Міністерство освіти і науки України

Житомирський державний технологічний університет

**Панасюк А.В., Камських О.В.**

**ПРОВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для проведення практичних робіт

для студентів денної та заочної форм навчання

напряму підготовки 6.050301 «Гірництво»



Житомир

2016

Міністерство освіти і науки України

Житомирський державний технологічний університет

**Панасюк А.В., Камських О.В.**

**ПРОВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для проведення практичних робіт

для студентів денної та заочної форм навчання

напряму підготовки 6.050301 «Гірництво»

Затверджено на засіданні

кафедри маркшейдерії

Протокол № від 18.02.2016р.

Затверджено на засіданні

методичної ради ГЕФ

Протокол № від . .201 р.

Житомир

2016

Панасюк А.В., Камських О.В.. Проведення гірничих виробок. методичні вказівки для проведення практичних робіт . – Житомир: ЖДТУ, 2016. – 48 с.

Ладе

Упорядники:

*Панасюк Андрій Вікторович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету

*Камських Олександр Валерійович,* кандидат технічних наук, доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету

Відповідальний за випуск:

*Іськов Сергій Станіславович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету

Рецензент:

*Кальчук Сергій Володимирович*, кандидат технічних наук, доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету

©Панасюк А.В., 2016.

© Камських О.В.., 2016.

**Зміст**

[**1. Способи та технології проведення гірських виробок 5**](#_Toc441076020)

[**2. Спорудження підземних гірничих виробок 6**](#_Toc441076021)

[**2.1. Форми і розміри поперечного розрізу гірничих виробок 7**](#_Toc441076022)

[**2.1.1. Виробки з арковим кріпленням 8**](#_Toc441076023)

[**2.1.2. Виробки трапецієподібної форми перерізу 11**](#_Toc441076024)

[**2.1.3. Виробки прямокутного перерізу 14**](#_Toc441076025)

[**3. Розробка паспорта буропідривних робіт 15**](#_Toc441076026)

[**3.1. Розрахунок зарядів 20**](#_Toc441076027)

[**Коефіцієнт міцності порід за шкалою Протод'яконова 22**](#_Toc441076028)

[**3.2. Визначення кількості шпурів 25**](#_Toc441076029)

[**3.3. Визначення глибини шпурів 25**](#_Toc441076030)

[**3.4. Розташування шпурів 28**](#_Toc441076031)

[**3.5. Вибір схеми з'єднання електродетонаторів 30**](#_Toc441076032)

[**4. Вибір засобів механізації прохідницьких робіт 31**](#_Toc441076033)

[**5. Провітрювання виробки 37**](#_Toc441076034)

[**6. Штат комплексної бригади і розробка графіка циклічної організації робіт 43**](#_Toc441076035)

[**Додаток А 45**](#_Toc441076036)

[**Література 47**](#_Toc441076037)

# Способи та технології проведення гірських виробок

Під способом проведення гірських виробок розуміють комплекс виробничих процесів, які виконуються у визначеній послідовності для проведення гірських виробок в масиві гірських порід.

В залежності від фізичних властивостей гірських порід, гірських і гідрогеологічних факторів, в тому числі стійкості гірських порід та їх обводненості, призначення, строку служби і площі поперечного перерізу виробки розподіляють на звичайні та спеціальні умови і способи їх спорудження.

Звичайні умови проведення гірничих виробок - умови, при яких вміщуючи породи допускають оголення забою виробки до спорудження крепі без спеціальних методів або споряджень для його підтримки та забезпечення безпечних умов праці.

Складні умови проведення гірничих виробок - умови, при яких гірничо-будівельні роботи слід супроводжувати відповідною підготовкою навколишнього масиву або організаційно-технічними заходами, що дозволяють ліквідувати або знизити негативні дії середовища на показники прохідницьких робіт та стійкий стан гірської виробки.

Під технологією проходки виробки - мається на увазі процес відділення породи або корисної копалини від масиву в певній послідовності по часу з урахуваннями допоміжних операцій. Розрізняють чотири види технологій: буро-вибухова, механічна, гідравлічна та комбіновані. Тільки в окремих випадках застосовується ручна технологія руйнування гірських порід за допомогою відбійних молотків.

Буро-вибухова технологія - застосовується у випадках, коли механічна та гідравлічна технології неможливі, або економічно недоцільні. У цієї технології немає обмежень в стійких породах із- за їх міцності, площі поперечного перерізу або протяжності виробок.

Механічна (комбайнова, за допомогою прохідницьких щитів, бурових агрегатів і т.п.) може змінюватись із-за ряду чинників в строго обмежених умовах. Комбайнова технологія застосовується для проведення горизонтальних та похилих гірничих виробок з кутами нахилу до ± 200 по породах з коефіцієнтом міцності до АИ6.

Гідравлічна технологія використовується, в основному, на гідрошахтах для проведення виробок з коефіцієнтом міцності f ≤ 1,5 . А в більш міцних породах руйнування проводять за буро-вибуховими або механічними технологіями, а транспортування породи - гідравлічне.

Комбінована технологія застосовується у випадку, коли відокремлення гірської породи від масиву за допомогою однією із перерахованих технологій неможливе. Частіше за все застосовується комбінація механічної з буровибуховою і механічною з гідравлічною технологіями.

Перед проведенням будь якої гірничої виробки виконують цілий комплекс підготовчих робіт, маркшейдерське розбиття місць зарубки виробок та її вісь; підведення електроенергії і ліній зв’язку, води для зрошення та пожежогасіння; облаштування роз’їздів локомотивного транспорту; встановлення вентилятора; спорудження ніш та камер для лебідки; монтаж підйомних лебідок або машин; облаштування заїздів, бар’єрів, стопорних пристроїв та іншого обладнання, яке забезпечує безпечне проведення гірничопрохідницьких і гірничо- монтажних робіт. Тривалість підготовчого періоду за звичай складає 1,5-2,5 місяця.

Перед здачею виробки в експлуатацію необхідно демонтувати прохідницьке обладнання, провести заміну рейкового шляху з баластуванням або монтажем постійного конвеєра, зробити ремонт у місцях порушень кріплення та інші роботи. Тривалість завершального періоду зазвичай складає 1-1,5 місяця.

# Спорудження підземних гірничих виробок

Для проведення гірничої виробки відповідно до вимог Правил Безпеки складають проект або паспорт.

Проект містить: технологічну схему проведення; форму і розміри поперечного перерізу виробки у світлу і начорно; схему розміщення прохідницького обладнання; паспорт буро-вибухових робіт і кріплення виробки; схеми вентиляції з розрахунками; схеми електропостачання; графіка організації робіт і комплексу заходів безпеки при виконанні кожної операції прохідницького циклу.

Графічна частина складає: повздовжній та поперечний переріз виробки в масштабах 1:100 або 1:50; перерізи, розміри ніш; сумісництво з іншими виробками, конструкцію кріплення, деталі кріплення, тип та розміри прохідницького та транспортного обладнання, вентиляторів місцевого провітрювання, допустиме відставання постійного кріплення від забою, конструкцію тимчасового або захисного кріплення та багато іншого. Для складання паспорту або проекту на проведення виробки існують інструкції та вимоги Правил Безпеки/

Прохідницьким циклом називають сукупність основних та допоміжних процесів, при одноразовому виконанні яких за певний проміжок часу забій виробки посувається на задану величину - заходку. Час, протягом якого виконують всі операції і процеси, що входять в склад цього циклу, називають тривалістю прохідницького циклу. Цей час намагаються визначати кратним до величини зміни або декількох змін.

## Форми і розміри поперечного розрізу гірничих виробок

Переріз гірничих виробок характеризує їх розміри і контури. Форми перерізів виробок бувають: прямокутні, трапецієвидні, сводчасті, круглі, полігональні та інші.

Переріз виробки в проходці - переріз до устаткування постійного кріплення по контуру вміщуючих порід.

Переріз виробітки у світлі - це переріз по її внутрішньому контуру устаткування згідно проекту кріплення з урахуванням постійного рейкового шляху з баластуванням.

Площа поперечного перерізу у світлі визначається, виходячи з габаритів рухомого складу, експлуатаційного обладнання і пропускною спроможністю виробки по вентиляції. Для пересування людей прохід шириною 0,7 м та висотою 1,8 м від ґрунту виробки. На посадочних майданчиках проміжок від рухомого складу з обох боків повинен бути не менше 1 м.

Боковий переріз між кріпленням виробки або частиною обладнання, що виступає і віссю канату при дорогах крісельного типу на висоті зажиму підвіски повинен складати, не менше 0,6 м. а проміжок між віссю і конвеєром - не менше 1 м. При локомотивній відкатці висота підвіски контактного проводу повинна складати не менше 2 м від головки рейок. Допустиме підвішування контактного проводу на висоті не менше 1,8 м від головки рейок при перевезенні людей по виробкам або за допомогою окремих людських ходків.

