

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
 «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Кафедра управління гірничим виробництвом і охорони праці

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Я.О. ЛЯШОК
 (підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2022 рік

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра
 (освітній ступінь)

на тему «Обґрунтування доцільності повторного використання виїмкових виробок з метою підвищення техніко-економічних показників роботи підприємства»

Виконав: студентка 2 курсу, групи ОПГм-21
 Спеціальності 184 «Гірництво»

ГОЛОВНЯ Н.Ю.

Керівник

доцент кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці, доц.,
к.т.н., ІСАЄНКОВ О.О.

Рецензент

Нормоконтроль

ст. викл. кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці,
БРАТАШ О.О.

*Засвідчую, що у цій роботі немає
 запозичень з праць інших авторів без
 відповідних посилань.*

Студент _____
 (підпис)

Луцьк – 2022 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра Управління гірничим виробництвом і охорони праці
Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Я.О. Ляшок

«___» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Гооловні Н.Ю.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Обґрунтування доцільності повторного використання виїмкових виробок з метою підвищення техніко-економічних показників роботи підприємства»

Керівник роботи Ісаєнков Олександр Олександрович, доц. каф. управління гірничим виробництвом, доц., к.т.н.

затверджена наказом по університету від

2. Термін подання студентом закінченої роботи 15 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) матеріали звітування з переддипломної практики, гірничо-геологічні параметри родовища та техніко-економічні фактори підприємства: характеристика розташування підприємства; геологія родовища корисних копалин; характеристика пластів та гірських порід; межі, розміри та запаси шахтного поля; загальна характеристика підприємства; техніко-економічні показники підприємства за період з 2021 по 2022 роки

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити). Загальні відомості про підземне підприємство з вудобутку вугілля. Основні наукові здогади, що пояснюють процес піддутьтя підпошви в підземних гірничих виробках. Основні напрями в сучасному забезпеченні експлуатаційного стану підземних гірничих виробок при повторному їх використанні. Дослідження об'єктивно існуючого зв'язка деформування зруйнованих гірських порід навколо підземної виробки. Обґрунтування способів, що забезпечують стійкість підпошви в підземних виробках з метою повторного їх використання. Економічне обґрунтування комплексу заходів з забезпечення стійкості підпошви в підземних виробках з метою повторного їх використання.

5. Консультанти з роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

6. Дата видачі завдання 01 вересня 2022 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	Загальні відомості про підземне підприємство з вудобутку вугілля	<i>вересень</i>	
2.	Основні наукові здогади, що пояснюють процес піддугтя підшви в підземних гірничих виробках	<i>вересень</i>	
3.	Основні напрями в сучасному забезпеченні експлуатаційного стану підземних гірничих виробок при повторному їх використанні	<i>жовтень</i>	
4.	Дослідження об'єктивно існуючого зв'язка деформування зруйнованих гірських порід навколо підземної виробки	<i>жовтень</i>	
5.	Обгрунтування способів, що забезпечують стійкість підшви в підземних виробках з метою повторного їх використання	<i>листопад</i>	
6.	Економічне обгрунтування комплексу заходів з забезпечення стійкості підшви в підземних виробках з метою повторного їх використання	<i>грудень</i>	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

АНОТАЦІЯ

ГОЛОВНЯ Н.Ю. Обґрунтування доцільності повторного використання виїмкових виробок з метою підвищення техніко-економічних показників роботи підприємства.

Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 184 «Гірництво» (освітня програма «Охорона праці в гірництві») – ДВНЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2022.

Аналіз теперішнього стану підготовчих виробок наших вугільних шахтах свідчить, що в гірничих виробках, що обслуговують очисний вибій лави майже 90% всіх деформацій кріплення пов'язані з знаходженням виробок в зоні впливу підвищеного опорного тиску, при цьому близько 85% ремонтних робіт, які проводяться в цих виробках, супроводжуються підриванням гірських порід у підшви виробок.

Мету роботи бачимо у встановленні наукових здогадів та виборі засобів, які зміцнюють породи підшви підземних виробок з метою їх повторного використання.

Визначаємо, що спосіб укріплення порід у підшві підготовчих виробок дозволить нам зменшити витрати на їх ремонт на 3000 грн/п.м.

Ключові слова

ПІДДУТТЯ ПОРІД ПІДОШВИ, УКРІПЛЕННЯ ПОРІД ПІДОШВИ, БЛОЧНА СТРУКТУРА ГІРСЬКОГО МАСИВУ, ЗМІЦНЕНА ЗОНА В ПІДОШВІ ВИРОБОК, ДЕФОРМАЦІЇ ПОРІД ПІДОШВИ

SUMMARY

HOLOVNIA N.Y. Justification of the expediency of re-using excavated products in order to increase the technical and economic performance of the enterprise.

Graduation qualification work for a master's degree in specialty 184 "Mining" (educational program "Labor protection in mining") - DVNZ "DonNTU", Lutsk, 2021.

The analysis of the current state of the preparatory workings in our coal mines shows that in the mining workings that serve the cleaning lava outcrop, almost 90% of all fastening deformations are related to the finding of the workings in the zone of influence of the increased supporting pressure, while about 85% of the repair work carried out in these workings are accompanied by rock blasting at the bottom of the workings.

The purpose of the work can be seen in the establishment of scientific assumptions and the selection of means that strengthen the rocks of the soles of underground workings for the purpose of their reuse.

We determine that the method of strengthening the rocks in the sole of the preparatory works will allow us to reduce the costs of their repair by 3,000 hryvnias per square meter.

Keywords

INFLATION OF THE ROCK OF THE SOLE, STRENGTHENING OF THE ROCK OF THE SOLE, BLOCK STRUCTURE OF THE MOUNTAIN MASSIVE, STRENGTHENED ZONE IN THE SOLE OF THE PRODUCT, DEFORMATIONS OF THE ROCK OF THE SOLE

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДЗЕМНЕ ПІДПРИЄМСТВО З ВУДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ	8
2. ОСНОВНІ НАУКОВІ ЗДОГАДИ, ЩО ПОЯСНЮЮТЬ ПРОЦЕС ПІДДУТТЯ ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ	11
3. ОСНОВНІ НАПРЯМИ В СУЧАСНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ПРИ ПОВТОРНОМУ ЇХ ВИКОРИСТАННІ	24
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТИВНО ІСНУЮЧОГО ЗВ'ЯЗКА ДЕФОРМУВАННЯ ЗРУЙНОВАНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД НАВКОЛО ПІДЗЕМНОЇ ВИРОБКИ	28
5. ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ СТІЙКОСТЬ ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ПОВТОРНОГО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	34
6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ПОВТОРНОГО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	80
ВИСНОВОК	82
ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	83

ВСТУП

Розвиток галузі з видобутку сировини в нашій державі є одним з основних факторів, що забезпечуює економічну та енергетичну незалежність країни. Через відсутність достатньої кількості (через війну) нафти, природного газу та іншої енергетичної сировини потребує збільшення видобутку свого вугілля. Останнім часом споживання вугілля у багатьох країнах світу сідчить, що вугілля повертається на перші міста як енергоносії. Тому видобуток вугілля сьогодні є вигідним, а з застосуванням сучасних технологій - ефективним та сучасним.

