розрахунок параметрів буропідричних робіт)

4.1 Розрахунок продуктивності прохідницького комбайна

Розрахувати теоретичну, технічну та експлуатаційну продуктивність комбайну згідно методичним вказівкам.

4.2 Розрахунок швидкості проведення виробки

Визначити темпи проведення виробки за місяць, добове та змінне посування забою, кількість циклів за зміну.

4.3 Розрахунок тривалості проведення виробки

Визначити тривалість проведення виробки.

4.1 Розрахунок параметрів БПР (для БПР)

Обґрунтувати вибір ВР та засобів ініціювання. Навести їх технічні характеристики. Вибрати спосіб підривання. Вказати конструкцію заряду. Визначити посування забою за цикл. Визначити питомі витрати ВР, глибину шпурів, їх кількість, співвідношення між групами. Вибрати тип врубу. Визначення довжини шпурів. Визначити витрати ВР на цикл, середню вагу заряду, кількість патронів на кожен шпур. Перевірити довжини набійки. Зазначити порядок підривання. Скласти схему розташування шпурів з урахуванням вимог ЄПБ при ВР, кута нахилу шпурів до площини забою на основі графічних побудов. Описати засоби підривання: тип вибухової машинки, контрольно-вимірювальні прилади, магістральні дроти. Розрахувати електровибухову мережу. Скласти паспорт БВР на підставі зроблених розрахунків (на аркуші графічної частини).

5 Вибір способу провітрювання виробки

5.1 Розрахунок кількості повітря для провітрювання тупикової виробки

Вибрати спосіб провітрювання. Розрахувати кількість повітря, необхідного для провітрювання забою. Визначити продуктивність та депресію вентилятора місцевого провітрювання.

5.2 Вибір вентилятора місцевого провітрювання

Вибрати тип ВМП, вказати його технічні характеристики.

6 Транспортування гірської маси і матеріалів по виробці

Описати транспортування гірської маси по виробці. Навести характеристики транспортних засобів. (При навантаженні вугілля та породи у вагонетки підрахувати їх необхідну кількість і передбачити обмінні засоби для маневрових робіт). Описати доставку матеріалів (затяжки, шпали, рейки, труби, елементи кріплення ін.), їх складування.

7 Організація робіт в забої виробки

7.1 Організація робіт і розставляння робітників

7.2 Розробка забою

Описати порядок руйнування вибою комбайном. При БПР описати буріння, заряджання та підривання шпурів.

7.3 Зведення кріплення

Описати порядок зведення постійного кріплення.

7.4 Нарощування вентиляційного трубопроводу

Описати порядок нарощування вентиляційного трубопроводу.

7.5 Нарощування протипожежно-зрошувального трубопроводу

Описати порядок нарощування протипожежно-зрошувального трубопроводу, зазначити діаметр ПЗТ, відстані між кранами, засувками тощо.

7.6 Нарощування конвеєра

Описати порядок нарощування конвеєра (за наявності).

7.7 Облаштування рейкової колії

Описати (за наявності у виробці рейкової колії) конструкцію постійної/тимчасової рейкової колії, порядок її настилення. Зазначити тип рейок, шпал, ширину колії та нахил шляху. Описати роботи по настиленню постійної рейкової колії: укладання баласту, облаштування канавок для шпал, укладання шпал рейок.

7.8 Улаштування водовідливної канавки

Описати улаштування та кріплення водовідливної канавки або водозбірників. Вибрати схему водовідливу для похилих виробок (одноступінчата, двоступінчата і т.д.), тип насосів.

8 Охорона праці при проведенні гірської виробки

8.1 Правила безпеки при проведенні та кріпленні виробки

Перерахувати правила безпеки при прохідницьких роботах. ПБ при монтажі і експлуатації електроустаткування. ПБ при бурінні та підриванні шпурі. ПБ при встановленні постійного кріплення. ПБ при настиланні постійної рейкової колії.

8.2 Контроль рудникової атмосфери

Перелічити заходи ПБ при провітрюванні забою. Зазначити допустимі концентрації метану в свіжому струмені повітря та у вихідному із виробки струмені повітря, місцеві скупчення. Вказати максимальну і мінімальну швидкість руху повітряного струменя. Описати вимоги ПБ до встановлення ВМП: місце встановлення ВМП, відставання вентиляційних труб від забою тощо. Автоматичний газовий захист. Місце установки датчиків АГЗ та їх налаштування відповідно до вимог ПБ. Контроль кількості повітря, що поступає в забій виробки.

8.3 Протипожежні заходи

Перерахувати заходи з попередження та локалізації вибухів вугільного пилу у виробці, що проектується. Пожежно-зрошувальний трубопровід, його параметри; місця установки пожежних кранів. Розміщення первинних засобів пожежогасіння та їх кількість.

8.4 Заходи по боротьбі з шкідливими виробничими чинниками

Описати засоби індивідуального і колективного захисту.

Висновок

Коротко, але достатньо інформативно виложити прийняті в проекті рішення та отримані результати.

Список літератури

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. Київ, 2010
2. Правила технічної експлуатації вугільних шахт. – Мінвуглепром України, Київ, 2006
3. Руководство по проектированию и вентиляции шахт. – К.: Основа, 1994
4. Сборник инструкций к правилам безопасности в угольных шахтах. – К.: Основа, 1996
5. Шахтное и подземное строительство: Учеб. Для вузов – 2-е изд., перераб. и доп.: В 2т. / Б.А.Картозия, Б.И.Федунец, М.Н.Шуплик и др. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001
6. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. Днепропетровск, 2002
7. Соболев В.В., Усик І.І., Терещук Р.М. Технологія та безпека виконання вибухових робіт. Практикум: підручник для ВНЗ. – М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014
8. Унифицированные типовые сечения горных выработок. Т.1 - К.: Будівельник, 1971
9. Довідник з гірничого обладнання дільниць вугільних і сланцевих шахт: Навч. посібник / М.М. Табаченко, Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський та ін. – Д.: Національний гірничий університет, 2012
10. Гайко Г. І. Конструкції кріплення підземних споруд: Навч. посіб. – Алчевськ: ДонДТУ, 2006
11. Ярмолюк В.Т. Основи гірничої справи. - К.: Либідь; 2000
12. Єгоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.М. та ін. Основи гірничої справи. - М.: Недра; 2003
13. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Спорудження гірничих виробок» для студентів спеціальності 184 «Гірництво» освітньо-професійна програма «Підземна розробка корисних копалин». Павлоград, 2020

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ РОЗДІЛІВ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ЗІ СПОРУДЖЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

1 Вибір форми і визначення розмірів поперечного перерізу виробки

1.3 Визначення основних розмірів поперечного перерізу виробки

Мінімальна ширина виробки складається з габаритних розмірів розміщеного в ній устаткування або рухомого складу з урахуванням зазорів, передбачених ПБ: між кріпленням і елементами устаткування або рухомого складу, що найбільш виступають, при бетонному кріпленні - 0,2 м, при рамному кріпленні - 0,25 м; між частинами зустрічних складів, що виступають, - 0,2 м; між кріпленням та конвеєром - 0,4 м; між конвеєром та рухомих складом - 0,4 м; прохід для людей - 0,7 м на рівні 1,8 м від підлоги виробки, а в місцях посадки людей в потяги - 1м.

На основі встановлених мінімальної ширини і висоти виробки розраховують площу її поперечного перерізу в просвіті при первинній прямокутній формі. Потім виробці надають форму, що відповідає гірничо-геологічним умовам, "вписують" в неї прямокутний переріз, не порушуючи прийнятих розмірів, повторно розраховують площу поперечного перерізу в просвіті і підбирають найближчий більший типовий переріз.

Згідно з Правилами безпеки мінімальні площі поперечних перерізів гірничих виробок у просвіті повинні складати: для головних відкаточних і вентиляційних виробок, людських хідників для механізованого перевезення - не менше 9,0 м² при висоті не менше 1,9 м від голівки рейок; для дільничних вентиляційних, проміжних, конвеєрних і збірних штреків, дільничних бремсбергів і уклонів - не менше 6,0 м² при висоті не менше 1,8м; для вентиляційних просіків, печей, косовиків та ін. - не менше 1,5 м² при висоті не менше 0,7м; для дільничних виробок, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт, людських хідників, не призначених для механізованого перевезення людей - не менше 4,5 м² при висоті не менше 1,8м.

З метою зменшення затрат часу на проектування гірничих виробок для основних видів кріплення і транспортних засобів розроблені типові перерізи гірничих виробок (рис. 1.1).

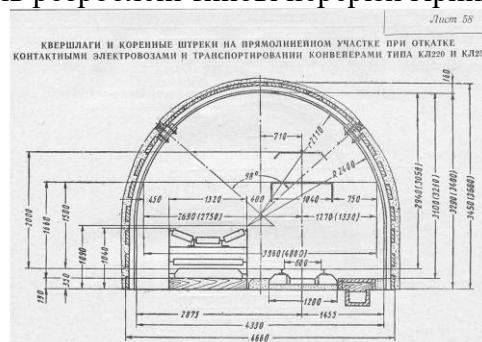


Рис. 1.1 – Приклад типових перерізів виробок

Всі перерізи гірничих виробок залежно від умов підтримки поділені на групи:

- ті, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт;
- ті, що знаходяться в зоні встановленого гірського тиску.

Для збереження необхідних зазорів впродовж усього терміну служби виробки розміри її перерізу при проведенні пластових виробок, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт, рекомендується приймати із запасом (вертикальна податливість до 50-60% потужності пласта і горизонтальна - 0,23-0,29 м на висоті 1,8 м від підлоги виробки).