По альбомах типового перерізу з урахуванням прийнятого виду крипі і транспорту при експлуатації, кількість шляхів, ширині колії підбирають відповідний поперечний переріз виробки і виписують з альбомів усі розміри та інші дані про нього. Обраний переріз перевіряють по граничним відповідно до ПБ швидкостям (V) руху повітря

, м/с, (1)

де *Ac* -кількість вугілля, що транспортується по виробці за добу, т;

qм - виділення метану у виробці, м3 на 1 тону видобутку за добу;

k - коефіцієнт витоків повітря і резерву (1,45);

*Sсв* -площа перетину виробки у світлі після осідання, м2;

d - відсотковий зміст метану, що допускається у вихідному струмені повітря, *d*= 0,75 чи 0,5 ( у залежності від виду виробки);

*d0* - відсотковий зміст метану в повітрі, що надходить (*d0*=0,5).

Повинна дотримуватись умова:

*Vmax >V> Vmin*  (2)

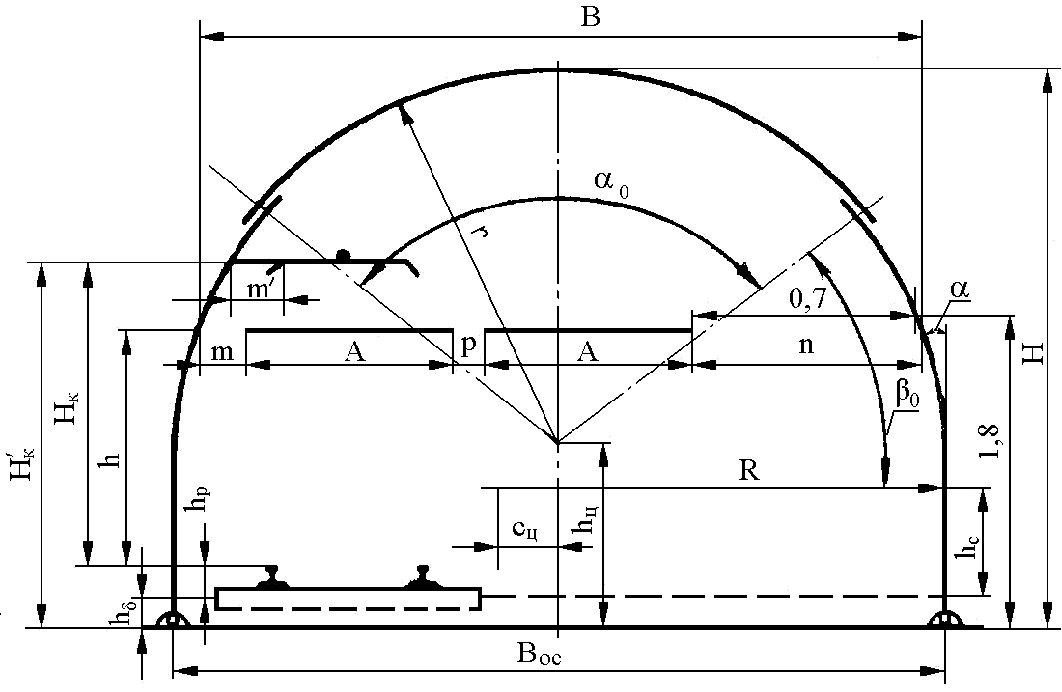
Якщо V>Vmax прийняти найближчий більший переріз і зробити повторну перевірку.

Наприклад швидкість повітря (V) квершлагах, відкаточних і вентиляційних штреках , бремсбергах и уклонах рівна 8 м/с; в усіх інших гірських виробках, пройдених по вугіллю и породі - 6м/с; в робочому просторі очисних забоїв - 4 м/с. Температура повітря в гірничих виробках при відносній вологості до 90% не повинна перевищувати 260С, а при відносній вологості вище 90% - не більше 250С.

## Виробки з арковим кріпленням

Аркове металеве кріплення знайшло широке застосування як у горизонтальних, так і в похилих виробках. Його виготовляють жорстким і піддатливим, що дає можливість з успіхом використовувати його у виробках з усталеним і неусталеним гірським тиском.

За кількістю складових частин аркове кріплення буває дво-, три- і п'ятиланкове. Переважно використовують триланкове піддатливе кріплення (для виробок з усталеним гірським тиском), п’ятиланкове кріплення (АКП-5) використовують для виробок з неусталеним гірським тиском.



*Рис. 1. Схема для визначення розмірів поперечного перерізу*

*виробки з арковим кріпленням*

Аркове триланкове кріплення складається з верхняка, бокових стояків і міжрамних стяжок. Аркове п'ятиланкове кріплення, крім названих частин, має ще ніжки піддатливості, довжина яких залежить від прийнятої величини вертикальної піддатливості в ніжках.

При необхідності мати велику піддатливість, що має місце при проведенні виробок широким вибоєм, застосовують п'ятиланкове піддатливе кріплення. Жорстке кріплення використовують у виробках зі значними термінами використання, де відсутній вплив очисних робіт і встановився постійний гірський тиск (квершлаги, капітальні бремсберги і похили).

Типорозмір арки (рис. 1) установлюють за її шириною в основі. Цю ширину визначають за формулою:

**, (3)

де *В*oc *–* основа арки, м;

*т –* зазор між кріпленням і поїздом, м;

*k* – кількість рейкових колій;

*А –* ширина поїзда, м;

*n* – вільний прохід для людей, м;

*a1 –* збільшення (розширення) виробки внаслідок кривизни стояка:

, (4)

де *h*0 – висота електропотягу чи вагонетки над рівнем п'яти арки:

, (5)

де *h –* висота поїзда від головок рейок, м;

*hp* – висота від баластового пласта до головок рейок ( *hp* = 0,16);

*hб –* висота баластового пласта *(hб =* 0,19), м;

*hc* – висота прямої частини стояка, м;

** – кут переходу прямої частини стояка в криву ( = 10–20°);

*a2 –* розширення виробки зі сторони вільного проходу людей, що викликане кривизною стояка, м

; (6)

де *hл* – висота вільного проходу для людей над підошвою виробки, м:

*hл=1,8+hб* . (7)

При *hc>h0* формула (3) матиме вигляд:

*Вoc* = *т+ kА+ р* + *п*, м. (8)

Визначивши *Вoc* і використавши дані таблиці 1, можна визначити поперечний переріз виробки в світлі.

Периметр перерізу виробки визначають за формулою:

*P = Boc+Р*a*–*2*hб*, м, (9)

де *р*а *–* периметр арки, що береться за даними таблиці чи визначається за формулою:

*p*a*=* 2,01**,(10)

*r –* радіус дуги верхняка;

*R –* радіус дуги стояка, м; *R* = 1,32r;

*h2* – висота виробки від підошви до початку бокових дуг, м:

** (11)

де *hц* – висота від підошви виробки до центра осьової дуги (за даними *табл*. 1).

Площа поперечного перерізу виробки в чорні може бути визначена за формулою:

 м2, (12)

де *Sap –* площа поперечного перерізу виробки всередині арки, м2;

*hпp –* висота профілю арки, м; (*hпр =* 94 *÷* 123мм);

*δ –* товщина затяжки.

Площу поперечного перерізу виробки в проході визначають за формулою:

 м2. (13)

Таблиця 1

**Основні характеристики аркового піддатливого кріплення**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз виробки в світлі після осадження,  м2 | Площа перерізу в середині арки до осадження, м2 | Ширина арки до  осадження,  м | Висота арки до  осадження, м | Радіус осьової дуги (верхняка), м | Радіус бокового елемента (стояка), м | Висота прямої частини стояка, м | Периметр арки до осадження, м | Вага комплекту арки,  кг |
| Триланкові арки із спецпрофілю 17 кг/м | | | | | | | | |
| 4,8  5,8  6,6  7,6  9,8  11,1 | 5,6  6,6  7,5  8,5  11,0  12,5 | 2,49  2,85  3,17 3,42  4,20 4,33 | 2,564  2,645  2,720 2,933  3,00 3,394 | 1,16  1,39  1,60 1,60  2,10 2,11 | 1,60  1,60  1,60  1,93  2,00  2,40 | 1,11  1,11  1,11  1,08  0,75  1,09 | 6,60  7,00  7,40  8,17  8,40  9,63 | 151  158  165  178  182  203 |
| *Триланкові арки із спецпрофілю 27 кг/м* | | | | | | | | |
| 7,6  8,8  11,1  12,5  13,5 | 8,5  10,0  12,5  14,0  15,0 | 3,42  3,83  4,33  4,78  4,88 | 2,951 3,028  3,402  3,502  3,685 | 1,60  1,93  2,11  2,40  2,40 | 1,93  1,93  2,40  2,40  2,62 | 1,08  1,08  1,09  1,09  1,13 | 7,95  8,40  9,40  9,90  10,30 | 248  260  287  301  311 |

Більш спрощений спосіб визначення розмірів поперечного перерізу виробки полягає у підборі типового перерізу на основі ширини, що отримана за формулою:

*,* (14)

де *В* – ширина виробки в світлі на рівні верхньої кромки поїзда, м.

За величиною *В* і підбирають найближчий типовий переріз виробки.

## Виробки трапецієподібної форми перерізу

Трапецієподібна форма поперечного перерізу виробок має широке розповсюдження. В таких виробках, зазвичай, застосовують кріплення дерев'яне чи кріплення, що складається з залізобетонних трубчастих стояків і металевих верхняків.

Дерев'яне кріплення рекомендують використовувати у виробках з терміном експлуатації до 5 років і при помірному тиску, а кріплення із залізобетонних трубчастих стояків і металевих верхняків – у виробках з усталеним гірським тиском.