Наша держава має розвинену вугільну інфраструктуру, розвідану та готову до видобутку сировину, сучасне машинобудування вугільного обладнання. Проте стан підземних виробок на більшості наших шахт не відповідає світовому рівню, а це потребує своєчасної реконструкції, впровадженню на підприємствах сучасних технічних і технологічних рішень. Аналізуючи стан видобутку, можна зробити висновок, що для підготовчих виробок, які обслуговують очисний вибій, 90% всіх деформацій проявляються в зоні впливу лави, при виконанні ремонтних робіт 85% них супроводжується підриркою гірських порід, що залягають в підшві виробки.

Тому наразі необхідно розробити такі засоби з забезпечення стійкості підшви в підземних виробках, щоб останні можна було використовувати повторно.

Ідею роботи бачимо у використанні наукових здогадів формування в підшві підземних виробок укріплених локально зон, та їх впливу на деформації гірського масиву з метою контролю його стану (масиву) в умовах інтенсивного піддування порід підшви у виробці.

Мету роботи бачимо у встановленні наукових здогадів та виборі засобів, які зміцнюють породи підшви підземних виробок з метою їх повторного використання.

Досягати цієї мети будемо вирішуванням таких завдань: по-перше, необхідно встановити динаміку підняття порід підшви підземних виробок

у зонах впливу лави; по-друге, необхідно встановити закономірності деформації порід в таких умовах; по-третє, необхідно встановити раціональність способу (економічний ефект) з забезпечення стійкості порід підшоши підземних виробок.

Об'єктом дослідження вважаємо управління станом порід підшоши (закономірність піддування) підземних виробок.

В якості методів дослідження будемо застосовувати спостереження за деформаціями порід підшоши підземних виробок; обробляти розрахунки за допомогою комп'ютерів, аналізувати отримані результати розрахунків, досліджувати в лабораторіях структурні моделі підземних виробок.

Структура роботи та її обсяг. Складається відповідно із вступу, декількох основних розділів та висновків, списку літературних джерел. Обсяг роботи (загальний) складається з 88 сторінок.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДЗЕМНЕ ПІДПРИЄМСТВО З ВУДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ

Шахтне поле знаходиться в центральній частині Покровського вугленосного району серед полів шахти Краснолиманська, Центральна та Димитрова.

Адміністративно ділянка шахти знаходиться в Покровському районі Донецької області в 15 км від м. Покровськ. Місто Мирноград знаходиться в 3 км від шахти. Описана ділянка займає зручне географічне положення з точку зору прив'язки до крупних міст.

Водопостачання (як пиитне так і технічне) шахти здійснювалося (до війни) з каналу Північний Донець – Донбас. Зараз подається тільки технічна вода з Карлівського водосховища (з великими переборами). Електричний струм подається з Курахівської станції.

Основними споживачами кам'яного вугілля остаються частково коксохімічні заводи, деяка частина вугілля використовується місцевими споживачами для побуту.

Надра ділянки надані Державному підприємству "Мирноградугілля", яке розташоване в м. Мирноград.

Площа, яка виділена під шахтне поле, становить близько 60 км². Шахтне поле є центральною ділянкою тектонічного блоку, який розташований між Центральним та Селідівським насувами з амплітудою зміщування від 200 м до 500 м. Характеризується блок моноклінальним заляганням гірських порід (кут падіння 7-11°). Великих тектонічних рушень немає, крім незначних тектонічних розломів, вони зустрічаються в лавах та мають амплітудк до 0,90.

Шахта має вищу категорія за газом (відносна газова багатість близько 50-80 м³/т), небезпечна з раптових викидів порід та газу. Всі пісковики, що залягають в шахтному полі, при цьому небезпечні за раптовими викидами.

Існує багато факторів, що ускладнюють розробку сировини. Виділяють такі: хибна та нестійка покрівля, вугільні пласти, небезпечні з раптових викидів, породи (пісковики), небезпечні з раптових викидів, водоносні пісковики, які залягають на незначних відстанях від вугільних пластів та при їх підробці вся вода поступає в гірничі виробки.

Вугільний пласт l_3 має складну структуру (складається з 2 або 3 пачок загальною товщиною 1,4–2,55 м та зольністю 17–36%.

У покрівлі пластів залягає сланець нестійкий (B2), він схильний до руйнування, товщиною 2,55-3,55 м. Під час розробки пласта в очисному вибої можна спостерігати обвалювання гірських порід до 2,5-3,5 м, а іноді і на більш значній висоті.

У нижній (похилій) частині поля покрівлі хибна (B1) товщиною до 0,55 м.

У підшві пласта залягає так званий "кучерявчик" (сланець глинистий П2), товщиною до 0,85 м.

Пласт не схильний до самозаймання. Температура гірських порід в похилому полі (максимальна глибина розробки) складає 40-45°C. Кількість метану досягає значень 8-20 м³/т.

Вугільний пласт k_5 має як просту так і складну будову товщиною 0,5-2,3 м та зольністю 26%.

Покрівля пласта представлена нестійким сланцем глинистим (B2) товщиною від 1 до 5 м. Підшва представлена піщаним сланцем («кучерявчик») середньою стійкістю (П2), товщина 1,85 м.

Пласт небезпечний за раптовит викидами вугілля та газу, не схильний до самозаймання. Кількість метану досягає 10-15 м³/т. Температура порід у всіх місцях видобутку становить 33-46°C.

В шахтному полі дуже складні гідрогеологічні умови.