У типових перерізах вказані розміри виробки, зазори для проходу людей залежно від транспортних засобів, розміщення рейкових колій і конвеєрів, водовідливних каналів і комунікацій - трубопроводів різного призначення, силового кабелю, освітлювального, телефонного, сигнального кабелів і так далі. На кресленнях типових перерізів гірничих виробок проставляють необхідні будівельні розміри. Усі вони є розрахунковими, окрім розмірів, які прийняті по габаритах рухомого складу, і необхідних зазорів, які передбачені Правилами безпеки. У дужках проставлені розміри до осадки покрівлі і зміщення боків виробки.

Для вибору необхідного типового поперечного перерізу виробки в просвіті достатньо визначити її ширину B на рівні верхньої кромки рухомого складу по формулам (рис. 1.2):

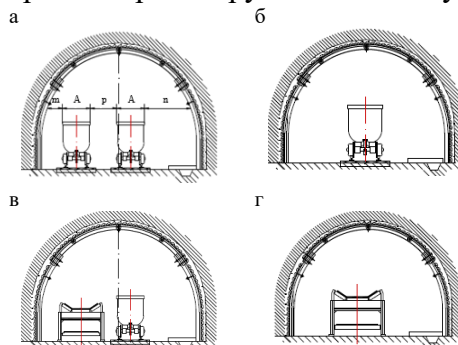


Рис. 1.2 – Розрахункові схеми до визначення мінімальної ширини виробки

а) при двох рейкових коліях:

$$B = m + kA + p + n, \text{ м} \quad (1.1)$$

де m – зазор між кріпленням і рухомим складом, м;

k – кількість рейкових колій;

A – ширина рухомого складу, м;

p – зазор між складами, м;

n – вільний прохід для людей, м.

б) при одній рейковій колії:

$$B = m + A + n, \text{ м} \quad (1.1')$$

де m – зазор між кріпленням і рухомим складом, м;

A – ширина рухомого складу, м;

n – вільний прохід для людей, м.

в) при одній рейковій колії та стрічковому конвеєрі:

$$B = m + A_1 + p + A_2 + n, \text{ м} \quad (1.1'')$$

де m – зазор між кріпленням і стрічковим конвеєром, м;

A_1 – ширина конвеєра, м;

p – зазор між конвеєром та рухомим складом, м;

A_2 – ширина рухомого складу, м;

n – вільний прохід для людей, м.

г) при стрічковому конвеєрі:

$$B = m + A + n, \text{ м} \quad (1.1''')$$

де m – зазор між кріпленням і стрічковим конвеєром, м;

A – ширина стрічкового конвеєра, м;

n – вільний прохід для людей, м.

Основні транспортні засоби стандартизовані, тому їх розміри приймають по довідниках (Додатки Б та В).

2 Вибір типу кріплення. Розрахунок кріплення на міцність

2.1 Вибір типового перерізу виробки

В даному розділі необхідно вибрати із альбому уніфікованих типових перерізів найближчий переріз виробки (при мінімальній її ширині) на висоті рухомого складу із зазначенням основних розмірів в світлі і в проходці (Додаток А).

Вибрана типова площа поперечного перерізу виробки у світлі повинна бути перевірена за швидкістю руху струменя повітря, необхідного для провітрювання. У відповідності з Правилами безпеки швидкість струменя повітря у квершлагах, головних відкатник і вентиляційних штреках,

капітальних бремсбергах і уклонах не повинна перевищувати 8 м/с, а в збірних та бортових штреках та інших виробках – 6 м/с.

Перевірку поперечного перерізу виробки за швидкістю повітряного струменя виконують за формулою:

$$V = \frac{Q}{S_{св.п.о.}} \leq V_{доп.}, \text{ м/с} \quad (2.1)$$

де V – швидкість струменя повітря при даних розмірах поперечного перерізу виробки, м/с;

Q – кількість повітря, що проходить по виробці, м³/с;

$S_{св.п.о.}$ – площа поперечного перерізу виробки в світлу після осадки, м²;

$V_{доп.}$ – допустима швидкість струменя повітря за Правилами безпеки для даної виробки, м/с.

Кількість повітря визначається за формулою:

$$Q = \frac{q \cdot Ad \cdot k_{зап}}{60}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.2)$$

де q – норма повітря на 1 т добового видобутку вугілля відповідно категорії шахти, м³/хв:

I кат. – 1,0 м³/хв.; II кат. – 1,25 м³/хв.; III кат. та надкатегорійні – 1,5 м³/хв

Ad – добове видобування, яке транспортується по виробці, т;

$k_{зап.}$ – коефіцієнт запасу повітря, 1,45-1,5.

2.2 Розрахунок аркового кріплення на міцність

Розрахунок арки на міцність виконується, починаючи з визначення припущеної висоти склепіння природної рівноваги по формулі:

$$b = \frac{l}{f}, \text{ м} \quad (2.3)$$

де l – ширина виробки, м;

f – коефіцієнт міцності порід покрівлі по шкалі проф. М.М. Протодіяконова.

Інтенсивність навантаження на арку (рис.2.1) визначається по формулі:

$$q = b \cdot L \cdot \gamma, \text{ т/м} \quad (2.4)$$

де L – відстань між арками, м;

γ – об'ємна вага порід покрівлі, т/м³.

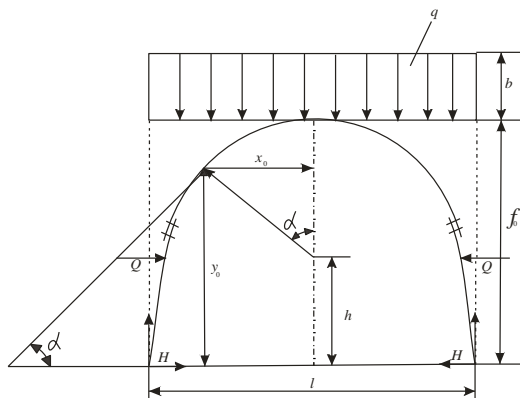


Рис. 2.1 - Схема до визначення інтенсивності навантаження на арку

Величина пружного опору бокових порід:

$$Q_y = \kappa \frac{q}{100}, \text{ т} \quad (2.5)$$

де κ – коефіцієнт пружного опору ($\kappa = (6 \div 7) S_{св.п.о.}$).

Горизонтальний розпір визначається по формулі:

$$H = \frac{q \cdot l^2}{8 f_0} - \frac{Q_y \cdot r}{f_0}, \text{ т} \quad (2.6)$$

де r – радіус осьової дуги, м;

f_0 – висота виробки, м.

Реакція опор розраховується по формулі:

$$A = B = \frac{q \cdot l}{2}, \text{ Т} \quad (2.7)$$

Координати небезпечного перерізу:

- абсциса:
$$x_0 = \sqrt{r^2 - \frac{(H + Q_y)^2}{q^2}}, \text{ м} \quad (2.8)$$

- ордината:
$$y_0 = \sqrt{r^2 - x_0^2} + h, \text{ м} \quad (2.9)$$

де h – відстань від підосви виробки до центра радіуса осьової дуги, м ($h = f_0 - r$).

Знаходимо момент опору:

$$W = M_{\max} / [\sigma_H], \text{ см}^3 \quad (2.10)$$

де $[\sigma_H]$ – допустиме напруження, для сталі марки Ст.5 $[\sigma_H] = 1600 \text{ кг/см}^2$;

M_{\max} – максимальний згинальний момент при податливому кріпленні, визначається по формулі:

$$M_{\max} = A \cdot \left(\frac{l}{2} - x_0\right) - \frac{q}{2} \left(\frac{l}{2} - x_0\right)^2 - H \cdot y_0 - Q_y \cdot (y_0 - h), \text{ Т} \cdot \text{м} \quad (2.11)$$

По визначеному моменту опору (W) та по таблиці 1 обираємо спеціальний взаємозамінний профіль з моментом опору W_I (см^3) та площею поперечного перерізу F_I (см^2).

Таблиця 2.1 - Характеристика спецпрофілів

Показники	СВП-19	СВП-22	СВП-27	СВП-33
Вага 1 м спецпрофілю, кг	19,2	21,9	27,0	33,39
Висота профілю, мм	102,0	110,0	123,0	137,0
Момент опору, см^3	61,3	74,8	100,2	133,5
Площа перерізу профілю, м^2	24,44	27,91	34,37	42,53

Вибраний взаємозамінний профіль необхідно перевірити на загальне напруження в небезпечному перерізі по формулі:

$$\sigma_0 = \frac{M_{\max}}{W_I} + \frac{N_{x.o.}}{F_I}, \text{ кг/см}^2 \quad (2.12)$$

де W_I – момент опору, см^3 ;

F_I – площа перерізу профілю, см^2 ;

$N_{x.o.}$ – сила осьового стискання, кг.

$$N_{x.o.} = A \frac{x_0}{r} + q \left(\frac{l}{2} - x_0\right) \frac{x_0}{r} - H \frac{y_0 - h}{r} - Q_y \frac{y_0 - h}{r}, \text{ Т} \quad (2.13)$$

Якщо $[\sigma_0] < [\sigma_H]$, то для кріплення виробки прийняте кріплення з відповідного спецпрофілю СВП з відстанню між арками L буде міцним.

Якщо $[\sigma_0] > [\sigma_H]$, то прийнята арка не буде міцною, необхідно зменшити відстань між арками, або вибрати більш важкий профіль.

2.3 Розрахунок анкерної кріплення

Визначаємо розрахункову несучу здатність стержня анкера за умови його міцності на розрив:

$$R_c = F \cdot R_p \cdot m, \text{ Н} \quad (2.14)$$

де F – площа поперечного перерізу стержня, м^2 :

$$F = \pi \cdot r^2, \text{ м}^2 \quad (2.15)$$

r – радіус стержня, м;

R_p – розрахунковий опір матеріалу стержня (для сталі дорівнює $270 \text{ МПа} = 270 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$);

m – коефіцієнт умов роботи анкера (приймається 0,5-1).