Розміри поперечного перерізу виробок трапецієподібної форми визначаються з таких виразів:

– ширина в світлі на рівні верхньої кромки поїзда:

*В = т+ kА+ р +n* , (15)

де *п –* зазор для проходу людей з врахуванням того, що він має витримуватись на висоті 1,8 м;

*п =* 0,7 + (1,8 *– h – hp,)сtgα,* м,(16)

де *α* – кут нахилу стояків кріплення ( = 80°);

– ширина виробки в світлі по верхняку

*l*1 *= В-2(h1-h)сtg*, м,(17)

де *h1* – висота виробки від головки рейок до верхняка після осадження (не менше 1,9 м);

– ширина виробки в світлі по підошві

*l*2 = *В+2(h+hp)сtgα ,* м;(18)

– площа поперечного перерізу виробки в світлі:

, м2, (19)

де  – висота виробки в світлі, м

. (20)

Для визначення розмірів виробки в чорні необхідно до розмірів в світлі додати товщину кріплення з затяжками. Ці розміри визначають за формулами:

– ширина в чорні по покрівлі

, м; (21)

– ширина в чорні по підошві

м; (22)

– висота в чорні до осадження

 м, (23)

де *d –* діаметр стояка, м;

*h3* – висота штреку від підошви до верхняка після осадження (*h2+ hδ*), м;

*d1 –* товщина (висота) верхняка, м;

0,1 – величина осадження штреку при використанні дерев'яного кріплення, м.

Площа перерізу в чорні:

, м2. (24)

Площу поперечного перерізу в проходці визначають за формулою (13). Периметр виробки після осадження визначають за формулами:

– при пологому падінні

, м; (25)

– при крутому падінні

, м. (26)

Необхідно мати на увазі, що в штреках на крутому падінні один зі стояків (по покрівлі), зазвичай, установлюють під кутом падіння пласта (якщо він не менше 55°). Тому в формулах (17) і (18) замість добутку 2ctg необхідно підставляти суму (ctg + ctg), де  – кут падіння пласта.

## Виробки прямокутного перерізу

Виробки мають прямокутну форму перерізу при застосуванні дерев'яного і змішаного кріплення. Останнє має кам'яні чи бетонні стіни і плоске перекриття. Основні розміри поперечного перерізу таких виробок визначають за формулами:

– ширина в світлі

м; (27)

– висота в світлі

, м; (28)

– площа перерізу в світлі

м.(29)

Відповідно розміри в чорні:

– ширина

*В1* = *В*+2*Т*, м; (30)

– висота

, м; (31)

– площа поперечного перерізу

, м2 , (32)

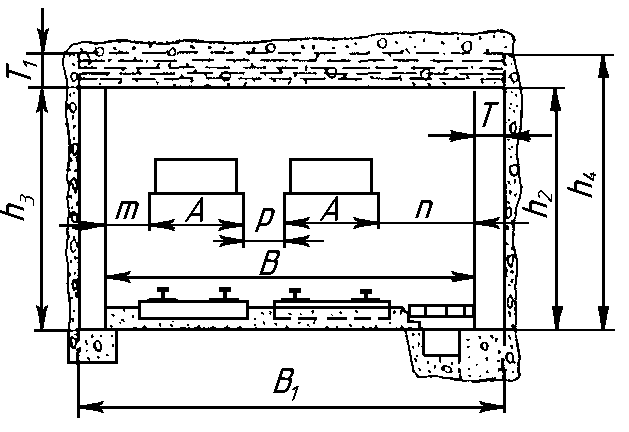
де *Т* – товщина стіни кріплення, м;

*Т1* – товщина перекриття, м.

Решта позначень така ж.

Площа поперечного перерізу в проходці

, м. (33)



*Рис. 2. Схема для визначення розмірів поперечного*

*перерізу виробок прямокутної форми*

# Розробка паспорта буропідривних робіт

Буріння - це процес руйнування породи або корисних копалин з ціллю утворення свердловини або шпура за допомогою бурового приладу. Шпури - бурять ручними електро- и пневмосвердлами, пневмо- і гідроперфораторами, бурильними машинами і колонковими свердлами. Шпури бурять діаметром 36÷43 і 65мм, їх глибина складає: в горизонтальних виробках - до 3м, в вертикальних стволах - до 5 м.

Ефективність вибухових робіт при проведенні гірничих виробок залежить від розташування шпурів в забої. Схему розташування шпурів в забої вибирають в залежності від міцності і структури порід, форми і площі поперечного перерізу виробки. Розрізняють: врубові, допоміжні, відбійні та оконтуріваючі шпури.

Схеми розташування шпурів відрізняються один від одного напрямом розташуванням врубів. Приклад розташування шпурів в забоях горизонтальних та похилих гірничих виробок перерізом до 16 м2 зображений на рис. 3. Приклад розташування шпурів в забої вертикальної виробки зображений на рис. 4.

З метою раціонального і безпечного ведення підривних робіт для кожного вибою розроблюють паспорт буропідривних робіт. В паспорті вказуються всі необхідні дані для буріння і заряджання шпурів, підривання зарядів і забезпечення умов безпеки як в самому вибої, так і в прилеглих до нього виробках на період підривання.

Паспорт буропідривних робіт містить:

схему розташування шпурів, вагу заряду в шпурах, черговість їх підривання; таблицю показників (переріз виробки, міцність породи, тип і кількість бурових машин, тип і кількість бурових коронок, тип і витрати ВР, засоби підривання, коефіцієнт використання шпурів, переміщення по вибою за один цикл, вихід породи й таке ін.).

Кращий з них беруть за основу і розроблюють на його основі паспорт буро-підривних робіт. Проведення вибухових робіт без паспорта заборонено.

|  |
| --- |
| C:\Users\PANASI~1\AppData\Local\Temp\FineReader12.00\media\image1.jpeg |
| *Рис.3. Приклад розташування шпурів в горизонтальній виробці при звичайному висаджуванні.* |
| C:\Users\PANASI~1\AppData\Local\Temp\FineReader12.00\media\image2.jpeg |
| *Рис 4. Приклад розташування шпурів у вибоях вертикальних стволів* |

При розробці паспорта буропідривних робіт необхідно обґрунтувати:

– тип вибухової речовини (ВР), що застосовують, і засобів підривання (ЗП);

– витрату ВР на 1 м3 породи, яка підривається;

– кількість, глибину і розташування шпурів;

– величину зарядів;

– спосіб з’єднання електродетонаторів.

Вибір типу ВР і ЗП здійснюється з урахуванням пило-газового режиму об’єкту, геомеханічних властивостей порідного масиву, ступені обводненості виробок та інших факторів, в залежності від міцності властивостей породи рекомендована ВР з наступними значеннями працездатності (*табл. 2*).

*Таблиця 2*

**Значення працездатності ВР**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Значення | | | |
| Коефіцієнт міцності порід *(f*) | 1-3 | 3-6 | 6-10 | Більше 10 |
| Працездатність рекомендованої ВР, см3 | 220 | 220-320 | 320-400 | 400-600 і більше |

Для вибухових робіт при проведенні горизонтальних виробок в міцних породах застосовується ВР типу амонітів. В безпечних шахтах, у яких вміст газу чи пилу не перевищує норми, найбільше поширення отримали амоніти скельні № 1і №3, детоніт М, а в породах середньої міцності - амоніт №6 ЖВ. В шахтах, небезпечних із-за газу чи пилу, при проведенні виробок по породі використовується породний амоніт АП-5 ЖВ. Характеристики деяких ВР приведені в *табл*. 3.

*Таблиця 3*

**Характеристики ВР**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва ВР | Щільність ВР в  патронах,  г/см3 | Працездатність,см3 | Швидкість  детонування,  км/с | Вид упаковки |
| Застосування ВР у безпечних забоях, на вміст газу чи пилу | | | | |
| Амоніт 6ЖВ | 1,0-1,2 | 360-380 | 3,6-4,8 | Патрони Ø32, 60, 90 мм |
| Амонал - 200 | 0,95-1,1 | 400-430 | 4,2-4,6 | Патрони Ø 32 мм |

*Продовження табл. 3*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва ВР | Щільність ВР в  патронах,  г/см3 | Працездатність,см3 | Швидкість  детонування,  км/с | Вид упаковки |
| Амонал  М-10 | 0,95-1,2 | 430 | 4,2-4,6 | Патрони Ø 32 мм |
| Амонал скельний №3 | 1,0-1,1 | 450-470 | 4,2-4,6 | Патрони Ø 45, 60,90 мм |
| Амонал скельний №1 | 1,43-1,58 | 450-480 | 6,0-6,5 | Патрони Ø36,45, 60,90 мм |
| Детонит | 0,92-1,2 | 450-500 | 40-60 | Патрони Ø28, 32, 36 мм |
| Застосування ВР у небезпечних забоях, на вмісту газу чи пилу | | | | |
| Амоніт  АП-5ЖВ | 1,0-1,15 | 320-330 | 3,6-4,6 | ПатрониØ36 мм |
| Амоніт Т-19 | 1,05-1,2 | 267-280 | 3,6-4,3 | ПатрониØ36 мм |
| Амоніт  ПЖВ-20 | 1,05-1,2 | 265-280 | 3,5-4,0 | ПатрониØ 36 мм |

Характеристика і умови використання деяких промислових ЗП наведені в *таблиці* 4.