Водоносні горизонти, приурочені до пісковиків, забезпечують при підробці дуже значний приплив води в гірничі виробки. Зверху та знизу

пласта немає стійких та міцних водоносних горизонтів, які можуть сповільнити притоку води в виробки.

Загальна притока води в шахту складає понад 250 м³/год. Після доробки запасів сировини сусідніх шахт приплив води тільки збільшиться.

Границі поля шахти наступні:

- на півдні – умовна лінія (проходить через свердловину №8032)
- на півночі – Глибокоярський скид
- верхня тектонічна межа 650 м,
- нижня тектонічна межа 1200 м.

Розміри поля 17 км по довжині і 4 км за падінням.

2. ОСНОВНІ НАУКОВІ ЗДОГАДИ, ЩО ПОЯСНЮЮТЬ ПРОЦЕС ПІДДУТТЯ ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ

Підняття гірських порід спостерігається на всіх етапах розробки родовища сировини та проявляється з різною інтенсивністю. Головною особливістю такого складного процесу є те, що він залежить від гірничо-геологічних та технічних умов, при яких він проявляється. Так, ми досі не маємо єдиної теорії, яка б повністю описувала та пояснювала процес підняття (піддування гірських порід).

Перші роботи, які були пов'язані з піддуванням підосви підземних виробок, з'явилася ще на початку XX століття, під час відновлення шахт після революцій. Процес вивчали такі вчені як Гурдус, Целігоров, Цимбаревич, Слесарев, Руппейнет, Шейхет, Городнічев, Белаєнко, Глушко, Максимов, Литвинський, Черняк та інші.

Причини, що впливають на піддування підосви підземної виробки такі: руйнування гірських порід, перехід стану гірських порід у пластичний (в'язкий), повзучість гірських порід, видалення зруйнованих гірських порід, інші фактори.

Один з перших, хто систематизував результати досліджень процесу піддування підосви в підземній виобках, був Бокій. Він вважав, що вплив випадкового підняття тиску склепіння покрівлі на м'які породи підосви підземних виробок та посилення цього ефекту є основним фактором піждування порід підосви виробок. Заходи з запобігання цього доцільні лише при малих деформаціях порід підосви. Цей аналіз на наш погляд вузькоспрямованим та загальним.

Протод'яконов у своїх роботах описує деякі випадки піддування, причинами яких були насичення водою гірських порід та хімічний взаєзв'язок порід підоски з водою. Результати цих досліджень прийняті до уваги багатьма вченими, але сфера застосування обмежена.

Пояснити механізм піддуття гірських порід підосви та дати кількісну оцінку явища спробував Городничий. Основні причини, на його думку такі: руйнування гірських порід, видалення пластичних порід, розширення газів, пластичні деформації незруйнованих порід. Автор поспробував виділити дві групи факторів: внутрішні сили, які збільшують навантаження на зміцнення гірських порід внаслідок насичення водою; дія зовнішніх сил завдяки вазі гірських порід. Городничий підійшов до фізичного опису явища піддуття порід з позиції теорії пружності. Теорія пружності визначила помилковість залежностей на початку постановки проблеми, це деформація порід та їх підняття в підосві. Невідповідність прийнятих припущень, а саме реальний характер деформації порід призвели до того, що рекомендованих ним розрахункові формули непридатні на практиці.

Заслуговує уваги перша робота з комплексного дослідження піддуття підосви в підземних виробках є робота Гурдуса. Автор висуває дві гіпотези, від чого є підняття порід підосви: поглинання породами вологи з повітря та гірського масиву та дія сил тиску порід, що залягають зверху, під впливом цих порід підосва пласта рухається у вільному просторі.

Основним фактором Гурдус розглядає гірський тиск. Він розраховує схему сил, які діють на породи підосви підземних виробок, та випинаються в результаті повдовжнього стиску гірським тиском. Гурдус спочатку розглядав вплив на інтенсивність піддування порід підосви розмір цилін, ширину виробок, порядок відробки. Класифікація інтенсивності підняття порід підосви залежить від стійкості порід в покрівлі, але постійно отримує критику з боку інших вчених.

Белов спробував фізично пояснити піддування порід підосви виробок. Він спирається на положення теорії гідравліки. Піддування порід підосви, на його думку, це еластичне розширення глинистого сланцю, що відбувається при усуненні сил поверхневого натягнення води. Автор рекомендує вибирати раціональні конструкції кріплення, та пропонує такі

заходи, що спрямовані на розвантаження гірського масиву навколо підземних виробок та змінення складу гірських порід. Цей підхід показує індивідуальні випадки піддуття порід підшви та може використовуватися тільки в обмежених умовах.

У своїй роботі Сироватка проаналізував процеси при виробництві різних глин. Він вважає, що головною причиною піддування порід підшви в виробках є особливості колоїдно-хімічних та мінеральних часток цих глин. Деформації інших літологічних структур не пояснюються. Як визначається, основною причиною піддування автор являє порушення природного балансу ваги гірських порід в результаті видобутку сировини.

Покровський виділяє основні елементи пластичних порід, які впливають на піддування. Основним фактором є доступність вологи, яка, за його думкою, збільшує обсяг глини, яка збільшує тиск і впливає на піддування порід підшви виробок. Основною причиною такого автор вважає тиск, що створюють верхні породи і ці напруження в породах підшви мають низьку механічну міцність. Тим самим він згоден з факторами, які пропонує Гурдус.

Леонов та Подемщиков відзначають декілька причин, які зумовлюють взаєв'язок гірських порід: отримання гірськими породами гідрофільних властивостей, деформації порід внаслідок порушення їх пружних властивостей, пластичні деформації в породах та вплив цих факторів одночасно. Основним фактором автори вважають саме пластичну деформацію гірських порід в підшві виробок.

Белаєнко та Глушко вважають, що взаємозв'язок виникає внаслідок протікання в гірських породах, що подрібнені під впливанням опорного тиску, пластичних деформацій, це відбувається в результаті збільшення обсягу порід внаслідок хімічних реакцій. Під час виймання вугілля напруги перерозподіляються в навколишніх гірських породах. Біля виробок спочаку створюється зона зменшення напруг. В цій зоні гірська

порода, що забезпечує потенційний запас енергії, деформується з оголеного боку, а потім створює зону руйнування. Взаємозв'язок є результатом повного контролювання процесу, тоді як реологічні властивості гірських порід описуються законами деформацій стандартного лінійного тіла. Це характеризує частину гірничо-геологічних умов залягання, але це не може пояснити піддування гірських порід в підшві виробок, які не схильні до пластичних деформацій.