Визначаємо розрахункову несучу стержня анкера з умови його закріплення в бетоні (в полімері):

$$R_3 = \pi \cdot d_c \cdot \tau_1 \cdot l_3 \cdot k_l \cdot m_1, \text{ Н} \quad (2.16)$$

де d_c – діаметр стержня, м;

τ_1 – питоме зчеплення з розчином (для бетону – $\tau_1 = 11-12$ МПа; для полімеру – $\tau_1 = 11-12$ МПа = $2,0 \times 10^6$ Н/м²);

l_3 – розрахункова довжина закладення (для полімеру – довжина ампули прискореного дії 0,3 м; довжина ампули звичайного дії 0,5 м);

k_l – поправочний коефіцієнт на довжину закладення (див. табл. 2.2);

m_1 – коефіцієнт умов роботи замку (при сухій свердловині 0,8-0,9; при вологій – 0,7-0,6; при капежу 0,5).

Таблиця 2.2 – Величини поправочних коефіцієнтів

Розрахункова довжина закладення l_3	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4 та більше
k_l – для полімеру	1	0,75	0,72	0,68	0,65

Визначаємо розрахункову несучу стержня анкера з умови здвигу відносно стін шпuru:

$$R'_3 = \pi \cdot d_{ш} \cdot \tau_2 \cdot l_3 \cdot m_1, \text{ Н} \quad (2.17)$$

де $d_{ш}$ – діаметр шпuru, м;

τ_2 – питоме зчеплення розчину з породою (для бетонного розчину – з вапняками 1 МПа, з горфиритами 1,1 МПа, з гранодіоритами 1,4 МПа, з іншими породами 1 МПа; для полімерного розчину – зчеплення з вапняками 3 МПа, зі сланцями 2-2,5 МПа, зі скальними виверженими породами 3 МПа) – **в розрахунках Па треба перевести в Н/м² – наприклад 1МПа=10⁶ Н/м²**;

m_1 – коефіцієнт умов роботи замку (при сухій свердловині 0,8-0,9; при вологій – 0,7-0,6; при капежу зі шпuru – 0,5-0,6).

В якості несучої здатності анкеру R_a приймається найменше зі значень R_c , R_3 або R'_3 .

Визначаємо повну довжина анкеру за формулою:

$$l_a = b + l_{акт} + l_n, \text{ м} \quad (2.18)$$

де b – висота зони можливого обрушення в покрівлі при стійких боках прямокутної виробки, визначається за формулою професора М.М.Протодьяконова, м:

$$b = \frac{B}{2 \cdot f \cdot \eta}, \text{ м} \quad (2.19)$$

B – ширина виробки по покрівлі, м;

f – коефіцієнт міцності порід покрівлі за шкалою професора М.М.Протодьяконова;

η – коефіцієнт структурного послаблення порід (0,4-0,9);

$l_{акт}$ – довжина анкера, заглибленого в стійки породи за межею зони можливого обрушення (активна довжина, дорівнює 0,3-0,4 м);

l_n – пасивна довжина анкера (частина анкера, яка виступає в виробку, приймається 0,1-0,4 м).

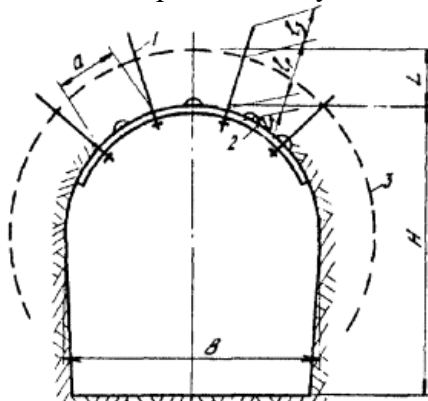


Рис. 2.2 – Основні параметри анкерного кріплення:

1 - анкер; 2 - підхват; 3 - межа зони можливого обвалення;

a - міжанкерна відстань; l_k - довжина кінцевої частини анкеру (або l_n – пасивна довжина анкера);

l_p - робоча довжина анкеру (частини анкеру, що закріплена в зоні можливого обвалення);

l_3 - довжина замкової частини (або $l_{акт}$ – довжина анкера, заглибленого в стійки породи за межею зони можливого обрушення); H - висота виробки; B - ширина виробки

Щільність розстановки анкерів визначаємо за формулою:

$$S = \frac{q_n \cdot n_n}{R_a}, \text{ шт./м}^2 \quad (2.20)$$

де q_n – нормативний тиск зі сторони покрівлі, Н/м²:

$$q_n = b \cdot \gamma \quad (2.21)$$

γ – щільність порід покрівлі, т/м³ = 10⁴ Н/м³;

n_n – коефіцієнт перенавантаження (для камер та виробок біля ствольного двору 1,5; для інших виробок – 1,2).

Визначаємо відстань між анкерами за формулою:

$$a = \sqrt{\frac{1}{S}}, \text{ м} \quad (2.22)$$

Кількість анкерів в покрівлі визначаємо за формулою:

$$n = \frac{q_n \cdot n_n \cdot B \cdot a}{R_a}, \text{ шт.} \quad (2.23)$$

Необхідна розрахункова кількість патронів повільно твердне закріплювача для закріплення однієї анкерної штанги на повну довжину визначається в залежності від розрахункового обсягу вільного простору між стінками шпуру і штангою за такою формулою:

$$n_n = \left(\frac{d_{шп}^2 - d_a^2}{d_n^2} \cdot \frac{L_{ш}}{L_{нм}} - \frac{L_{пб}}{L_{нм}} \right) \cdot K_{ш}, \text{ шт.} \quad (2.24)$$

де $d_{шп}$, d_a , d_n - відповідно номінальні діаметри шпуру, анкерної штанги і полімерних патронів;

$L_{ш}$, $L_{пб}$, $L_{нм}$ - відповідно номінальні довжини шпуру, патрона зі швидкотвердіючим складом і патрона з повільно трердіючим складом;

$k_3 = 1,3$ - коефіцієнт розбурювання шпуру. Значення коефіцієнта K_3 уточнюється за фактичним обсягом закріплювача, необхідного для закріплення анкерної штанги по всій довжині.

Необхідну силу закріплення анкера хімічним складом визначаємо за формулою:

$$R_n = \gamma \cdot a^2 (l_a + 0,5 \cdot a) \cdot k_3, \text{ кН} \quad (2.25)$$

де k_3 - коефіцієнт запасу, рекомендується приймати рівним 3.

За умовою необхідної сили закріплення анкеру $R_n \leq R_a$ остаточно приймається кількість ампул закріплювача на один шпур.

4 Розрахунок продуктивності прохідницького циклу (для комбайнового способу)

4.1 Розрахунок продуктивності прохідницького комбайна

Розрізняють теоретичну, технічну та експлуатаційну продуктивність комбайну.

Під теоретичною продуктивністю комбайну розуміється продуктивність, що відповідає безперервній роботі (зазвичай в 1 хвилину або годину) виконавчого органу по руйнуванню вугілля та порід в даних гірничо-геологічних умовах.

$$Q_{теор} = S \cdot v, \text{ м}^3 / \text{хв.} \quad (4.1)$$

де S - площа руйнування виконавчим органом перерізу, перпендикулярна до напрямку подачі, м²;

v - швидкість подачі виконавчого органу на забій в даних гірничо-геологічних умовах, м/хв.

Швидкість подачі визначається за формулою:

$$v = 0,06 \cdot n_{в.о.} \cdot H_{max} \cdot m, \text{ м/хв.} \quad (4.2)$$

де $n_{в.о.}$ - частота обертання виконавчого органу, об/хв.;

h_{max} - максимальна товщина стружки, м;

m - число різців в лінії руйнування, шт.

Технічна продуктивність комбайна – це максимально можлива продуктивність комбайна в конкретних умовах з урахуванням витрат часу на усунення несправностей, несумісні маневрові операції та заміну зношеного інструменту. Вона менша за теоретичну і її визначають з

урахуванням втрат часу, викликаних перервами в роботі і які залежать від конструкції комбайна. Технічна продуктивність визначається за формулою:

$$Q_{tex} = 60 \cdot k_{tex} \cdot Q_{теор}, \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (4.3)$$

де k_{tex} - коефіцієнт технічно можливих пошкоджень роботи комбайну, який визначається за формулою:

$$k_{tex} = \frac{1}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_{п.к.} \cdot Q_m}{L \cdot S_{np}}} \quad (4.4)$$

де k_z - коефіцієнт готовності комбайна, що враховує відносне час простоїв по усуненню несправностей; за даними хронометражних і експлуатаційних спостережень 4ПП2М, 1ПКЗР, 4ПУ, 4ППБ – 0,88; 1ГПКС – 0,91; П110, П220, КСП-21, КСП-32 – 0,94;

$T_{п.к.}$ - час простоїв за цикл, що залежать від конструкції комбайна, приймається 1ПКЗР, 4ПУ – 12 хв.; 4ПП2М, 4ППБ – 16 хв.; П110, П220, КСП-32 – 13 хв.; 1ГПКС – 11 хв.; КСП-21 – 10 хв;

L - довжина проходки за цикл (крок встановлення кріплення $L_{кр}$), м;

S_{np} - площа перерізу виробки в проходці, м^2 .