*Таблиця 4*

**Характеристики ЗП**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | ЕД-8с:  ЕД-8-56с | ЕД-8П-59;  ЕД-9-60;  ЕД-8-ПМ | ЕДКЗ-25 (ЕДКЗ-1, 2, 3, 4, 5, 6); ЕДКЗ-15В(ЕД-ЗН) | ЕДКЗ-25ПВ  (ЕДКЗ-ПМ-25); ЕДКЗ-15ПВ (ЕДКЗ-ПМ-15) | ЕДЗД-7,8,  9,10,11,  12,13,14,15 |
| Опір, Ом | Відповідно 1,6-3,6 і 2-4,2 | 2-4,2 | 2-4,2 | 2-4,2 | 2-4,2 |
| Безвідмовний, запальний струм, А | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Безпечний незапальний струм, А | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | ЕД-8с:  ЕД-8-56с | | ЕД-8П-59;  ЕД-9-60;  ЕД-8-ПМ | ЕДКЗ-25 (ЕДКЗ-1, 2, 3, 4, 5, 6); ЕДКЗ-15В(ЕД-ЗН) | | ЕДКЗ-25ПВ  (ЕДКЗ-ПМ-25); ЕДКЗ-15ПВ (ЕДКЗ-ПМ-15) | ЕДЗД-7,8,  9,10,11,  12,13,14,15 |
| Дія | Миттєва | | Миттєва | Коротко-уповільнена | | Коротко-уповільнена | Уповільнена |
| Інтервал  уповільнення | – | | – | Відповідно  25 і 15 мс | | Відповідно  25 і 15 мс | Від 0,25 до 2с |
|  | |  |  | |  |  |  |
| Кількість серій уповільнення | | – | – | | Відповідно 6 (25 ,50, 75, 100, 150, 250 мс) і 30 | Відповідно  4 і 8 мс | Всього 9 із уповільненням 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2,4, 6,8 і 10 с |
| Запобіжні властивості відносно запалення метану | | Незапобіжні | Запобіжні | | Незапобіжні | Запобіжні | Незапобіжні |
| Область  застосування | | В шахтах всіх категорій | В шахтах всіх категорій | | В шахтах всіх категорій (сумарна пауза спрацювання  в шахтах, небезпечних по газу чи пилу 0,13 с, а при підриванні тільки по  породі  0,195 с) | В шахтах всіх категорій | В шахтах, безпечних по газу і пилу |

## Розрахунок зарядів

Необхідну кількість ВР на 1 *м3* породи, що підривають (питомі витрати) можна визначити за наближеною формулою:

, кг/м3, (34)

де – питомі витрати ВР, кг/м3;

*–* коефіцієнт працездатності ВР, що дорівнює (тут *Р* –працездатність (см3) ВР, що використовується, 525 – працездатність 93 %-ого динаміту);

*–* коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. М.М. Протод'яконова;

*–* площа вибою в проходці, м2;

– коефіцієнт, що враховує кількість відслонених площин (при одній , при двох ).

Уточнені формули мають вигляд:

– для вибоїв з однією площиною відслонення

, кг/м3 ; (35)

– з двома площинами

, кг/м3, (36)

де *В* – ширина виробки, м.

*Таблиця 5*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Площа вибою (в проходці), м2 | Коефіцієнт міцності порід за шкалою Протод'яконова | Питомі витрати ВР, кг/м3 | | |
| Малої потужності (бризантність 10-12мм) | Середньої потужності (бризантність 13-15 мм) | Підвищеної потужності (бризантність 15-17 мм) |
|
|
|
|
|
| 1,4-2,8 | 12-15  8-10  5-7  3-4  2-1,5 | 5,5-6,3  5,0-5,7  3,1-3,8  1,9-2,2  1,6-1,7 | 4,9-5,6  4,5-5,0  2,8-3,4  1,7-1,9  1,4-1,5 | 3,5-4,0  3,2-3,6  2,0-2,4  1,2-1,4  1,0-1,1 |
| 3-4,8 | 12-15  8-10  5-7  3-4  2-1,5 | 5-5,7  4,4-4,7  —  1,6-1,9  1,4-1,6 | 4,5-5,0  3,9-4,2  2,4-2,7  1,5-1,8  1,2-1,4 | 3,2-3,6  2,8-3,0  1,7-1,9  1,1-1,3  0,9-1,0 |
| 5,0-6,8 | 12-15  8-10  5-7  3-4  2-1,5 | 4,7-5,2  4,0-4,4  2,7-3,2  1,6-1,9  1,3-1,4 | 4,2-4,6  3,5-4,0  2,4-2,8  1,5-1,7  1,1-1,3 | 3,0-3,3  2,5-2,8  1,7-2,0  1,0-1,2  0,8-0,9 |
| 7,0-9,8 | 12-15  8-10  5-7  3-4  2-1,5 | 4,5-5,0  3,6-4,1  2,5-2,8  1,6-1,7  1,1-1,3 | 3,9-4,5  3,2-3,7  2,1-2,2  1,4-1,6  1,0-1,1 | 2,8-3,2  2,3-2,6  1,5-1,6  1,0-1,1  0,7-0,8 |
| 10-12 | 12-15  8-10  5-7  3-4  2-1,5 | 4,1-4,8  3,5-3,8  2,2-2,8  1,4-1,6  0,9-1,1 | 3,7-4,2  3,1-3,4  1,9-2,5  1,2-1,4  0,8-1,0 | 2,6-3,0  2,2-2.4  1,4-1,8  0,9-1,0  0,6-0,7 |
| 13-16 | 12-15  8-10  5-7  3-4  2-1,5 | 4,0-4,5  3,3-3,5  2,0-2,4  1,3-1,4  0,9-1,1 | 3,5-3,9  2,9-3,1  1,8-2,1  1,1-1,2  0,8-1,0 | 2,5-2,8  2,1-2,2  1,3-1,5  0,8-0,9  0,6-0,7 |

Таблиця 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Потужність ВР | Питомі витрати ВР при проведенні ПР  у змішаних вибоях, кг/м3 | | |
| Породи, що підриваються | | |
| глинисті  сланці | піщані  сланці | пісковики |
| Мала (бризантність 10-12 мм)  Середня (бризантність 13-15 мм)  Підвищена (бризантність 15-17 мм) | 0,65-0,95  0,60-0,90  0,55-0,85 | 0,70-0,90  0,65-0,95  0,60-0,90 | 0,75-1,10  0,70-1,00  0,65-0,95 |

Необхідну кількість ВР на західку (цикл) визначають за формулами:

* при наближених обчисленнях:

, кг; (37)

* при уточнених обчисленнях:

, кг, (38)

де – загальна кількість ВР на західку, кг;

*–* питомі витрати ВР, кг/м3;

*–* площа вибою в проходці, м2;

 – передбачуване просування вибою після вибуху, м;

– середня глибина шпура, м;

 – коефіцієнт використання шпура (к. в. ш.); приймають при обчисленнях  рівним одиниці; фактично ******= 0,8 ÷ 0,9 ;

* –* вага зарядів відповідно врубових, допоміжних і відбійних шпурів, кг;

** – кількість відповідно врубових, допоміжних і відбійних шпурів у даному вибої.

Кількість ВР на один шпур (вага шпурового заряду ), зазвичай, визначають з виразу:

* при використанні патронованої ВР

, кг; (39)

* при порошкоподібній ВР

, кг, (40)

де  – довжина шпура, м;

– коефіцієнт заповнення шпура, що являє собою відношення довжини заряду до загальної довжини шпура;

– довжина патрона, м;

 – вага патрона, кг;

― діаметр шпуру, м;

― щільність заряджання, кг/м3.

Формула (40) також може бути застосована при використанні патронованої ВР. Тоді *d* буде діаметром патрона, а – щільністю патронування.

Перевірку зарядів на можливість їх розміщення в шпурах використовують в наступному порядку.

1. Визначають кількість патронів ВР на шпур:

, шт, (41)

де  – кількість шпурів, що беруть на всю площу вибою.

2. Підраховуємо вагу шпурового заряду за умови використання цілого числа патронів у шпурі

, кг, (42)

де ― прийняте ціле число патронів на шпур.

3. Перевіряють вагу заряду  на можливість розміщення його в шпурі при додержанні необхідної довжини забиття:

, м, (43)

де  *–* частина шпура, що залишається для забиття, м.

Одержана довжина забиття має задовольняти вимоги ЄПБ при вибухових роботах, зокрема: в шахтах, небезпечних по газу чи пилу, вона повинна бути не менше половини довжини шпура при підриванні по вугіллю і не менше однієї третини при підриванні по породі. Якщо довжина шпурів по породі менше 0,9 м, то забиття повинно бути не менше половини довжини шпура.

Необхідно мати на увазі, що для кращого ефекту підривання і раціональної витрати ВР, вагу заряду врубових шпурів рекомендують брати на 15–20 % більшою за середню вагу заряду, а допоміжних – на 10–15 % меншою. Вага зарядів відбійних шпурів повинна дорівнювати середній вазі заряду. Розміри патронів наведені в *табл*. 3.