Барановський з точки зору стійкості порід в залежності від складу та їх товщини розділяє їх на дві такі групи:

- породи, що не містять або мають незначну кількість глинистих компонентів;
- породи, що містять глинисті компоненти у великій кількості, представлені глинистими та слабкими піщанистими сланцями.

Породи 2-ої групи мають, за думкою автора, пластичні властивості, після піддування вони починають руйнуватися при якомусь тиску гірських порід, з часом більш інтенсивно, ніж тиск звичайних порід. Крім цього гірські породи весь час збільшуються в об'ємі при поглинанні вологи.

Руппенат будує такі аналітичні залежності, щ полягають у застосуванні ідеї переходу гірських порід при насиченні водою в пластичний стан. Він вважає, що піддуття можливе головним чином для слабких порід (глини та сланців). Автор пропонує вирішувати пружно-пластичну задачу, визначаючи вплив тиску на посилення руйнування масиву гірських порід. При цьому він враховує неорганізовані деформації навколо масиву, що розглядається.

Шейхет розглядає механізм руйнування порід під час розробки та встановлює два основних типи піддуття для глинистих порід:

- в результаті їх руйнування з поєднанням особливого мінерального і колоїдно-хімічного складу таких порід та проявленням збільшення гірських порід в значному обсязі;

- в результаті гірського тиску, який формується у вигляді гірського потоку.

Обидва ці фактори працюють одночасно. На думку Шейхети, при проведенні підземних виробок у породах, які зберігають перед піддуттям, навколо них створюється зона впливу, розмір якої дорівнює розміру зони непружних деформацій, це також визначається вирішенням пружно-пластичних задач Руппенейта.

Максимов, стверджує, що деформація порід в підшви виробок відповідає більше в'язкопластичному тілу, ніж деформації твердого тіла. За його думкою, деформацію порід в підшві можна розглядати як процес їх безперервного повільного руйнування. На підтвердження теорії Максимов приводить відомі випадки впливу сил тривалої дії антиклінальних та синклінальних складок родовища. На основі цього автор використовує для аналітичного опису взаємозв'язку реологічну модель Бінгема-Шведова. В цій моделі може бути використаний рівень пересування в гірському масиві системи Нав'є-Стокса.

Недоліком такого гідродинамічного підходу є використання константи (числа Рейнольдса), яка має для гірських порід дуже важливе значення. Лабораторне дослідження гірських порід збільшило різницю в мінеральному та хімічному їх складі, а також у структурі гірських порід. Це не може бути причиною схильності до піддування.

Літкін бере за основу теорію протікання матеріалу в пластиковій смузі, яка стиснута двома жорсткими пластинами (процес холодного штампування). Ілюшина розглядає процес піддування гірських порід в підшви виробок як приплив металу, що перетворюється в пластичний стан у канавці, яка виконана в матриці. Так, регулярність поведінки гірських порід в підшві рекомендується описувати рівнем Бінгема для еластично-пластичного тіла. При таких умовах з'єднання можливе в тому випадку, коли породи мають більшу жорсткість, ніж у тому шарі. Цей

висновок сильно суперечить дотриманим природним спостереженням за підуттям гірських порід в підошві виробок.

Цимбаревич розглядає піддування гірських порід в підошві виробок як процес, що подібний до явища випирання сипучого матеріалу (будь-якого) між двома твердими плашками. Це визначається як тиск від ваги масиву гірських порід висотою, яка дорівнює сумі висот склепінь, які забезпечують природню рівновагу. Значення навантаження на матриці в запропонованій схемі є головним суперечливим моментом. Автор чомусь не враховує динаміку цього процесу, а лише обмежує статичний стан граничного масиву. Не враховуються також механічні властивості деформованих порід (крім кута внутрішнього тертя). Проте, незважаючи на це, погляд Цимбаревич став новою і пояснювальною серією випадків піддування підошви, це не можна було роз'яснити іншими гіпотезами.

Вчених, які підтримують таку теорію випинання з під штампів, можна віднести Слесарева, Щукіна та Пономарьова.

Слесарев до основних причин піддування гірських порід в підошві виробок відносить: еластичне розширення слабких глинистих порід після повного зняття навантаження; насичення водою; мала міцність глинистих порід, внаслідок цього тиск верхніх порід, що передається на бічні, проявляється в них пластичними властивостями.

На думку Ростовцевої, піддування порід в підошві є наслідком вивільнення потенційної енергії, що накопичується в гірських породах та залежить від власної ваги і тектонічних процесів. Внаслідок цього навколо виробок бічні породи та в цілому гірський масив розширюється та змінюється.

Багато інформації та фактичного матеріалу природних спостережень було зібрано і виготовлено на шахтах Артемівського родовища (Далекій Схід) в умовах інтенсивного піддування порід Целігоровим. Одночасно велися лабораторні дослідження гірських порід. Автор зробив висновок, що для незначної глибини (200-250 м) структура порід, фізико-механічні

властивості та місце проведення робіт мають значення. Основною причиною в деформаціях є тиск гірських порід, що може проявлятися на різних рівнях в залежності від геологічних умов та експлуатаційних факторів. В якості основного механізму взаємозв'язку автор пропонує пластичну деформацію слабких глинистих порід.

Заславський, підсумовуючи результати досліджень як своїх так багатьох авторів, пропонує такі фактори, що визначають процес піддуття порід в підошві: напружений стан гірського масиву, міцність порід, кут падіння пласта та порід, розшарування масиву, орієнтація виробок в шахтному полі, кількість води, розмір виробки, вид кріплення, термін служби виробки.

Основним критерієм на його погляд, який визначає складність умов розробки, є безрозмірний параметр, який полягає у відновленні міцності гірських порід. В якості цього критерію приймається підвищення гірських деформацій, при яких процес впливає на стан підземних виробок та процесів. Це числове значення автор називає "порогом піддуття". Заславський пропонує залежність, по якій можна у першому наближенні зробити прогноз проявлення піддуття порід в підошві виробки. На його думку, у виробці шириною 3-5 м деформація порід в підошві починає проявлятися при певних значеннях. Заславський розглядає гірські породи в підошві виробки, які беруть участь у деформаціях, балками, на які діють поперечні навантаження.