Експлуатаційна продуктивність комбайна залежить від перерахованих вище факторів, а також від додаткових простоїв з організаційно-технічних причин, не залежних від конструкції комбайну, і визначається за формулою:

$$Q_{експ} = 60 \cdot Q_{теор} \cdot k_{екс}, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (4.5)$$

де $k_{екс}$ - коефіцієнт безперервності роботи, що враховує всі види простоїв і визначається за формулою:

$$k_{екс} = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{(T_{п.к.} + T_{п.о.}) \cdot Q_{теор}}{L \cdot S}} \quad (4.6)$$

де A - коефіцієнт враховує регламентування простоїв, дорівнює 0,8;

$T_{п.о.}$ - час простоїв з організаційних технічних причин - на зведення кріплення, обмін вагонетками, приймається 35-50 хв.

4.2 Розрахунок швидкості проведення виробки

Відповідно до експлуатаційної продуктивності темпи проведення виробки за місяць визначаються за формулою:

$$L_{міс} = \frac{n_{р.д.} \cdot n_{зм.} \cdot n_{год.} \cdot Q_{експ}}{S_{np}}, \text{ м/міс.} \quad (4.7)$$

де $n_{р.д.}$ - кількість робочих днів, приймаємо 30 дн.;

$n_{зм.}$ - кількість робочих змін на добу, 3 зміни;

$n_{год.}$ - кількість годин у зміні, 6 годин.

Визначаємо добове посування забою за формулою:

$$L_{доб} = \frac{L_{міс}}{n_{р.д.}}, \text{ м} \quad (4.8)$$

Визначаємо змінне посування забою:

$$L_{зм} = \frac{L_{доб}}{n_{зм}}, \text{ м} \quad (4.9)$$

Визначаємо кількість циклів за зміну за формулою:

$$n_{ц} = \frac{L_{зм}}{L_{кр}} \quad (4.10)$$

Враховуючи кількість циклів, розраховуємо швидкість проведення виробки:

$$L_{міс.} = n_{р.д.} \cdot n_{зм.} \cdot n_{ц} \cdot L_{кр}, \text{ м} \quad (4.11)$$

4.3 Розрахунок тривалості проведення виробки

Тривалість проведення проектованої виробки T_B орієнтовно можна встановити за формулою:

$$T_B = t_{\text{підг}} + t_{\text{пров}} + t_{\text{зав}}, \text{міс.} \quad (4.12)$$

де $t_{\text{підг}}$ - тривалість підготовчого періоду, приймається 1-2 міс. ;

$t_{\text{пров}}$ - тривалість проведення виробки на повну довжину L (м) зі встановленою швидкістю $L_{\text{міс}}$ (м/міс):

$$t_{\text{пров}} = L / L_{\text{міс}}, \text{міс.} \quad (4.13)$$

$t_{\text{зав}}$ - тривалість періоду підготовки виробки до здачі в експлуатацію, міс; приймається 0,5 міс.

4.1 Розрахунок параметрів БПР (для БПР)

4.1 Вибір методу підричних робіт

Залежно від форми і величини заряду вибухової речовини, а також способу розміщення його відносно руйнується масиву розрізняють наступні методи вибухових робіт:

- ⇒ метод свердловинних зарядів;
- ⇒ метод шпурових зарядів;
- ⇒ метод котлових зарядів;
- ⇒ метод камерних зарядів;
- ⇒ метод зовнішніх (накладних) зарядів;
- ⇒ метод контурного підричання.

Практично єдиним методом вибухових робіт у вугільних шахтах є шпуровий.

4.2 Вибір способу підричання зарядів

Збудження детонації в зарядах ВР, яке здійснюється надійним і раціональним способом, є однією з головних умов ефективного розвитку технології підричних робіт. У світовій практиці використовуються різні способи підричання зарядів, які можна розділити на три групи: електричні, неелектричні та комбіновані.

4.3 Підбір засобів ініціювання зарядів ВР, їх типу, марки

Засоби, за допомогою яких передається початковий імпульс заряду ВР, називають засобами ініціювання. В залежності від застосовуваних засобів ініціювання розрізняють вогневий, електровогневий, електричний способи ініціювання і ініціювання за допомогою детонуючого шнура.

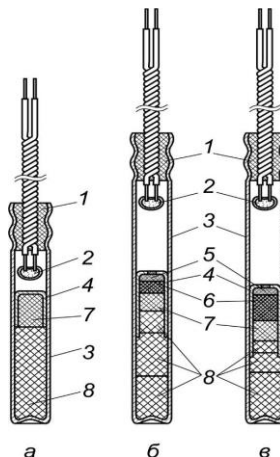


Рис. 4.1 - Електродетонатори миттєвої – ЕД (а), короткоуповільненої – ЕДКУ (б) та уповільненої ЕДУД (в) дії: 1 – пробка; 2 – запальна головка (місток розжарювання); 3 – корпус (гільза); 4 – втулка (чашечка); 5 – запальовальна суміш; 6 – уповільнююча суміш; 7 – первинний заряд ВР; 8 – вторинний заряд ВР

Для проведення підричних робіт у вугільних і сланцевих шахтах, небезпечних за вибухом газу або пилу, з 1990 р. випускаються запобіжні потужні ЕД уповільненої дії зниженої чутливості до дії зарядів статичної електрики і блукаючих струмів типу ЕДКУ-ПК і нормальної чутливості до дії зарядів статичної електрики і блукаючих струмів типу ЕДКУ-ПКМ. Для шахт, небезпечних за вибухом газу або пилу, випускаються також незапобіжні ЕД з уповільненням типу ЕД-З-Н, які мають 23 серії уповільнення.

4.4 Вибір типу ВР

Вибухові речовини, що призначені для вибухових робіт в господарстві, називають промисловими.

За умовами застосування промислові ВР поділяють на незапобіжні, що застосовуються для підривання на відкритих роботах і в підземних гірничих роботах в шахтах, безпечних за вибухом газу чи пилу (І-ІІ класи); запобіжні, що застосовуються на підземних гірничих роботах в шахтах, небезпечних за вибухом газу чи пилу (ІІІ-ІІІ класи).

В свою чергу упаковки ВР повинні мати розпізнавальні знаки у вигляді кольору оболонок (патрони ВР) чи діагональних смуг (ящики, пакети): ВР, які допущені до застосування тільки на відкритих роботах (І клас), - білий колір; ВР, допущені до застосування на відкритих роботах і в шахтах, безпечних за газом чи пилом (ІІ клас), - червоний колір; ВР, допущені для підривання в шахтах в породних вибоях, небезпечних за метаном (ІІІ клас), - синій колір; ВР, допущені до застосування в шахтах, небезпечних за газом чи пилом, для підривання по вугіллю і породі (ІІІІ-ІІІІІ класи), - жовтий колір.

Запобіжні ВР мають знижену здатність запалювати вибухові метаноповітряні і пилоповітряні суміші. З цієї метою в склад запобіжних ВР вводять полум'я-гасники (хлористі солі натрію чи калію), які, поглинаючи частину теплоти вибуху, знижують температуру і, діючи як від'ємні каталізатори, переривають реакцію взаємодії метану з киснем. З підвищенням вмісту полум'ягасників зменшується ймовірність вибуху метану, але разом з цим знижується їх працездатність і чутливість до детонації, що може призвести до неповних вибухів і вигорянню зарядів.

Враховуючи гірничо-геологічні умови, в яких проводиться виробка, а саме: коефіцієнт міцності порід, їх обводнення, наявність метану та вугільного пилу, визначається вибухова речовина, характеристики якої заносять до таблиці 4.1 (див. Додаток Г).

Таблиця 4.1- Характеристики промислових вибухових речовин (ВР)

ВР	Клас ВР	Бризантність ВР, мм	Працездатність, см ³	Швидкість детонації, км/с	Критичний діаметр, мм	Передача детонації, см	Об'єм газів вибуху, дм ³ /кг	Теплота вибуху, ккал/кг	Температура вибуху, С°	Щільність патронування, г/см ³	Діаметр патронів, мм	Маса патрона, г	Гарантійний термін придатності, міс

4.5 Розрахунок параметрів буропідричних робіт

4.5.1 Визначення довжини заходки

Довжину заходки можна встановити за організаційними чинниками, виходячи з нормативної (заданої) швидкості L , м/міс, проведення гірничої виробки за формулою:

$$l_{\text{зах.}} = \frac{L}{n_{p.d.} \cdot n_{\text{цикл}}}, \text{ м} \quad (4.1)$$

де L – темпи проведення виробки, м/міс.;

$n_{p.d.}$ – кількість робочих днів за місяць, приймається 30 діб;

$n_{\text{цикл}}$ – кількість циклів за добу.

4.5.2 Визначення середньої глибини шпурів

Глибина шпурів є одним з основних організаційно-технологічних параметрів, що визначають загальний об'єм робіт і швидкість проведення гірничої виробки. Визначають по формулі:

$$l_{ш} = \frac{l_{зax}}{\eta}, \text{ м} \quad (4.2)$$

де η - коефіцієнт використання шпуру (КВШ=0,8-0,9).