## Визначення кількості шпурів

Загальну кількості шпурів визначають за формулою:

, (44)

де *γ –* кількість ВР, що припадає на 1 м довжини шпура (*γ* = 0,35÷0,8 кг/м);

**– діаметр патрона ВР, м;

**– густина патронування, кг/м3.

## Визначення глибини шпурів

Ефект підривних робіт багато в чому залежить від прийнятої глибини шпурів. Домовимося називати *довжиною шпура*  відстань по його осі від устя до забою шпура.

*Глибиною шпура*  називають проекцію довжини шпура на вісь виробки:

, м, (45)

де * –* кут нахилу шпура до площини вибою.

Відношення довжини заходки  до глибини шпура називають *коефіцієнтом використання шпура* (к. в. ш.)

, (46)

де  – к. в. ш., який дорівнює 0,8–0,9.

Глибина шпурів найчастіше буває 2–2,5 м. Її установлюють залежно від перерізу виробки, міцності порід, необхідних темпів посування виробки і часу виконання повного циклу роботи.

Залежно від заданої швидкості проведення середня глибина шпурів у комплекті може бути визначена за формулою:

, м, (47)

де *С* – необхідна швидкість проведення виробки, м/міс;

* –* кількість робочих днів у місяці (25);

*п –* добова кількість циклів, яку беруть з таких міркувань, щоб одержати допустиму глибину шпурів (зазвичай 2–2,5 м).

Залежно від прийнятої тривалості циклу глибину шпурів знаходять за формулами:

– при однорідному вибої

, м; (48)

– при змішаному вибої (вугілля і порода)

, м, (49)

де *Тц –* прийнята тривалість прохідницького циклу, год;;

*Т* – тривалість зміни, год.,

 – кількість робітників зайнятих відповідно на бурінні, навантажуванні і кріпленні,

 – норми виробки відповідно з буріння, навантаження і кріплення;

* –* відстань між кріпильними рамами, м;

* –* коефіцієнт перевиконання норм виробки;

* –* кількість західок на цикл (по породі одна, а по вугіллю може бути дві);

 – кількість шпурів відповідно по вугільному і по породному вибоям;

 – площі вугільного і породного вибоїв, м2;

 – к.в.ш. в вугільному і породному вибоях, м2;

 – кількість робітників, зайнятих на бурінні по вугіллю і по породі;

 – кількість робітників, зайнятих, відповідно на навантаженні вугілля і породи;

 – норми виробки при бурінні відповідно по вугіллю і породі;

* –* норми виробки при навантаженні відповідно вугілля і породи;

 – загальний час, необхідний для заряджання, підривання і провітрювання вибою, год.:

, (50)

де * –* час, необхідний на заряджання одного шпура (0,05–0,1 год);

* –* кількість працівників, зайнятих на заряджанні шпурів (ті, що мають єдину книжку підривника);

*–* час, необхідний для провітрювання вибою після підривання шпурів (за ПБ не більше 0,5 год.).

Формули (48) і (49) представлені в такому вигляді, коли основні робочі процеси (буріння, навантаження гірської маси і кріплення) ведуть послідовно. Якщо ж кріплення повністю суміщають з іншими робочими процесами, то останній доданок в знаменнику  виключають, тобто прирівнюють до нуля. При частковому суміщенні будь-якого з процесів необхідно вводити у відповідний доданок знаменника поправочний коефіцієнт ϕ, що являє собою відношення несуміщеної частини часу до тривалості виконання даного процесу.

Формулу (49), зазвичай, використовують для визначення глибини шпурів по вугіллю. Глибину ж шпурів по породі установлюють з виразу:

, м, (51)

де  – прийнята глибина шпурів по вугіллю, м.

## Розташування шпурів

При виборі схеми розташування шпурів необхідно притримуватися таких основних положень:

1. У вибоях з однією площиною відслонення повинні передбачатися врубові, допоміжні і відбійні (оконтурюючі) шпури, а у вибоях з двома площинами відслонення – тільки допоміжні і відбійні.

2. Кут нахилу шпурів необхідно вибирати залежно від структури породи. При цьому в пластових породах шпурам надавати напрям вхрест напластуванню, а в монолітних – під кутом до площини вибою. Причому врубові шпури розташовуються під кутом 60–75°, допоміжні – 80÷90° і відбійні –85÷87°, маючи напрям в зовнішню сторону виробки.

3. Вруб необхідно розташовувати по найбільш слабкому пласту породи, тому він може бути центральним, боковим, верхнім і нижнім. У змішаному вибої (вугілля і порода) спочатку виймають вугілля, створюючи додаткову площину відслонення.

4. При однорідній структурі порід найчастіше використовують центральний вруб, що за своєю формою може бути клиноподібним, пірамідальним, воронкоподібним та бочкоподібним. У горизонтальних і похилих виробках завдяки зручносі буріння, відсутності значного затиску вибою підірваною породою, надають перевагу вертикальному клиноподібному врубу (див. рис. 1.9).

У стволах круглої форми, як правило, застосовують центральні воронкоподібні вруби.

5. Глибина всіх шпурів комплекту повинна бути однаковою, за виключенням врубових, які бурять на 10–15 см довшими за решту. При цьому забиття всіх шпурів не повинні виходити за межі контуру перерізу виробки.

6. У вибоях горизонтальних і похилих виробок устя шпурів розташовують паралельними рядами чи в шаховому порядку, а в стволах круглої форми – по концентричних колах.

При цьому діаметр кіл розташування шпурів і кількість шпурів на кожному колі установлюють за даними *табл*. 7.

В горизонтальних і похилих виробках, де застосовують клиновий вруб, співвідношення між кількістю врубових, допоміжних і відбійних шпурів приблизно приймають таким, що дорівнює 1:0,5:2 чи 1:0,5:1,5, а відстань між шпурами в ряду 0,35–0,5 м. Відстань між вертикаль-ними рядами шпурів, зазвичай, дорівнює 0,34–0,4 ширини виробки.

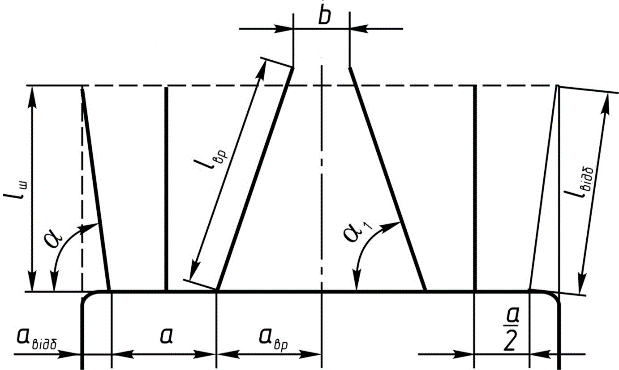
Таблиця 7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Діаметр патрона ВР, мм | Кількість  концентричних кіл у вибої | Відношення діаметра кіл відповідно врубових, допоміжних і відбійних шпурів до діаметра ствола в проходці | Відношення кількості шпурів по колах |
| 32 | 3  4 | 0,45; 0,75; 0,95  0,35; 0,60; 0,80; 0,95 | 1:2:3  1:2:3:4 |
| 45 | 3 | 0,30; 0,60; 0,90 | 1:3:6 |

В кожному конкретному випадку місце закладання шпурів обчислюють залежно від довжини і кута нахилу шпурів. Так, при вертикальному клиновому врубі відстань від устя відбійних шпурів до стінки виробки (рис. 5) визначають з формули:

, м, (52)

де , *α –* прийняті довжина і кут нахилу шпурів.



*Рис. 5. Схема для розрахунку місця закладення шпурів*

*при вертикальному клиновому врубі*

Аналогічно відстань між устям врубових шпурів і віссю виробки

, м, (53)

де *b –* відстань між вибоями врубових шпурів (0,1–0,4 м у породному вибої і 0,4–0,6 м у вугільному вибої).

7. Прийняте розташування шпурів повинно забезпечувати рівномірне розміщення зарядів ВР по всьому об'єму західки і створити сприятливі умови для досягнення високого к.в.ш. При цьому необхідно мати на увазі, що в шахтах, небезпечних по газу чи пилу, відстань від центра заряду до відслоненої площини повинна бути не менше 0,5 м. Мінімальна відстань між шпуровими зарядами (при короткоуповільненому підриванні) приймається: у вугільному масиві 0,6 м; у породному – 0,3 і 0,45 м (відповідно для міцних і слабких порід). При цих відстанях уникають деформації шпурів і переущільнення в них зарядів, а відповідно, і вигоряння ВР.

## Вибір схеми з'єднання електродетонаторів

При монтажі електропідривної мережі електродетонатори можуть бути з'єднані послідовно, паралельно і змішано. В паспорті буро-підривних робіт повинен бути вказаний спосіб з'єднання.

Вибір того чи іншого способу з’єднання електродетонаторів виконують на основі розрахунків величини струму в електродетонаторі.

Для цього використовують формули:

– при послідовному з’єднанні

, А; (54)

– при паралельному з’єднанні

, А; (55)

, А; (56)

– при послідовно-паралельному з’єднанні

, А; (57)

, А; (58)

– при паралельно-послідовному з’єднанні

, А; (59)

, А, (60)

де*І* **−** величина струму в магістральних проводах, А;

*і –* струм, що поступає в електродетонатор, А;

**– напруга джерела струму, В;

**– кількість електродетонаторів відповідно в мережі та групі;

**− кількість груп;

** − опір електродетонатора (2 – 4,2 Ом);

**− опір магістральних і з'єднувальних проводів, Ом;

, Ом, (61)

де *ρ* – питомий опір матеріалу проводу;

 − довжина проводу, м;

 − переріз проводу (магістрального – не менше 0,75 мм2).