Сонін, Черняк та Лукічев вважали, що основною причиною піддуття порід в підошві виробки є напружений стан гірського масиву. Деформація порід в підошві пояснює появу певного об'єму порід під час їх руйнування та видалення з них глинистих компонентів, які легко змінюють властивості в пластичний стан. Це відбувається під дією гірського тиску та деяких інших факторів. Такі гірські породи вважаються пружно-в'язкими (пружно-в'язко-пластичні). У цьому випадку руйнування міцних порід пояснюються переходом їх у пластичний стан. Це відбувається під дією

дуже значного тиску на великих глибинах, гірського тиску та напружених твердих мас та інших кількісних та якісних характеристик. Ці процеси швидко проявляються завдяки такому механізму деформації міцних гірських порід.

Васильченко вважає, що основним фактором піддуття порід в підошві виробки є фізико-хімічні перетворення, які відбуваються в структурі порід, це забезпечується конденсацією певної кількості вологи з повітря в тріщинах та порах прилеглої зони та переходом води в тонкі пори та тріщини.

На думку Шестакової, в інтенсивності зміцнення порід крім природних факторів, впливають оптимальних умов для відробки сировини: спосіб розкриття шахтного поля, підготовка, система розробки, тривалість і швидкість початку роботи очисного вибою, стійкість покрівлі виробки (способи їх охорони). На шахтах на глибинах 350-400 м спостерігається піддуття глинистих порід, на глибинах 350-1100 м у процес піддута порід у підошві виробок залучаються пісковики у зоні впливу лави та іноді поза зоною впливу очисних робіт. Імовірність піддуття порід у підошві з глибиною тільки зростає, це впливає на напружений стан гірського масиву та залежить від тиску порід та газів, наявності тектонічних порушень родовища, літології порід в місці їх залягання.

У працях Роєнко, Шашенко, Гапеева, Лозовського, піддуття порід к підошві виробок також розглядається як результат пружно-пластичних деформацій гірського масиву.

Шміголь, Кириченко та Рева зазначають, що в таких умовах слабкі гірські породи (глинисті сланці) деформуються у виді крихкого руйнування, а саме процес піддуття порід у підошві виробок слід розглядати як результат "вигинання" скельних гірських порід.

Пірський та Колона на основі інструментальних спостережень на декількох шахтах Західного Донбасу та лабораторних випробуваннях гірських порід встановили, що деформація гірських порід у підошві

виробок, представляє собою композитну конструкцію з вираженим неправильно шаром товщиною 4,0 м як по ширині так і глибині. Вони виділили дві зони такої деформації гірських порід в підошві: на глибині 2-3 м та більше 3 м.

Негрій під час вивчення цих процесів в умовах глибоких шахт прийшов до висновку, що піддування порід у підошві виробок при порушенні рівноважного стану що спричиняється ‘дрейфом’ гірських порід. В цих умовах гірський масив слід розглядати як дискретний. Автор розробив схему див. рис. 2.1. Цей алгоритм розрахунку напруг на підошві виробок детально розроблений Соколовським на основі теорії граничної рівноваги.

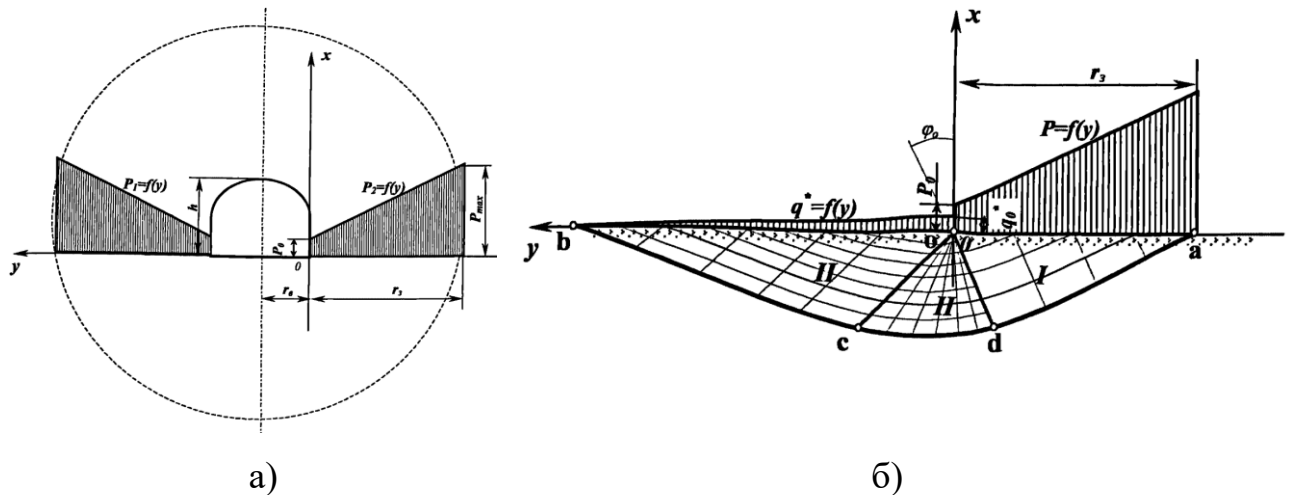


Рисунок 2.1 – Розрахункові схеми, розроблені Негрієм:

- а) схема для визначення зростання стиснення в зоні пружних деформацій (змінюється відповідно до трикутного закону), б) схема для визначення нормальної напруги

Результати розрахунків цими схемами, співпадають з основними результатами проведених вимірювань, та відрізняються від тих, що розраховуються за відомими схемами подвійного розподілу Слесарева (рис. 2.2 а) та Цимбаревича (рис. 2.2 б).