4.5.3 Визначення питомих витрат ВР

Питома витрата ВР, тобто кількість ВР, необхідної для дроблення 1 м^3 породи і викиду її за межі воронки вибуху, можна підрахувати по формулі Н.М. Покровського:

$$q = q_1 \cdot k_3 \cdot F \cdot e, \text{ кг/м}^3 \quad (4.3)$$

де q_1 – питомі витрати ВР, які залежать від властивостей породи:

$$q_1 = 0,1 \cdot f \quad (4.4)$$

f - коефіцієнт міцності породи за шкалою професора М.М.Протождяконова;

$$q_1 = 0,1 \cdot 0,9 = 0,09$$

F – коефіцієнт, що враховує текстуру породи (при в'язких пружних породах $F = 2$; із дрібною тріщинуватістю $F = 1,4$; зі сланцевим заляганням із нашаруванням, перпендикулярним напрямку шпуру $F = 1,3$) при розрахунках приймають: $F = 1,3 \dots 1,5$ – для порід покрівлі та підшви; і $F = 1,0 \dots 1,3$ для вугілля;

k_3 – коефіцієнт затиску порід, яка залежить від площі поперечного перерізу виробки (при двох оголених площинах $v=1,2-1,5$); при одній відкритій поверхні коефіцієнт затиску порід :

$$k_3 = \frac{6,5}{\sqrt{S_{прох}}} \quad (4.5)$$

e – коефіцієнт, що враховує працездатність ВР:

$$e = \frac{380}{P_x} \quad (4.6)$$

де 380 см^3 працездатність 62%-го динаміту, який прийнятий Н.М.Покровським в якості еталонної ВР;

P_x – працездатність прийнятої ВР, залежить від міцності порід, см^3 .

4.5.4 Визначення розрахункових витрат ВР на заходку

Попередньо витрату ВР (кількість ВР) на одну заходку визначають за формулою:

$$Q = \frac{q \cdot l_3 \cdot S_{np}}{\eta}, \text{ кг} \quad (4.7)$$

де q - питома витрата ВР, кг/м^3 ;

l_3 - довжина заходки, м;

S_{np} - площа поперечного перерізу вибою в проходці, м^2 ;

η - КВШ.

4.5.5 Визначення кількості шпурів на вибій виробки

Число шпурів в забої, залежить від міцності порід, площі перерізу виробки в проходці і місткості шпурів, може бути визначене по формулі:

$$N = \frac{1,27 \cdot q \cdot S_{np}}{\Delta_n \cdot d_n^2 \cdot \kappa_{зан}}, \text{ шт.} \quad (4.8)$$

де q - питома витрата ВР, кг/м³;

S_{np} - площа поперечного перерізу вибою в проходці, м²;

$\kappa_{зан}$ - коефіцієнт заповнення шпурів ВР;

Δ_n - щільність патронування прийнятої ВР, кг/м³;

d_n - діаметр патрона ВР, м;

При розрахунках значення $\kappa_{зан}$ приймають: для вугілля 0,3; 0,4 для порід з $f < 5$; 0,45 для порід з $f = 5 \dots 8$; 0,5...0,6 для порід з $f > 8$.

4.5.6 Вибір типу врубу й схеми розміщення шпурів

При одній поверхні оголення для підвищення КВШ необхідно штучно створити додаткове оголення, яке називають врубом. Підривний вруб – порожнина, створена у вибої виробки вибухом врубових шпурів, що утворює додаткові вільні поверхні. Врубними називають комплект шпурів, розташованих за визначеною схемою, заряди яких, підриваючись першими, утворюють врубову порожнину.

Практикою напрацьовано багато схем розташування врубових шпурів, які можна поділити на три групи: похилі вруби – зі шпурами, нахиленими до поверхні вибою, прямі вруби – зі шпурами, паралельними один одному і перпендикулярними до поверхні вибою, і комбіновані вруби – зі шпурами, як нахиленими, так і перпендикулярними до поверхні вибою.

Тип врубу і кількість врубових шпурів залежить від міцності і структури породи, площі поперечного перерізу виробки, глибини заходки і ін.

Основна вимога до врубових шпурів – розташовувати їх перпендикулярно до шаруватості. В противному випадку ефект вибуху знижується з-за витоку газів по тріщинах.

Вруби з нахиленими шпурами поділяють на односторонні – верхній, нижній, боковий, віяловий і двохсторонні – клиновий (горизонтальний чи вертикальний), (ножиці), пірамідальний і ін.

Верхній вруб (рис. 4.2,а) утворюють шпурами, нахиленими до покрівлі виробки. Його застосовують в польових штреках площею поперечного перерізу більше 4 м² в шаруватих і тріщинуватих породах з заляганням шарів і тріщин від вибою. Кут нахилу шпурів до поверхні вибою 60-70°, довжина 2-2,3 м, глибина заходки 1,8-2 м.

Нижній вруб утворюють шпурами, нахиленими до підосви виробки. Його застосовують в породах з заляганням шарів і тріщин на вибій. Основні параметри врубу аналогічні верхньому врубу.

Боковий вруб (рис. 4.2,б) утворюють шпурами, що направлені до одного з боків виробки при явно вираженій вертикальній шаруватості.

Горизонтальний клиновий вруб (рис. 4.2,в) складається з 4-10 шпурів, утворених двома рядами і пробурених під кутом 65-75° до поверхні вибою. Довжина шпурів 1,8-2,6 м, глибина заходки 1,5-2,2 м. Його застосовують при проведенні підготовчих виробок площею поперечного перерізу не менше 6 м² в породах однорідної будови при горизонтальних тріщинах і шарах.

Вертикальний клиновий вруб за конструкцією і основними параметрами аналогічний горизонтальному клиновому врубу, але застосовують його в породах при вертикальних тріщинах і шарах. Для забезпечення посування вибою за вибух більше 2 м на практиці застосовують подвійні і потрійні клинові вруби.

Шпури верхнього, нижнього, бокового і клинового врубів підривають одночасно з застосуванням електродетонаторів ЕДКЗ-ОП (запобіжні) або ЕД-8Ж (незапобіжні).

Віяловий вруб (рис. 4.2,г) утворюють шпурами, що розходяться, розташованими в одній площині. Довжина коротких шпурів 1-1,5 м, решту – 2-2,3 м. Глибина заходки 1,8-2 м. Його застосовують при проведенні виробок змішаним вибоєм або по вугіллю, м'якому прошарку породи. Підривають заряди в шпурах послідовно з застосуванням запобіжних електродетонаторів ЕДКЗ-ПМ, ЕДКЗ-П.

Призматичний вруб (рис. 4.2,д) складається з 3-6 паралельних шпурів, пробурених перпендикулярно до вибою і розташованих в центрі виробки. Контур їх утворює призму трьох-, чотирьохгранну і т.д. Відстань між шпурами 0,3-0,6 м, їх довжина 2,5-4 м. Його застосовують у виробках будь-якої площі поперечного перерізу по породах середньої міцності і міцних.

Вруб „ножиці” (рис. 4.2,е) утворюють двома зустрічними шпурами, розташованими в різних паралельних площинах. Його застосовують у вугільних вибоях.

Пірамідальний вруб складається з 4-6 шпурів, що утворюють піраміду в центральній частині вибою. Кут нахилу врубових шпурів до поверхні вибою $65-75^{\circ}$, довжина 1,8-2,6 м. Глибина заходки 1,5-2 м. Його застосовують в будь-яких породах, але найбільш доцільно використовувати в міцних і дуже міцних породах при проведенні горизонтальних виробок і в виробках по підняттю площею поперечного перерізу до 4 м^2 .

До недоліків похилих врубів відносять складність буріння шпурів під заданим кутом нахилу, обмежену глибину врубових шпурів у виробках невеликої площі поперечного перерізу, низький коефіцієнт використання шпурів (0,7-0,8), бокове розкидання породи при вибуху, можливість пошкодження кріплення, складність автоматизації процесу буріння внаслідок непаралельності врубових шпурів.

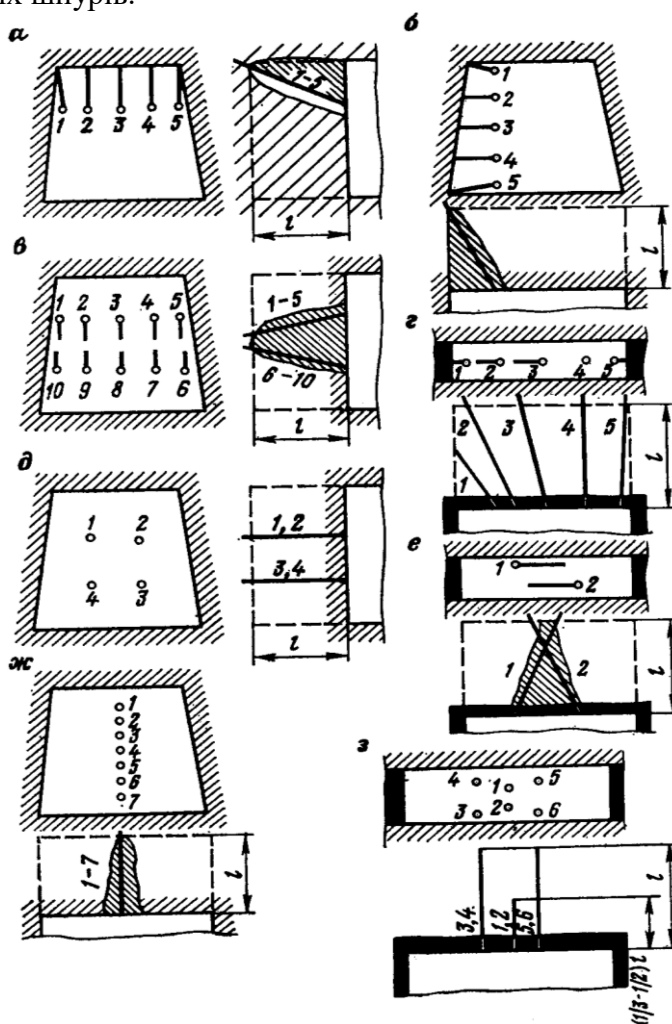


Рис. 4.2 – Схеми розташування врубів у вибоях з одним оголенням

Із застосуванням прямих врубів ліквідується багато недоліків похилих врубів. При цьому практично можна бурити шпури на будь-яку глибину. До прямих врубів відносять: призматичний, щілинний, прямий крокуючий, спіральні-крокуючий, ступеневий тощо.