Мінімальну величину струму для кожного електродетонатора вважають 2,5А при наявності джерела змінного струму і 2 А при використанні джерела постійного струму.

# Вибір засобів механізації прохідницьких робіт

На вибір типу прохідницького обладнання впливає характер виробки, що проводиться, міцність порід, які перетинаються, вид енергії, що використовують в шахті, необхідна швидкість просування вибою тощо.

При значних об’ємах прохідницьких робіт необхідно орієнтуватися на застосування прохідницьких комплектів і комбайнів, що дозволяє не тільки скоротити термін проведення виробок, але й знизити витрати з підготовчих (капітальних) робіт.

При проведенні виробок буропідривним способом основними технічними засобами ведення прохідницьких робіт є бурові і навантажувальні машини.

Для буріння шпурів по вугіллю і м’яких породах необхідно застосовувати ручні електричні і пневматичні свердла, а при породах з коефіцієнтом міцності за шкалою проф. М.М. Протод’яконова 4–8 – колонкові електросвердла.

При більшій міцності порід необхідно застосовувати пневматичні бурильні молотки. Останні також застосовують і при менш міцних породах, якщо на шахті застосовується тільки пневматична енергія (при крутому падінні пласта).

*Таблиця 8*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | Тип бурильних молотків | | | | |
| ПР-18Л  ПР-18ЛБ  ПР-20 | ПР-24Л  ПР-2ЛБ | ПР-30Л  ПР-30ЛБ  ПР-30ЛС | ПР-10 | ПМ-508 |
| Вага, кГ  Витрата повітря, м3/хв  Тиск повітря, кГ/м2  Діаметр коронки, мм  Максимальна глибина шпура, м  Внутрішній діаметр повітряного шланга, мм  Умови застосування | 18; 20  2,5; 3  5  33–38  4  25  породи середньої  міцності | 26  3,5  5  35–46  4  25  породи високої  міцності | 30  3,0  5  36–56  4  25  породи високої  міцності | 11,5  1,9  5  35–46  3  19  всі породи | 27,9  2,2–2,6  5–7  46  4  19  міцні породи |
| Пристосування для буріння | Пневмопідтримка | | | | |

*Таблиця 9*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | Колонкові бурильні машини КЦМ-4 | Телескопічні бурильні машини | | |
| ПТ-20 | ПТ-5С | ПТ-45К |
| Вага, кГ  Витрата повітря, м3/хв  Глибина буріння, м  Діаметр шпура, м | 40  2,7–3,2  −  65-85 | 32  3,2  3  46 | 47  3,2  6  46 | 44,5  3,2  6  61 |
| Умови застосування | При бурінні  з колонки | Для підняттєвих вибоїв | | |

*Таблиця 10*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | Ручні електросвердла | | | Колонкові електросвердла | | |
| СЭР-19М  СЭР-19Д | СЭР-20  СЭР-20Д | СРП-2 | ЭБК-2А  ЭБК-2М | ЭБК-5 | ЭОГП-4  ЭБГ |
| Вага, кГ  Потужність, кВт  Напруга, В | 18;19  1,2  127 | 20  1,4  127 | 22  1,4  127 | 110/120  2,7  227/380 | 110  1,8-4,2  227/380 | 105/110  3  127/220  380/660 |
| Умови застосування | Буріння по вугіллю і м’яких породах | Міцне вугілля і породи нижче середньої міцності | Буріння по вугіллю і м’яких породах з примусовою подачею | Породи з коефіцієнтом міцності до 6–8 | При змінній міцності порід | Породи з коефіцієнтом міцності до 10 |

Тип бурової машини для конкретного вибою може бути вибраний за даними *табл*. 8, 9, 10.

Характеристика деяких бурових коронок і різців наведена в *табл*. 11 і 12.

Тип навантажувальної машини вибирають залежно від перерізу виробки, продуктивності машини, необхідного фронту навантаження, виду енергії, що використовується, характеру виробки та інших чинників.

Навантажувальна машина може бути вибрана за даними, що наведені в *табл*. 13

*Таблиця 11*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показники | Марка бурової коронки | | |
| КДК | КДП | КК |
| Назва коронки  Діаметр, мм  Швидкість буріння, см/хв  Термін служби, п.м.  Граничний коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. Протод’яконова | Долотчаста з клинопо-дібною пластинкою  40–49  8–13  30–40  10 | Долотчаста  з плоскою пластинкою  40–49  7–11  30–40  20 | Хрестова з клинопо-дібною пластинкою  40–49  6–12  20–30  тріщинуваті породи різної форми |

*Таблиця 12*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | Тип різця | | | |
| РМ | РУ-4 | РУ-6 | РП-2М |
| Діаметр різця, мм  Термін служби різця, п.м.  Швидкість буріння, м/хв | 40  −  5,0 | 40  750  3,5 | 40  450  2,2 | 42  50  0,185 |
| Область застосування | Буріння слабкого вугілля | Буріння м’якого і середньої міцності вугілля | Буріння міцного вугілля і м’яких порід | Буріння колонковими свердлами порід середньої міцності |

*Таблиця 13*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | 1ППН-5 | ППМ-5  (ППМ-4) | ПЛМ-5М  (ПЛМ-5) | ПНБ-5  (ПНУ-2) | ППН-7 | ПНБ-1 | 2ПНБ-2 |
| Продуктивність, м3/год | 60, 90 | 50; 45 | 20 | 60 | 48 | 75 | 120 |
| Об’єм ковша, м3 | 0,25;  0,38 | 0,25 | 0,17 | − | 0,25 | − | − |
| Фронт навантаження, м | 4 | 4 | 2 | 4,2 | 4,8 | − | − |
| Потужність приводу, кВт | 14 | 34; (20) | 20 к. с. | 60 | 39,5 | 18 | 65 |
| Висота підйому ковша, м | − | 2,15 | 2,28 | − | − | − | − |

*Продовження табл. 13*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | 1ППН-5 | ППМ-5  (ППМ-4) | ПЛМ-5М  (ПЛМ-5) | ПНБ-5  (ПНУ-2) | ППН-7 | ПНБ-1 | 2ПНБ-2 |
| Основні розміри, м:  довжина  ширина  висота | 8,6  1,7  1,7 | 8,1 (7,4)  1,7  1,885 | 2,27  1,32  1,33 | 8,69  1,95  1,8 | 9,4  1,4  1,8 | 6,5  1,1  1,1-2,0 | 8,0  1,8  1,6–2,8 |
| Виробки, в яких застосовують даний тип навантажувальної машини | Горизонтальні | Горизонтальні і слабопохилі, розташовані під  кутом до 8° | | Горизонтальні і похилі (до 25°), що проводяться за падінням | Похилі до 25°, які проводяться зверху вниз | Горизонтальні і слабопохилі (до 10°) | Горизонтальні і слабопохилі |

При плануванні і організації гірничопрохідницьких робіт необхідно виходити насамперед з того, щоб найефективніше були використані машини, механізми і забезпечені високі темпи просування гірничих виробок. В цьому відношенні велике значення має комплексна механізація.

Швидкості проведення виробок із застосуванням прохідницьких комбайнів можна визначити за формулою:

, м/міс; (62)

де *Т* – тривалість робочої зміни, хв.;

*Т*п.з– тривалість підготовчо-заключних операцій (зазвичай 30–40 хв.);

– кількість робочих змін за добу;

− кількість робочих днів у місяці;

− коефіцієнт відпочинку працівників (0, 15);

− швидкість подачі комбайна, м/хв);

− сумарний час допоміжних операцій, що затрачується на проведення 1 м виробки (близько 12–13 хв.);

 − час, необхідний для виконання допоміжних робіт, що віднесені до 1 м виробки (3–5,6 хв.);

 − час, що йде на проведення 1 м виробки з основних операцій, хв.;

− глибина законтурювання ріжучого органу (0,35–0,6 м);

*k* − коефіцієнт освоєння комбайна (0, 75);

− час законтурювання ріжучого органу, хв.;

− час виймання вугілля (породи) на глибину законтурювання, хв.;

− час на оконтурювання вибою, хв.;

− робоча швидкість подачі комбайна на вибій, м/хв;

− середня ширина виробки, м;

*Р* − периметр виробки, м;

− швидкість поперечного переміщення робочого органу (4,5 м/хв.);

− кількість горизонтальних шарів за висотою виробки;

− висота виробки начорно, м;

* –* діаметр головки ріжучого органу (0,63 м);

 − час на заміну завантаженого поїзда порожнім, віднесений до 1 м виробки, хв/м;

, (63)

де *–*  час на заміну завантаженого поїзда порожнім, хв.;

, (64)

** − відстань від місця завантаження до розміновки, м;

*υср –* середня швидкість руху електровоза, м/хв.;

*V –*  об'єм вугілля (породи) з 1 м виробки, м3;

*kp*− коефіцієнт розпушення вугілля (породи);

*–* кількість вагонеток в поїзді:

− об'єм вагонетки, м3;

 − коефіцієнт наповнення вагонеток (0,9–0,95).