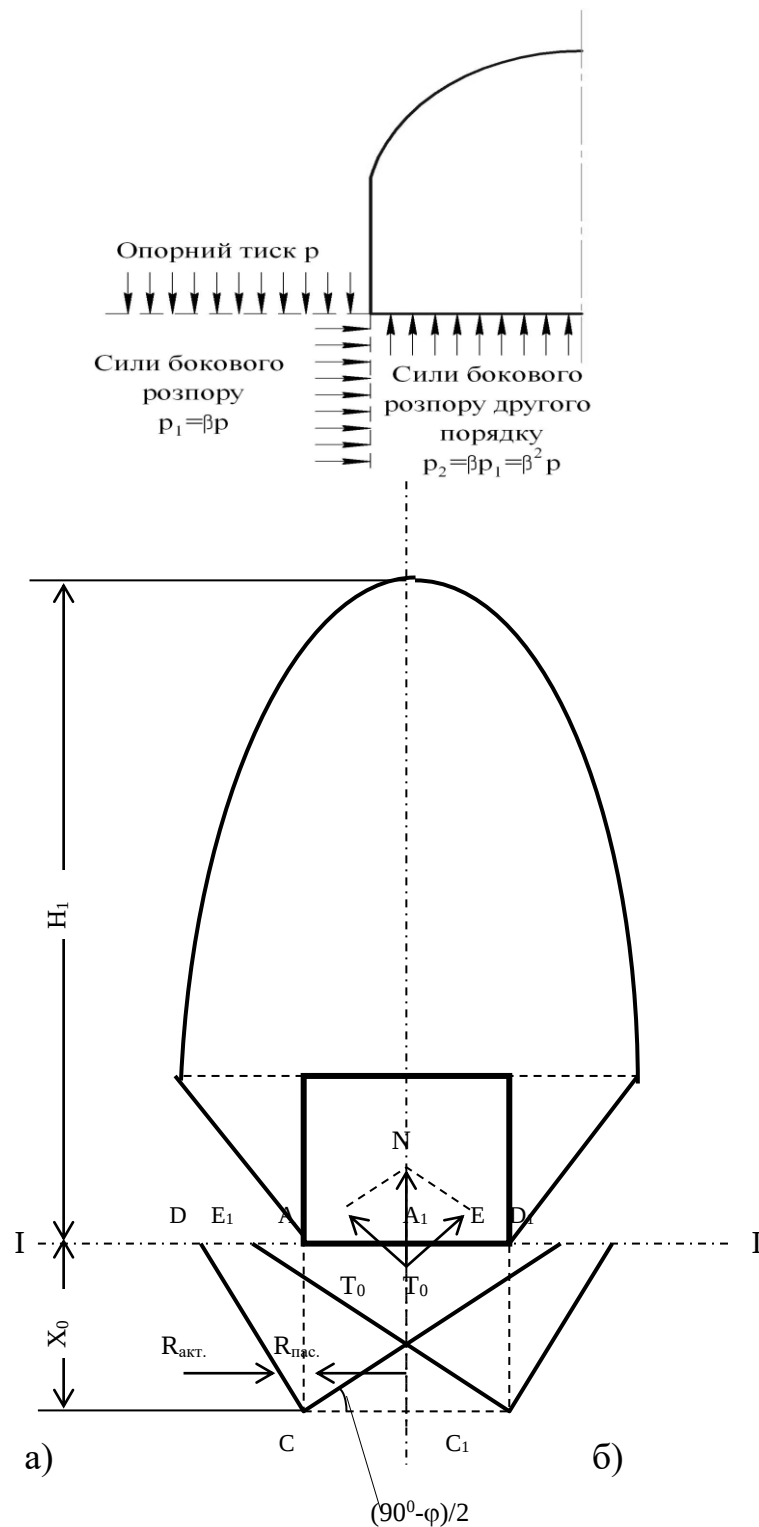


Рисунок 2.2 – Схеми для визначення тиску на кріплення порід з підшви
виробки Слесаревим (а) та Цимбаревичем (б)

Узагальнення цих гіпотез здійснив Литвинський, який пояснює причини піддуття порід в подошві виробок, приводить відповідні механізми (форми) цього процесу. Він базується на аналізі механізму

втрачання стійкості виробок при розробці родовищ при різних значеннях напруг. Порівнюючи схему анкерування контурів виробок з діаграмою, що визначає міцність гірських порід, можна визначити на схемі стійкість порід, граничні межі та нестійкі ділянки контуру виробки. Характер та управління станом виробок залежать від знаку та амплітуди при найбільшій різниці основних напруг. Руйнування порід на контурі впливає стійкість сусідніх більш стійких зон на контурі виробки. Змінення регулярності перерозподілу напруг при поступовому управлінні призводить до змінення форми наступного ланцюга: при збільшенні кривизна схеми в цій точці вона збільшується, та на павпаки при зменшенні кривизни зменшується. Якщо гірські породи руйнуються під дією напруг розтягання, стійкість їх зростає, проте коли гірські породи руйнуються стискаючими напруженнями стійкість зменшується. На рис. 2.3 бачимо механізми піддугтя порід у підшви виробок, які пояснюються Литвинський.

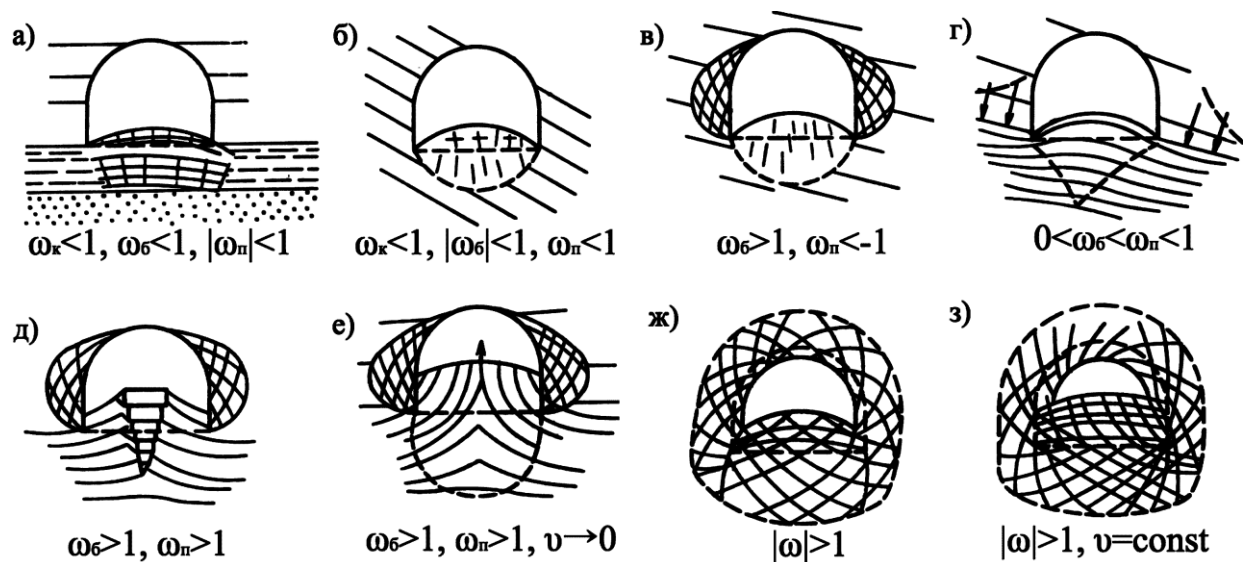


Рисунок 2.3 – Механізми піддугтя гірських порід у підшви виробок по Литвинському

а) піддування; б) піддування та замочування; в) замочування та подальший набряк; г) піддування з під штампа; г) поздовжньо-поперечний вигин з утворенням зони непружних деформацій порід; е) в'язко-пластичне