Щілинний вруб (рис. 4.2,ж) утворюють 6-8 шпурами, розташованими вертикально, причому заряджають їх через один. Шпури довжиною 2,5-4 м бурять на відстані 0,1-0,2 м один від одного і підривають одночасно. Його застосовують при проведенні виробок будь-якої площі поперечного перерізу по породах середньої міцності і міцних.

Прямий крокуючий вруб (рис. 4.2,з) утворюють одним-двома короткими і двома-чотирма довгими шпурами. Відстань між зарядами врубових шпурів повинна бути не меншою за 0,6 м.

Спірально-крокуючий вруб складається з чотирьох-восьми шпурів різної довжини (довжина найкоротшого шпуру складає 1/2-1/3 довгих шпурів), розташованих по спіралі в площині вибою. Заряди в них підривають за один прийом послідовно, починаючи від центру. Кількість і довжину шпурів, величину зарядів і відстань між ними приймають в залежності від міцності породи, площі перерізу виробки, типу ВР. Відстань між шпурами по спіралі збільшують від 200 до 400 мм. Спірально-крокуючий вруб застосовують в породах різної міцності. Посування вибою за одне підривання складає 1,8-2,5 м при КВШ 0,9-0,95.

Ступеневі вруби представляють систему коротких і довгих паралельних шпурів. Заряди в довгих шпурах підривають одночасно з зарядами в коротких шпурах або зі сповільненням на одну ступінь електродетонаторами короткоуповільненої дії.

Подвійний ступеневий вруб представляє собою комплект шпурів (6-15), пробурених перпендикулярно до площини вибою і розташованих трьома-п'ятьма горизонтальними паралельними рядами. В кожному ряді від одного до шести шпурів.

Подвійні ступеневі вруби мають такі переваги перед існуючими врубами: проста схема розташування шпурів у вибої; можливість буріння шпурів глибиною до 4 м у виробках будь-якої площі поперечного перерізу в породах з $f=3-10$; рівномірне розподілення ВР в об'ємі врубу, що підвищує його ефективність, направлений викид породи в сторону підосви, що виключає пошкодження кріплення; високий КВШ (0,96-0,98).

Комбіновані вруби представляють собою поєднання двох врубів, наприклад, вертикального клинового і щільного чи вертикального клинового і призматичного. При цьому призматичний вруб розташовують всередині клинового, що забезпечує КВШ до 0,95. Комбіновані вруби застосовують при подовжених заходках в міцних і середньої міцності породах, коли ні один з типів врубів не дає бажаних результатів.

Тип врубу вибирають відповідно до міцності породи, її текстури, розмірів і конфігурації вибою й величини заходки.

Якщо шахта небезпечна по вибуху газу або вугільного пилу, то відстані між сусідніми шпурами, відкритими поверхнями і шпурами повинні бути не менше, ніж вказано в ЄПБ при ВР.

Після вибору схеми розташування шпурів остаточно уточнюється їх довжина і кут нахилу. Довжина шпурів з урахуванням їх закладання складе:

$$l'_{ш} = \frac{l_{ш}}{\sin \alpha}, \text{ м} \quad (4.9)$$

4.5.7 Визначення середньої маси шпурового заряду

Середню масу заряду в шпурі визначають за формулою:

$$q_{ш} = \frac{Q_{розр}}{N}, \text{ кг} \quad (4.10)$$

де $Q_{розр}$ – розрахункові витрати ВР на вибій виробки;

N – кількість шпурів на вибій виробки.

4.5.8 Визначення орієнтовної маси заряду по всім видам шпурів

Коефіцієнт заповнення врубових шпурів приймають на 20-25% більше, а коефіцієнт заповнення оконтурювальних шпурів – на 15-20% нижче, ніж відбійних шпурів. Таким чином, в порівнянні з величиною $q_{ш}$, заряд врубових шпурів збільшують на 20-25%, а заряд оконтурювальних шпурів зменшують на 15-20%. Крім того, масу заряду в шпурі коригують по цілому числу патронів в шпурі

- для врубових: $q_{вр} = 1,2q_{ш}$
- для відбійних: $q_{відб} = q_{ш}$
- для оконтурювальних: $q_{ок} = 0,9q_{ш}$

4.5.9 Визначення кількості патронів ВР у шпурі

Кількість патронів ВР в шпурі визначається по формулі:

$$n_n = \frac{q_i}{q_n} \quad (4.11)$$

де q_i - орієнтовна маса заряду певного виду шпурів, кг;

q_n - маса одного патрона ВР; кг.

Зазвичай для шахт, небезпечних по газу і пилу, патрони запобіжних ВР випускають масою по 0,2 і 0,3 кг, завдовжки відповідно по 180 і 250 мм, діаметром 36 мм. Досить часто при діленні розрахункової маси шпурового заряду на масу патрона виходить не ціла кількість патронів ВР в шпурі. У зв'язку з тим, що різати патрони ВР при заряджанні шпурів не дозволяється, необхідно округлювати отримане значення до цілої кількості, а потім уточнювати масу шпурового заряду.

4.5.10 Визначення ваги шпурового заряду з умови цілого числа патронів ВР в шпурі

Скорегована маса заряду (фактична витрата ВР) на одну заходку складає:

$$Q = q_{II} (N_{вр} \cdot n_{вр} + N_{відб} \cdot n_{відб} + N_{ок} \cdot n_{ок}), \quad (4.12)$$

де $N_{ок}$, $N_{вр}$, $N_{відб}$ - кількість врубових, відбійних та оконтурювальних шпурів;

$n_{вр}$, $n_{відб}$, $n_{ок}$ - маса патронів прийнятої ВР.

4.5.11 Визначення довжини забійки

Відповідно до «Єдиних правил безпеки при вибухових роботах» довжина забиття має бути не менше половини довжини шпуру при його глибині від 0,6 м до 1,0 м; при глибині шпуру більше 1,0 м – довжина забиття має бути не менше 0,5 м. Якщо ця умова не витримується, то потрібно збільшити довжину шпурів, залишивши незмінним заряд в шпурах, або збільшити кількість шпурів і розподілити ВВ на усі шпури.

Перевірку довжини забиття шпурів виконують по формулі:

$$l_{заб} = l'_{ш} - l_n \cdot n_n \quad (4.13)$$

де $l'_{ш}$ - довжина шпуру з урахуванням його закладення (розраховується по кожному виду шпурів);

l_n - довжина одного патрона ВР, м;

n_n - число патронів ВР в аналогічних шпурах.

4.5.12 Визначення витрати забійки на вибух

Об'єм забійки можна визначити за формулою:

$$V_{заб} = \frac{\pi d_{шн}^2}{4} \sum N_{шн.ш} l_{заб.ш}, \text{ м}^3 \quad (4.14)$$

де $d_{шн}^2$ - діаметр шпуру під патрон, м;

$\gamma_{заб}$ - об'ємна вага глинисто-піщаної суміші.

Вага забійки визначається за формулою:

$$G_{заб.} = V_{заб} \cdot \gamma_{заб}, \text{ кг} \quad (4.15)$$

4.6 Визначення витрат засобів ініціювання

Загальна кількість електродетонаторів на підривання повинна відповідати загальній кількості зарядів у вибої ($N_{ЕД} = N$ або $N_{ЕД} = N + N_{зан}$). Визначають необхідну кількість серій уповільнення та черговість вибуху – врубові, відбійні та оконтурювальні.

4.7 Вибір схеми з'єднання електродетонаторів, типу проводів, контрольно-вимірювальних приладів та джерела струму

Після заряджання шпурів монтують електропідливну ланцюг. З'єднання електродетонаторів може бути послідовне, паралельне і змішане. При підживанні ЕД у вугільних і сланцевих шахтах прийнята єдина схема – послідовне з'єднання електродетонаторів.

Переваги схеми послідовного з'єднання:

- через усі ЕД проходить електричний струм однакового розміру;
- для вибуху необхідне джерело струму мінімальної потужності;
- менша довжина проводів, простота монтажу, легкий контроль за справністю електропідливної мережі;
- простота розрахунків електропідливної мережі.

Недоліки схеми послідовного з'єднання:

- небезпека масової відмови в разі потрапляння в електропідливну мережу дефектного ЕД;
- неможливість одночасного підживання великої кількості електродетонаторів.

Технічна характеристика вибухової машинки наведена у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Технічна характеристика вибухової машинки

Тип машинки	Виконання	Напруга на конденсаторі-накопичувачі, В	Ємність конденсатора-накопичувача	Максимальний опір послідовної вибухової мережі при застосуванні ЕД типу ЕД-8Ж, Ом	Число послідовно з'єднаних ЕД-8Е, ЕД-8Ж та ін.	Тривалість підключення конденсатора до мережі, мс	Первинне джерело струму	Основні розміри машинки, мм	Маса машинки, кг

4.8 Розрахунок електропідливної мережі

Розрахунок електропідливних мереж зводиться до визначення сили струму, що надходить в кожен електродетонатор, який не повинен бути менше гарантійного.

Опір сполучних проводів:

$$r_c = \rho_g^1 \cdot l_g, \text{ Ом} \quad (4.16)$$

де ρ_g^1 - опір 1 м привоуду, Ом;

l_g - довжина привоуду, м.

Опір магістральних привоудів:

$$R_m = \rho_m^1 \cdot l_m, \text{ Ом} \quad (4.17)$$

Загальний опір електропідливної мережі при послідовному з'єднанні електродетонаторів визначається за формулою:

$$R_0 = rN_{ED} + 2 \cdot r_c + 2 \cdot R_m, \text{ Ом} \quad (4.18)$$

де r – опір електродетонатора, $r=3$ Ом;

N_{ED} – кількість електродетонаторів у мережі, шт.;

r_c і R_m – опір сполучних і магістральних проводів, Ом.