# Провітрювання виробки

Серед допоміжних робіт особливе місце належить провітрюванню глухих вибоїв. Воно може здійснюватись за рахунок загальношахтної депресії, вентиляторів місцевого провітрювання і ежекторів.

Найчастіше використовують вентилятори місцевого провітрювання, які можуть працювати за нагнітальною, всмоктувальною і комбінованою системами (рис. 6).

|  |  |
| --- | --- |
| 桶 | *Рис. 6. Можливі схеми провітрювання глухих вибоїв вентиляторами:*  *а – нагнітальна;*  *б − всмоктувальна; в − комбінована* |

При цьому потрібно зауважити, що на практиці надають перевагу нагнітальній схемі, яка має ряд переваг (безперервне нагнітання свіжого повітря в привибійний простір, швидке провітрювання вибоїв, можливість застосування гнучких повітропроводів із тканинних труб і ін.).

Підбираючи вентилятори місцевого провітрювання, потрібно виходити перш за все з необхідності найшвидкого видалення з привибійного простору шкідливих газів, що утворюються після вибухових робіт.

У відповідності з ПБ розбавлення (розжиження) шкідливих газів до безпечної концентрації в привибійному просторі повинно досягатися протягом не більше 30 хвилин.

Кількість повітря *Qвиб*, яке необхідно подавати у вибій після вибухових робіт при нагнітальній схемі провітрювання, визначають за формулою:

, м3/хв, (65)

де − прийнятий час провітрювання, хв;

− кількість ВР, що одночасно підривається, кг;

− площа перерізу виробки в світлі , м2;

− довжина провітрюваної виробки, м.

Якщо довжина провітрюваної виробки більша її критичної довжини тобто тієї довжини, протягом якої проходить розбавлення газів ВР до безпечної концентрації, то в формулу (1.101) замість *L* підставляють *Lкр*

, м, (66)

де − газовість ВР, л/кг; приймається рівною 100 л/кг при підриванні по вугіллю і 40 л/кг – по породі;

− коефіцієнт турбулентної дифузії (= 0,6÷0,8).

Крім того, при обводнених виробках вводять під корінь множник *kобв*, що враховує вплив води на зменшення концентрації отруйних газів ВР. Для обводнених горизонтальних виробок = 0,6; для вологих – = 0,8; для стволів = 0,15÷0,8; для сухих виробок = 1.

В загальному вигляді формула (65), зазвичай, має такий вигляд:

, м3/хв. (67)

Кількість повітря при інших схемах провітрювання визначають за формулами:

– при всмоктувальній схемі

, м3/хв; (68)

– при комбінованій схемі

, м3/хв, (69)

де − довжина зони розповсюдження газів при підриванні ВР;

− відстань від вибою до перемички, м;

, м. (70)

Решта позначень ті ж самі.

Кількість повітря, що одержали за формулами (65), (67), (68), (69), повинна задовольняти норми повітря на одну людину (6 м3/хв), мінімальну швидкість руху струменя повітря (0, 15 м/с) і фактору газовиділення, тобто по метану і вуглекислоті бути не меншою від величини, що одержують за формулою:

, (71)

де − кількість метану, що виділяється у вибій, м3/хв;

− допустимий вміст метану чи вуглекислоти в струмені повітря у відсотках.

Для вибору вентилятора необхідно знати його продуктивність і напір. Ці параметри обчислюються за формулами:

– продуктивність

, м3/сек; (72)

– напір

, мм вод.ст., (73)

де − аеродинамічний опір труб, кμ;

− довжина трубопроводу, м;

− діаметр вентиляційних труб, м;

α − коефіцієнт аеродинамічного опору (*табл*. 16);

− кількість повітря, що необхідне для вибою, м3/с;

*р* – коефіцієнт витоків повітря, якого визначають за формулами:

, (74)

чи

, (75)

де − відсоток втрат повітря на 100 м трубопроводу (для прогумованих труб = 6÷7 %, для металевих = 5÷15 %);

− коефіцієнт питомої стискової повітропроникності (для прогумованих труб = 0,005÷0,0065, для металевих = 0,001÷0,007);

− довжина труби, м.

Знаючи *h* і *Qв*,можна вибрати вентилятор, cкориставшись даними *табл*. 14 (вентилятор з електричним двигуном) і табл. 15 (вентилятор з пневматичним двигуном).

Необхідну потужність двигуна вентилятора визначають за формулою:

, (76)

де − ккд вентиляційної установки;

− ккд передачі.

Необхідно мати на увазі, що вентилятори, зазвичай, вибирають на ту кількість повітря, яка необхідна для розбавлення газів ВР за час, що не перебільшує 30 хв. Після ж видалення газів продуктивність вентилятора, як правило, залишається завищеною відносно фактичної необхідності повітря. Тому з метою економічної витрати енергії і створення нормальних умов для працівників доцільно використовувати установку, яка складається з двох вентиляторів для паралельної роботи на один і той же трубопровід. Після розбавлення продуктів вибуху один з вентиляторів виключають (зупиняють). Це практикують при проходці стволів, коли доводиться підривати одночасно значну кількість ВР.

#### Таблиця 14

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | ВД5– М2  (Проходка 500 – 2 м) | СВМ-5 м | СВМ-6 м | ВМ-200 | ВМ-3 | ВМ-4 | ВМ-5 | ВМ-6 | ВМ-8 |
| Діаметр робочого колеса, мм  Швидкість обертання, об/хв  Потужнність двигуна, кВт  Продуктивність, м3/хв  Тиск, кГ\м2  Максимальний ккд | 508  2900  11,0  150–230  225–60  0,7 | 510  2950  6,5  110–230  168–70  0,72 | 600  2950  14,0  165–450  255–95  0,71 | 550  2880  6,3  125–210  150–50  0,52 | −  −  −  56  80  0,64 | −  −  −  100  118  0,7 | −  −  −  180  180  0,71 | −  −  −  300  250  0,72 | −  −  −  412  315  0,73 |

##### Таблиця 15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | ВП-4 | ВП-24 П | ВП-5 | ВП-3 у | ВШП-1 | ВМП-3 | ВМП-4 | ВМП-5 |
| Діаметр робочого колеса, мм  Нормальний тиск стисненого повітря, атм  Витрати стисненого повітря, м3/хв  Швидкість обертання, об/хв  Продуктивність, м3/хв  Тиск (напір), кГ/м2 | 418  4  4,65  3500  30–130  180–40 | 400  4  3,5  4000  40–150  180–40 | 500  4  5,0  3300  60–250  200–50 | 300  4  1,5  4500  30–90  55–25 | 300  6  6–12  5000–6000  90–110  280–190 | −  −  −  −  45  125 | −  −  −  −  80  140 | −  −  −  −  120  150 |

*Таблиця 16*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показники | Вид труб | Діаметр, мм | | | | | | |
| 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| Довжина ланцюгів, м | металічні  текстовінітові  прогумовані | −  −  20; 10; 5 | 2; 2,5  −  20; 10; 5 | 2,5; 3  10; 5  20; 10; 5 | 2,5; 3  10; 5  20; 10; 5 | 2,5; 3; 4  10; 5  − | 3; 4  10; 5  − | 3; 4  −  − |
| Вага 1 м труб, кГ | металічні  текстовінітові  прогумовані | −  −  1,26 | 23,4  −  1,6 | 28,3  3,0  1,6 | 34,8  3,63  2,3 | 46,1  4,25  − | 54,5  4,76  − | 60,8  −  − |
| Коефіцієнт аеродинамічного опору | металічні  текстовінітові  прогумовані | 0,00045  −  0,00045 | 0,00040  −  0,00045 | 0,00035  0,00016  0,00045 | 0,00032  0,00015  0,00045 | 0,00030  0,00013  − | 0,00025  0,00013  - | 0,00024  −  − |

##### Таблиця 17

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Матеріал крепу канавки | Притік води, м3/год | | Ширина, мм | | Глибина, мм | Площа перерізу, м2 | |
| від | до | по верхняку | по низу | в світлі | в проходці |
| Бетон чи дерево | 0  101  151  201 | 100  150  200  300 | 310  330  350  400 | 280  290  310  360 | 200  250  300  350 | 0,059  0,078  0,099  0,133 |  |
| Збірний залізобетон | 0  101  151  201 | 100  150  200  300 | 360  360  360  400 | 340  340  340  380 | 200  250  300  350 | 0,07  0,088  0,105  0,137 | 0,101  0,122  0,143  0,181 |
| Без кріплення | 0 | 100 | 380 | 230 | 280 | 0,085 | 0,085 |

Дані про вентиляторні труби наведені в *табл*. 14.

Для стікання води з вибою вздовж виробки влаштовують водовідвідну канавку.

Розміри стандартних водовідвідних канавок при ухилі виробок 0,003 о/оо наведені в табл. 17.

При породах з коефіцієнтом міцності  кріплення канавки не передбачають.

Роботи по проведенню канавки, виймання породи в її перерізі необхідно передбачити в загальному паспорті буропідривних робіт.

# Штат комплексної бригади і розробка графіка циклічної організації робіт

Штат комплексної бригади встановлюють залежно від об'ємів робіт на цикл та існуючих норм виробки.