насичення вологою; ж) утворення зони непружних деформацій порід; з) в'язка течія за наявності вологи в зоні непружної деформації

Аналіз дозволив нам стверджувати, що в залежності від гірничо-геологічних умов розробки родовища сировини процесу піддуття гірських порід в підшві виробки має різну природу, інтенсивність та форму. Зосередившись на цих умовах розробки вугільних пластів, можна зазначити, що описання механізму деформації порід у підшві виробок дають ті гіпотези, які характеризуються створенням зон непружних деформацій навколо виробок, і, як наслідок, руйнуванням гірського масиву в межах такої зони. Ці гіпотези є найсучаснішими та доволі правильно описуючі поведінку порід. Правильне уявлення про такий механізм деформаційних процесів порід у підшві виробок є основним ключем до вибору ефективних засобів боротьби з піддуттям порід у підшві виробок.

3. ОСНОВНІ НАПРЯМИ В СУЧАСНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ПРИ ПОВТОРНОМУ ЇХ ВИКОРИСТАННІ

Світовий досвід гірничих робіт в підземних умовах дозволяє накопичувати значну кількість рішень (теоретичних і практичних), які є основою засобів забезпечення доброї стійкості гірських порід у підошві виробок. Основні напрямки цієї концепції слід зводити до наступного:

- застосування закритих конструкцій кріплення виробок у підошві (монолітних, каркасних або збірних);
- розвантаження гірського масиву від високих напруг (регіональних, локальних);
- змінення властивостей порід у підошві виробок (механічний, фізичний та хімічний впливи);
- комбіновані методи впливу на властивості порід;
- підривання в гірських породах.

Кріплення закритого типу знайшло основне застосування в деяких капітальних виробках зі значним терміном служби. В цьому випадку застосовуються жорсткі бетони, податливі бетони, залізобетони, блоки, трубні кріплення. Кріплення виробок, що обслуговують очисні вибої закріплюються як правило металевим кріпленням з круговими (еліпсоподібними) закритими конструкціями, арочне кріплення з задньою аркою не витримує тиску порід у підошві та в зв'язку з цим практично не використовуються. Основною причиною вважається занадто великі деформації порід у підошві цих виробок.

Регіональні розвантаження гірського масиву від високих напруг не завжди технічно доцільні, використовуються рідко, їх економічна доцільність не виправдовується.

Методи локального розвантаження ґрунту ґрунту на тому, що навколо виробок створюються зони зі зниженою міцністю гірських порід або

звичайних порожнин у гірському масиві. В якості засобу контролю за зниженням міцності гірських порід пропонуємо використовувати заряди по контуру порід. Це призводить до вимушеного розвитку зони зруйнованих порід навколо нашої виробки, але не завжди має позитивний ефект. Розвантажувальні порожнини створюють як правило у підшві виробок та її боках. До цього можна приєднати буріння свердловин довжиною 10-12 м та механічним утворенням тріщин або підривом.

Щілини в підшві виробок з плином часу закриваються, внаслідок цього ефект поступово зникає, для забезпечення ефективної роботи щілини необхідно заповнювати сипучим матеріалом (звичайним піском). Створення порожнин з боків нашої виробки зменшує піддуть порід у підшві, але в той же час збільшуються зміщення покрівлі (10-15%), а це знижує ефективність цих способів.

Зміцнення порід в масиві розвивається на мікро- та макрорівнях. У випадку мікрорівня змінюються фізичні та механічні властивості порід, у випадку макрорівня з порід, які знаходяться в підшві виробки, створюються конструкції підвищеної несучої здатності (електроосмотичні) Електроосмотичне зміцнення це зневоднення порід за рахунок зменшення водних плівок навколо часток породи та зменшення зв'язку між частками. До таких способів відносять термічне плавлення, випалювання та заморожування. Термічне плавлення та випалювання дозволяють створити навколо гірських порід монолітну оболонку. При цьому структура гірських порід буде змінена за рахунок нагрівання до високої (1000°C) температури до за рахунок проходження через електрообладнання електричного струму або згоряння в палива в свердловинах. Заморожування гірського масиву оснований на перетворенні води, яка знаходиться в породах у підшві виробок, в твердий стан. Метод можна застосовується в умовах слабких порід, які насичені водою. На наших шахтах ці методи через гірничо-геологічні умови не застосовуються.

Змінення макрорівню відбувається як поєднання кам'яних блоків між собою та з гірським масивом механічними або хімічними способами. Доволі якісне механічне поєднання створюють анкерні кріплення, які в якості несучих елементів мають метал, склопластик, дерево, мотузку, стрижні, полімер тощо. Закріплюються вони в породах механічним (клиновий, розпирний та ін.) та хімічним (смоли, цементні розчини, полімерні суміші) способами.

Останнім часом найбільше застосовуються жорсткі полімерні анкерні системи. Вони знаходяться по всій довжині свердловини. Розрізняють скляно-полімерні та гнучкі мотузкові анкерні системи. Використання такого кріплення в підшві дає повну гарантію х необхідності руйнувати породи в підшві виробки в майбутньому. Жорсткі полімерні анкери в більшості випадків незавжди ефективні для кріплення підшви виробки. В таких умовах краще застосовувати для кріплення підшви гнучкий канат з склополімерними анкерами. Їх застосування для кріплення підшви зменшує кількість підтрвань підшви десь на 20%, якщо товщина найменшого міцного шару не йде глибше закріплення, або десь на 40-60%, коли кінець анкеру закріплюється в твердих породах. Ці системи ефективні, крім деяких випадків.

Хімічне поєднання гірських порід робиться за допомогою вприскування різних в'язучих речовин, а саме: силікатних розчинів, цементно-піщаних та цементно-глинистих розчинів, в які додаються пластифікатори та в'язучі речовини, сечовини, пінопласт та розчини полімерів, фенолформальдегідні смоли. Її ефективність від хімічного посилення на різних етапах роботи різне. Має відносно високі витрати матеріалів та обладнання через різні властивості масиву в просторі.