Визначаємо силу струму в ланцюзі за формулою:

$$I = U / R_0, \text{ А} \quad (4.19)$$

де $U_{сети} = 660$ В - напруга в мережі.

4.9 Визначення кількості ВР, ЕД, шпурометрів та забивочного матеріалу на 1 погонний метр виробки

- Витрати ВР на 1 м^3 породи:

$$Q_{1\text{ м}^3 \text{ пор.}} = \frac{Q_{ф.пор.}}{S_{пор.} \cdot l_{зах.}} \quad (4.20)$$

- Витрати ВР на 1м виробки:

$$Q_{1м} = \frac{Q_{\phi}}{l_{зах.}} \quad (4.21)$$

- Витрати ЕД на 1м³ породи:

$$N_{ЕД}^{1м^3} = \frac{N_{ЕД}}{V_{зах.}}, \text{ ед/м}^3 \quad (4.22)$$

де $N_{ЕД}$, шт. - фактична кількість електродетонаторів на вибух;

$V_{зах}$ – об'єм породи, що руйнується за одне підривання.

- Витрати ЕД на 1м виробки:

$$N_{ед}^{1м} = \frac{N_{ЕД}}{l_{зах.}} \quad (4.23)$$

- Витрати шпурометрів на вибух:

$$\text{Ш}_{\text{виб.}} = N_{\text{вр.}} \cdot l_{\text{вр.}} + N_{\text{відб.}} \cdot l_{\text{відб.}} + N_{\text{ок.}} \cdot l_{\text{ок.}} \text{ шпм}$$

де N_i та l_i – відповідна кількість та глибина шпурів різних типів/

- Витрати шпурометрів на 1м³ породи:

$$\text{Ш}_{1м^3} = \frac{\text{Ш}_{\text{виб.}}}{V_{зах.}} \quad (4.24)$$

- Витрати шпурометрів на 1п.м. виробки:

$$\text{Ш}_{1м} = \frac{\text{Ш}_{\text{виб.}}}{l_{зах.}} \quad (4.25)$$

- Кількість шпурометрів, заповнених забійним матеріалом:

$$L_{заб} = l_{заб}^{ок} \cdot N^{ок} + l_{заб}^{відб} \cdot N^{відб} + l_{заб}^{вр} \cdot N^{вр} \quad (4.26)$$

- Витрати забійного матеріалу на 1м³ породи:

$$G_{н.м.} = \frac{G_{зах.}}{V_{зах.}} \quad (4.27)$$

- Витрати забійного матеріалу на 1 п.м. виробки:

$$G_{н.м.} = \frac{G_{зах.}}{l_{зах.}} \quad (4.28)$$

Показники паспорту БПР та відомості про шпури та заряди наведені на аркуші графічної частини. Там же надані елементи технології проведення виробки, розташування обладнання у вибої при проходці, схема провітрювання забою.

5 Вибір способу провітрювання виробки

5.1 Розрахунок кількості повітря для провітрювання тупикової виробки

Провітрювання тупикових частин підготовчих виробок проводиться за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання (ВМП).

При організації вентиляції за допомогою ВМП, частина повітряного потоку прямує по вентиляційному трубопроводу в тупикову частину підготовчої виробки. При цьому провітрювання тупикових частин підготовчих виробок може здійснюватися нагнітальним, всмоктуючим або комбінованим способами.

Для провітрювання підготовчих виробок застосовують вентилятори типу ВМ (осьові) і ВМЦ (відцентрові).

При нагнітальному способі провітрювання використовують гнучкі вентиляційні труби зі спеціальних негорючих тканин. Діаметр таких труб 400, 600, 800 і 1000 мм, довжина відрізків 10, 15 і 20м. При всмоктуючому і комбінованому способах провітрюванні труби - металеві.

Кількість повітря, необхідна для провітрювання підготовчої виробки при її проведенні, розраховується за виділенням метану (вуглекислого газу), за витратою ВР, за найбільшої кількості

людей присутніх в вибої та перевіряється за допустимою швидкістю руху повітря з урахуванням температурного та пилового факторів.

Розрахунок витрати повітря для провітрювання всієї тупикової виробки за газовим фактором проводиться за формулою:

$$Q_{3П} = \frac{100 \cdot I_{3П}}{C - C_0}, \text{ м}^3/\text{хв} \quad (5.1)$$

де $I_{3П}$ - метановиділення у тупиковій виробці, $\text{м}^3/\text{хв}$;

C - допустима по ПБ концентрація метану у вихідному струмені, що дорівнює 1%;

C_0 - концентрація метану в надходить струмені, приймається 0% (або 0,05%).

Розрахунок витрати повітря за максимальної кількості людей присутніх в вибої:

$$Q_{3П} \cdot T = n \cdot b \quad (5.2)$$

де n - найбільша кількість людей, що одночасно знаходяться в привибійному просторі тупикової виробки, приймається 10-15 чол.

Розрахунок витрати повітря за мінімальною швидкістю повітря у виробці:

$$Q_{3П} V = 60 \cdot V_{\min} \cdot S_{св} \quad (5.3)$$

де V_{\min} - мінімально допустима згідно ПБ швидкість повітря в тупиковій виробці, 0,25 м/с

$S_{св}$ - площа перерізу виробки у світлу після осадки, м^2 .

Розрахунок витрати повітря для провітрювання тупикової виробки за газами, що утворюються при вибухових роботах:

$$Q_{3П} = \frac{2,25}{T} \sqrt[3]{\frac{V_{ВВ} S_{св}^2 l_{np}^2 k_{обв}}{k_{вит.тр}^2}}, \text{ м}^3/\text{хв}. \quad (5.4)$$

де T - час провітрювання виробки після підривання згідно ПБ, (30 хв.);

$V_{ВВ}$ - обсяг шкідливих газів, що утворюються після підривання (при сумісній виїмці вугілля та породи; при роздільній виїмці - розрахунок вести для того прийому підривання, при якому вибухає найбільша кількість ВР):

$$V_{ВВ} = 40 \cdot Q_{ф.пор.} + 100 \cdot Q_{ф.вуг.} \quad (5.5)$$

де $Q_{ф.пор.}$, кг и $Q_{ф.вуг.}$, кг - кількість ВР, що підривається по породі та вугіллю;

40 л та 100 л - газовість ВР при підриванні по породі та вугіллю;

$S_{св}$ - площа перерізу виробки, м^2 ;

l_{np} - довжина тупикової частини виробки, на якій здійснюється розрідження продуктів підривання до безпечної концентрації (для горизонтальних та похилих тупикових виробок при довжині виробки до 500 м l_{np} приймається рівною довжині виробки. При довжині виробки, яка дорівнює або більше 500 м, l_{np} приймається рівною критичної довжині $l_{кр} = 500$ м);

$k_{обв}$ - коефіцієнт обводнення виробки (при сухому забої - 0,8; при вологому забої - 0,6; при обводненому забої - 0,3);

$k_{вит.тр}$ - коефіцієнт витоку повітря в трубопроводі, визначається згідно з таблиці 5.4 «Руководства по проектированию вентиляции шахт».

5.2 Вибір вентилятора місцевого провітрювання

Для вибору вентилятора місцевого провітрювання необхідно визначити розрахунковий режим його роботи: подачу $Q_в$ ($\text{м}^3/\text{с}$) та депресію $H_в$ (даПа). Вибір ВМП виконується за найбільшим значенням необхідної кількості повітря $Q_{3П}$.

Подача вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід, визначається за формулою:

$$Q_в = Q_{3П} \cdot k_{вит.тр}, \text{ м}^3/\text{хв} \quad (5.6)$$

де $k_{вит.тр}$ - коефіцієнт витоків трубопроводу.

Витрата повітря в місці встановлення ВМП повинна відповідати таким вимогам:

$$Q_{вс} \geq 1,43 Q_в \cdot k_p \quad (5.7)$$

де k_p - коефіцієнт, що дорівнює 1,0 для ВМП з нерегульованої подачею і 1,1 - з регульованою.

Тиск вентилятора, що працює на гнучкий вентиляційний або гнучкий комбінований трубопровід (депресія трубопроводу), визначається за формулою:

$$H_e = Q_e^2 \cdot R_{mp} \left(\frac{0,59}{k_{вент.мп.}} + 0,41 \right)^2, \text{ даПа} \quad (5.8)$$

де R_{mp} – аеродинамічний опір вентиляційного трубопроводу, визначається за формулою:

$$R_{mp} = r_{mp}(l + 20 \cdot n_1 \cdot d + 10 \cdot n_2 \cdot d), \text{ кМ} \quad (5.9)$$

де r_{mp} – питомий аеродинамічний опір вентиляційного трубопроводу (визначається за таблицею 5.1)

l_{mp} – довжина трубопроводу, м;

d_{mp} – діаметр трубопроводу, м;

n_1 и n_2 – число поворотів трубопроводу на 90° и 45° відповідно.

Таблиця 5.1 – Значення питомого аеродинамічного опору вентиляційного трубопроводу залежно від його діаметру

Показник	Значення						
Діаметр трубопроводу, $d_{mp}, \text{ м}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
Питомий аеродинамічний опір, $r_{mp}, \text{ кМ/м}$	7,86	1,33	0,304	0,177	0,071	0,0161	0,0053

Розрахунок необхідно проводити для проміжних значень довжини 300, 600, 900, 1200 м і максимальної довжини виробки.