Після того, як установлений перелік робочих процесів циклу і прийняті технічні засоби проведення прохідницьких робіт, необхідну кількість людино-змін (працемісткість робіт) по кожному робочому процесу визначають за формулою:

, людино-змін, (77)

де − об’єм роботи на цикл по даному процесу у відповідних одиницях;

− змінна норма виробки по процесу, що розглядається, в тих же одиницях.

Загальну кількість людино-змін на цикл обчислюють за формулою:

, (78)

де − кількість людино-змін по кожному процесу.

Необхідний штат комплексної бригади на цикл  встановлюють з виразу:

, (79)

де − прийнятий коефіцієнт виконання норми виробки.

Для визначення добового штату працівників (на роботі) необхідно помножити на кількість циклів за добу.

Обліковий штат визначають множенням  (наявної кількості) на коефіцієнт 1,14 при перервному тижні і 1,31 – при безперервному тижні.

Наявний штат працівників по будь-якому процесу визначають за формулою:

. (80)

Для досягнення високої продуктивності праці і забезпечення безперебійної роботи всі робочі процеси повинні проводитись за циклічним графіком. Такий графік складають в такому порядку: намічають перелік робочих процесів циклу; підбирають технічні засоби ведення прохідницьких робіт; визначають об’єм робіт на цикл; визначають відповідні норми виробки; підраховують по кожному процесу трудомісткість робіт; визначають тривалість виконання окремих видів робіт.

Тривалість кожного процесу визначають за формулою:

, год, (81)

де − кількість працівників чи машин, зайнятих на виконанні даного процесу;

*α* − коефіцієнт, що враховує витрати часу на заряджання і підривання зарядів в шпурах і провітрювання вибою:

, (82)

де − прийнята тривалість прохідницького циклу, год;

− час, необхідний на заряджання одного шпура (0,05÷0,1 год);

− кількість працівників, що зайняті на заряджанні шпурів (ті що мають „єдину книжку підривника”);

− час, необхідний для провітрювання вибою після підривання шпурів (по ПБ не більше 0,5 год).

Після визначення тривалості всіх процесів прохідницького циклу складають графік організації робіт з врахуванням можливих суміщень в часі окремих робочих процесів.

# Додаток А

**Індивідуальне завдання**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  зп | Гірнича виробка | Коефіцієнт міцності,  ƒ | | Потужність пласту, м | Кут падіння пласту, град | Припливи води, м3/год | Метановиділення, м3/год | Ширина колії, мм | Кіль кість шляхів | Тип електровозу | Тип вагонетки | Тип конвеєру | Довжина виробки, м | Кількість транспортованого вугілля, т/добу | Термін служби, рік |
| порода | вугілля |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1. | Вент. штрек | 8 | 1,2 | 0,5 | 5 | 1,6 | 10 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | ЛЦ-100 | 500 | 700 | 10 |
| 2. | Відк. штрек | 7 | 1,2 | 1,0 | 6 | 1,5 | 5 | 600 | 2 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-80 | 600 | 500 | 3 |
| 3. | Відк. штрек | 8 | 1,2 | 0,8 | 3 | 1,4 | 15 | 600 | 2 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-100 | 800 | 1000 | 4 |
| 4. | Вент. штрек | 6 | 1,2 | 0,9 | 5 | 1,3 | 7 | 600 | 1 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-100 | 700 | 800 | 5 |
| 5. | Квершлаг | 7 | -- | -- | -- | 1,5 | 12 | 900 | 2 | А 14-2 | УВГ-1,5 | -- | 500 | 600 | 10 |
| 6. | Квершлаг | 9 | -- | -- | -- | 1,5 | 14 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 500 | 700 | 15 |
| 7. | Вент. штрек | 6 | 1,2 | 1,0 | 7 | 1,3 | 3 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | ЛЦ-100 | 600 | 700 | 10 |
| 8. | Вент. штрек | 7 | 1,2 | 1,0 | 5 | 1,4 | 10 | 600 | 1 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-100 | 700 | 600 | 7 |
| 9. | Квершлаг | 8 | -- | -- | -- | 1,6 | 10 | 900 | 2 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 800 | 900 | 5 |
| 10. | Польов. штрек | 8 | -- | -- | -- | 1,7 | 8 | 900 | 2 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 1200 | 900 | 4 |
| 11. | Квершлаг | 7 | -- | -- | -- | 1,2 | 12 | 600 | 1 | А 10-1 | УВГ-1,5 | -- | 400 | 800 | 5 |
| 12. | Вент. штрек | 7 | 1,2 | 1,2 | 7 | 1,3 | 10 | 600 | 1 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-100 | 800 | 700 | 7 |

Продовження додатку А

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 13. | Відк. штрек | 6 | 1,2 | 1,0 | 10 | 1,4 | 11 | 900 | 2 | А 14-2 | УВГ-3 | ЛЦ-100 | 700 | 800 | 8 |
| 14. | Квершлаг | 7 | -- | -- | -- | 1,2 | 3 | 600 | 2 | А 10-1 | УВГ-1,5 | -- | 800 | 700 | 4 |
| 15. | Відк. штрек | 7 | 1,2 | 1,3 | 7 | 1,4 | 7 | 600 | 2 | А 10-1 | УВГ-1,5 | -- | 900 | 500 | 5 |
| 16. | Відк. штрек | 8 | 1,2 | 0,8 | 8 | 1,6 | 17 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 700 | 800 | 4 |
| 17. | Вент. штрек | 8 | 1,2 | 1,4 | 5 | 1,0 | 8 | 600 | 2 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-100 | 600 | 600 | 6 |
| 18. | Квершлаг | 9 | -- | -- | -- | 1,8 | 10 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 500 | 850 | 7 |
| 19. | Відк. штрек | 10 | 1,2 | 0,7 | 4 | 1,3 | 9 | 900 | 2 | А 14-2 | УВГ-3 | ЛЦ-100 | 800 | 700 | 3 |
| 20. | Пол. штрек | 7 | -- | -- | -- | 1,4 | 7 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 1000 | 700 | 13 |
| 21. | Квершлаг | 8 | -- | -- | -- | 1,5 | 7 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | -- | 400 | 500 | 10 |
| 22. | Вент. штрек | 9 | 1,2 | 0,9 | 5 | 1,7 | 10 | 600 | 2 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-80 | 500 | 550 | 6 |
| 23. | Квершлаг | 7 | -- | -- | -- | 1,7 | 10 | 600 | 1 | А 10-1 | УВГ-1,5 | ЛЦ-80 | 400 | 800 | 5 |
| 24. | Відк. штрек | 7 | 1,2 | 1,0 | 7 | 1,9 | 15 | 900 | 1 | А 14-2 | УВГ-3 | ЛЦ-100 | 800 | 700 | 7 |
| 25. | Відк. штрек | 7 | 1,2 | 0,9 | 5 | 1,4 | 14 | 900 | 2 | А 14-2 | УВГ-3 | ЛЦ-100 | 800 | 600 | 5 |

Розміри площі поперечного перетину виробок (м2) приймаються для:

квершлага: з 1 колією/ з 2 коліями 9,8/ 12,2

вентиляційного штреку: з 1 колією/з 2 коліями 9,8 /12,4

польового штреку: з 1 колією/з 2 коліями 9,8/ 12,6

відкотного штреку: з1 колією/з2 коліями ………………………………...9,8/ 14,5

# Література

1. Правила безпеки у вугільних і сланцевих шахтах. - М.: Надра, 1986.-399с.
2. Уніфіковані типові перетини гірничих виробок: У. Зт. - Київ: Будівельник, 1972. -т. 1-3.
3. Типові перетини гірничих виробок, закріплених бетоном і штучним каменем: УЗ т. - М.: Надра, 1971. - т. 1-3.
4. Единые правила безопасности при взрывных работах. - М.: Госгортехнадзор, 2001, -41с.
5. Справочник инженера шахтостроителя. 2 т. /Под общей ред.. В.В. Белого. - М.: Недра, 1983.
6. Ткачев В.А., Прокопов А.Ю., Кочетов Е.В. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горных выработок: учебное пособие/Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ (НПИ). - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2008. - 244с.
7. Методические указания по составлению режимов ведения взрывных работ в угольных шахтах, опасных по газу или разрабатывающих пласты, опасные по взрывам пыли. - Макеевка: Донбасс, МакНИИ, 1994. - 10с.
8. Единые нормы и расценки. Горнопроходческие работы. - М.: Стройиздат, 1988, - Вып. 1, Сборник Е 36. - 206с.
9. Технологія підземного видобутку вугілля: Навчальний посібник / В. М. Белозерцев, А. І. Новак,- К.: ІСДО, 1993,- 160 с.
10. Технология подземных горных работ в вопросах и ответах: Учебное пособие / В. Н. Белозерцев, А. И. Новак. - К.: УМК ВО, 1990, - 160 с.

Навчальне видання

**Панасюк Андрій Вікторович**

**Камських Олександр Валерійович**

**ПРОВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для проведення практичних робіт

Редактор *А. В. Панасюк*

Технічний редактор *А. В. Панасюк*

Комп’ютерна верстка *А. В. Панасюк*

Підп. до друку . .2016. Формат 60×90 1/16. Папір офс.  
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк.  . Тираж пр.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

суб’єктів видавничої справи

ЖТ № 08 від 26.03.2004 р.

Редакційно-видавничий відділ   
Житомирського державного технологічного університету

вул. Черняховського, 103, м. Житомир, 10005