6 Транспортування гірської маси. Розрахунок кількості вагонеток

Для вантаження вугілля і породи необхідно підрахувати кількість вагонеток по формулі:

$$N_{\text{пор(вуг)}} = \frac{V_{\text{пор(вуг)}} \cdot k_p}{V_B \cdot k_n}, \text{ шт.} \quad \text{або} \quad N_{\text{пор(вуг)}} = \frac{S_{\text{пор(вуг)}} \cdot l_{\text{ц}} \cdot k_p}{V_B \cdot k_n}, \text{ шт.} \quad (6.1)$$

де S - площа забою (S породного забою або S вугільного забою – при роздільній виїмці кількість вагонеток розраховується окремо для породи та вугілля; при сумісній виїмці вугілля та породи або при проведенні виробки по однорідним породам приймається площа забою в проходці $S = S_{\text{прох.}}$);

k_p - коефіцієнт розпушування породи (вугілля);

$l_{\text{ц}}$ - посування виробки за цикл (дорівнюється кроку встановлення кріплення);

V_B - об'єм вагонетки;

k_n - коефіцієнт наповнення вагонеток, приймається 0,9.

При окремому виїманні породи та вугілля площа вугільного забою визначається за формулою:

$$S_{\text{вуг.}} = \frac{m \cdot B}{\cos \alpha}, \text{ м}^2 \quad (6.2)$$

де B - ширина виробки у проходці, м.

m - потужність пласта, м.

α – кут падіння пласта у поперечному перерізі забою виробки.

Площу породного забою можна визначити за формулою:

$$S_{\text{пор.}} = S_{\text{прох.}} - S_{\text{вуг.}}, \text{ м}^2 \quad (6.3)$$

Додаток А
Параметри кріплення КШПУ

Таблиця А.1 – Основні параметри кріплення КШПУ

Тип	Висота	Ширина по підшві	Ширина на висоті 2 м	Площа перерізу в проходці $S_{\text{прох.}}, \text{ м}^2$	Площа перерізу у світлу $S_{\text{св.}}, \text{ м}^2$	Площа перерізу у світлу після осадки $S_{\text{св.п.о.}}, \text{ м}^2$
КШПУ-9,5	2990	3873	3037	10,8	9,3	8,6
КШПУ-10,5	3313	4028	3288	12,0	10,5	9,7
КШПУ-11,1	3050	4462	3540	12,7	11,0	10,0
КШПУ-11,7	3403	4304	3552	13,1	11,5	10,7
КШПУ-12,1	3379	4400	3558	13,4	11,8	11,2
КШПУ-13,7	3434	4756	4159	15,4	13,5	12,1
КШПУ-14,4	3812	4644	4000	15,7	14,1	13,0
КШПУ-15,1	3667	5217	4393	16,9	15,1	14,6
КШПУ-17,7	4103	5335	4631	19,2	17,4	16,2
КШПУ-20,3	4464	5707	5142	22,5	20,5	18,9

Додаток Б
Характеристики вагонеток

Таблиця Б.1 – Технічні характеристики вагонеток

Тип вагонетки	Ємність кузова, м ³	Розмір, мм			Ширина колії, мм
		довжина	ширина	висота	
Вагонетки вугільні з глухим кузовом					
ВГ-1,6	1,6	2700	850	1200	600
ВГ-2,5	2,5	2800	1240	1300	900
ВГ-3,3	3,3	3450	1320	1300	900
Вагонетки вугільні саморозвантажувальні з відкидними днищами					
ВД-2,5	2,5	2880	1240	1300	900
ВД-3,3	3,3	3575	1350	1400	900
Вагонетки вугільні з відкидними днищами клапанного типу					
ВДК-2,5	2,5	2900	1350	1400	900
ВДК-2,5 К-900	2,5	2450	1240	1500	900
ВДК-3,3	3,3	3010	1240	1500	900
Вагонетки шахтні людські					
ВП-12	12 чол.	4500	1025	1530	600
ВП-18	18 чол.	4500	1325	1530	900
ВПП-18П	18 чол.	5415	1350	1595	900
ВПП-12	12 чол.	4550	1050	1530	600
ВПП-18	18 чол.	4550	1350	1530	900
ВЛ-20/10	10 чол.	4520	1050	1500	600
ВЛ-50/15	15 чол.	4520	1380	1500	900
ВЛН 1-15	15 чол.	5500	1400	1600	900
ВЛГ-18	18 чол.	4800	1350	1500	900

Загальні характеристики стрічкових конвеєрів

В горизонтальних та похилих виробках застосовуються стрічкові конвеєри (рис. В.1) з наступними буквеними індексами:

Л – стрічкові (рос. – ленточные) горизонтальні або похилі для кутів нахилу до 18°;

ЛБ – стрічкові бремсбергові для кута нахилу до 16°;

ЛН – стрічкові похилі для кута нахилу от 18 до 35°;

ЛЛ – вантажолюдські для транспортування гірничої маси та перевезення людей.

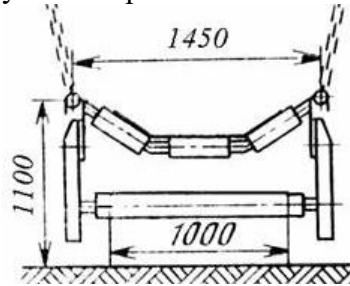


Рис. В.1 – Схема стрічкового конвеєра

Цифри ліворуч від літерного індексу позначають номер типорозміру, праворуч - ширину несучого полотна в сантиметрах. Римською цифрою позначається номер моделі одного типорозміру. Наприклад, конвеєр типу 1Л100П - це стрічковий конвеєр першого типорозміру другої моделі з шириною несучого полотна 1000 мм.

Максимальна ширина і висота конвеєра, яка приймається для визначення розмірів поперечного перерізу виробки, визначається на підставі ширини несучого полотна стрічки:

- при ширині стрічки 800 мм ширина і висота конвеєра приймається рівною 1100 мм;
- при ширині стрічки 1000 мм ширина конвеєра приймається рівною 1450 мм, висота 1100 мм;
- при ширині стрічки 1200 мм, ширина і висота конвеєра приймається рівною, відповідно, 1650 і 1350 мм.

Додаток Г

Характеристики промислових вибухових речовин

Таблиця Г.1 - Характеристики промислових вибухових речовин (ВР)

ВР	Клас ВР	Бризантність ВР, мм	Працевдатність, см ³	Швидкість детонації, км/с	Критичний діаметр, мм	Передача детонації, см	Об'єм газів вибуху, дм ³ /кг	Теплота вибуху, ккал/кг	Температура вибуху, С°	Щільність патрунування, г/см ³	Діаметр патронів, мм	Маса патрона, г	Гарантійний термін придатності, міс
Запобіжні ВР для шахт і рудників, небезпечних по газу або пилу													
Амоніт АП-5 ЖВ	III	14	320	3,6-4,2	10-12	5(2)	907	787	2520	1-1,15	36	200; 250; 300	4
Амоніт нафтовий № 3	III	12	230	2,8-3,2	6-8	6-12	744	635	1925	1,1-1,26	32	200; 250	6
Амоніт сірчаний № 1	III	11	200	2,5-3,0	8-10	7-10	483	878	1570	0,98 - 1,03	32	200; 250	6
Амоніт ПЖВ-20	IV	13	265	3,5-4,0	12-14	5(2)	813	717	2220	1,1-1,18	36	250; 300	6
Амоніт Т-19	IV	14	270	3,6-4,3	10-12	5(2)	814	724	2230	1,1-1,2	36	250; 300	6
Вугленіт Е-6	V	7-11	130-170	1,9-2,2	7-9	5(3)	560	560	1790	1,1-1,25	36	200; 250	-
Вугленіт № 5	V	4	60-90	1,7-1,9	8-10	3(2)	215	215	920	1,2-1,3	36	150; 200; 250; 300	-
Патрони СП-1	VI	По ефективності рівноцінний заряду вугленіту Е-6 масою 300г; довжина патрона СП-1 34,5см; d _п = 39мм.											
Незапобіжні вибухові речовини													
Амоніт №6ЖВ	II	14	360	3,6-4,8	10-13	7	895	1030	2960	1,0-1,2	28;32; 36	200; 300	3 та 12
Амоніт скельний №1ЖВ	II	28	450	6	5-6	5-10	830	1295	3520	1,45-1,5	36;45	250; 400	12
Детоніт М	II	18	460	5-5,3	8-10	10	832	1382	3400	1,1-1,3	24;28; 32;36	100; 200; 300	8

Список літератури

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. Київ, 2010
2. Правила технічної експлуатації вугільних шахт. – Мінвуглепром України, Київ, 2006
3. Руководство по проектированию и вентиляции шахт. – К.: Основа, 1994
4. Сборник инструкций к правилам безопасности в угольных шахтах. – К.: Основа, 1996
5. Шахтное и подземное строительство: Учеб. Для вузов – 2-е изд., перераб. и доп.: В 2т. / Б.А.Картозия, Б.И.Федунец, М.Н.Шуплик и др. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001
6. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. Днепропетровск, 2002
7. Соболев В.В., Усик І.І., Терещук Р.М. Технологія та безпека виконання вибухових робіт. Практикум: підручник для ВНЗ. –М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014
8. Унифицированные типовые сечения горных выработок. Т.1 - К.: Будівельник, 1971
9. Довідник з гірничого обладнання дільниць вугільних і сланцевих шахт: Навч. посібник / М.М. Табаченко, Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський та ін. – Д.: Національний гірничий університет, 2012
10. Гайко Г. І. Конструкції кріплення підземних споруд: Навч. посіб. – Алчевськ: ДонДТУ, 2006
11. Ярмолюк В.Т. Основи гірничої справи. - К .: Либідь; 2000
12. Єгоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.М. та ін. Основи гірничої справи. - М .: Недра; 2003