Комбіновані способи підвищення стійкості порід у підшві виробок базуються на поєднанні різних технологічних рішень. Заслужують уваги такі комбінації - послідовне використання арматури та закритих кріплень з механічними замками. Одним з комбінованих методів на перспективу є

активне зростання з подальшим зміцненням, полягає в застосуванні камуфляжних зарядів спочатку з подальшим введенням у породи підосви виробок закріплених розчинів. За думкою автора Литвина використання дозволяє повністю виключити піддування підосви. Але спосіб не може бути використаний в наших умовах через високу складність робіт та значну вартість. Застосовується при будівництві тоннелів.

В останні роки зарекомендувала себе така комбінована технологія кріплення, що поєднує армування склепін з металевими каркасами або бетонним шаром для закріплення порід у підосві виробок. Ці технологічні рішення зменшують підривку підосви, але мають великі капітальні вкладення, а це суттєво збільшує складність виконання робіт.

Значна вартість робіт із зміцнення порід підосви виробок, недостатнє фінансування, що виділяється шахтам призводить до того, що єдиним способом боротьби з піддуванням порід у підосви виробки може бути тільки цей варіант з використання підривних робіт або відбійних молотків.

З вище сказаного ясно, що найкращим перспективним напрямом забезпечення стійкості порід у підосві виробок є зміцнення гірських порід, що реалізується на макрорівні. Резервом для забезпечення стійкості порід у підосві виробок при такій технології кріплення є впорскування сумішей нового рівня. Тому розробка нових рішень для забезпечення стабільності порід у підосві виробок та розроблення на їх основі нових можливостей підтримання виробок при піддуванні порід у підосві з використанням цих параметрів для умов вугільних шахт є актуальним науковим завданням.

Сьогодні стан гірничих робіт з підземного видобутку характеризується збільшенням (постійним) довжини виробок, що підтримуються та збільшенням витрат на їх спорудження та обслуговування. Маємо постійне старіння шахтного фонду, зношене обладнання та комунікацій. Майже всі шахти країни перевищують термін

роботи в 30 років. Середня глибина розробки родовищ сягає більше 800 м, а на деяких шахтах досягає вже 1600 м.

У зв'язку з цим гірничо-геологічна служба надає такі висновки: повинна бути забезпечена державна підтримка шахт (їх сьогодні більшість), де ведеться розробка на значних глибинах, необхідно зменшити довжину підтримуємих виробок (бажано використовувати повторно) та обсяг ремонтних робіт у них.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТИВНО ІСНУЮЧОГО ЗВ'ЯЗКА ДЕФОРМУВАННЯ ЗРУЙНОВАНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД НАВКОЛО ПІДЗЕМНОЇ ВИРОБКИ

Аналізуючи витрати, що пов'язані з утриманням та ремонтом підготовчих виробок на більшості шахт країни, а також вивчаючи капітальні та інші виробки шахт, можна сказати, що найбільшими проблемами в їх підтримці є боротьба з гірським тиском, який тільки посилюється з глибиною.

Питомий внесок у вивчення геомеханічних процесів, що протікають в гірському масиві та впливають на піддування порід у підшві виробок, внесли такі вчені, як Виноградов, Зорін, Колесніков, Кошелев, Литвинський, Максимов, Новікова, Роєнко, Сдвіжкова, Тулуб, Черняєв, Парчевський, Шашенко, Усаченко та ін.

Цими авторами були вирішені важливі питання щодо змінення напружено-деформованого стану гірського масиву вмісту, а саме в розроблені можливостей боротьби з піддуванням порід у піюшві виробок з метою їх підтримання в стабільному стані при різних умовах розробки.

Однак при всій ефективності розроблених можливостей, аналізі великої кількості гірничо-геологічних умов вугільних шахт, в більшості випадків залишається тільки зменшити кількість підрибок, розширити процес піддування, який не припиняється в часі.

Взаємозв'язок з цим вимагає необхідності розробки нових, більш детальних, ефективних та економічно раціональних методів запобігання процесу піддування порід у підшві виробок, використання одночасно декількох заходів, які будуть зменшувати недоліки інших можливостей. Це підвищить ефективність запропонованого комплексу в цілому.

Тому, виходячи з вищесказаного, основним науковим завданням є розроблення та обґрунтування геомеханічних параметрів вискоефективного засобу боротьби з піддуванням гірських порід у підшві виробок на основі

комплексу заходів (технічних) з урахуванням складу гірської маси (геологічного).

Для вивчення процесу проявлення піддування порід у підошві в підготовчих виробках з тривалим терміном служби на шахтах були проведені інструментадбні спостереження. В результаті них було встановлено, що величина та швидкість витіснення гірських порід в контури виробки згасє при відсутності значних пересувань у породах підошви на глибині >4 м в залежності від кількості зроблених підрибок.

Характер змінення гірських порід у підошві був однаковим, це свідчить про впливання регулярності тих процесів, які входять до контуру масива до та після підривання порід. Проведені дослідження дозволяють розділити виробку на декілько областей. Ці ділянки будуть характеризуватися різною інтенсивністю механічних процесів, а саме: область пружної деформації; область пластичної деформації; область інтенсивного піддування порід у підошві; область стабілізації (незначне продовження процесу піддування порід у підошві).

Характерною особливістю є найшвидкий ріст деформації, який має короткий проміжок часу та відбувається після досягнення пластичними деформаціями певних критичних значень.

Процес піддугтя підошви є двоступеневим. Ці ступені втрачають пружно-пластичну стійкість порід і призводять до збільшення інтенсивності деформацій.

Після робіт з підрибки підошви спостерігається активний розвиток процесів піддування в початковий період (30-50 діб) і загальний у наступний період до затухання. Різна інтенсивність процесів піддування підошви на різних горизонтах у початковий період (25-35 днів) пояснює чому піддування порід виявляються швидше на нижчих горизонтах. В результаті характер умов змінюється в залежності від інтенсивності процесу підрибки після піддування порід у підошві та періоду впливання на різних глибинах.

Проявлення гірського тиску порід в підготовчих виробках у вигляді піддування гірських порід у підшві (рис. 4.1) відбувається внаслідок впливу значної кількості природних (геологічних) і виробничих (експлуатаційних) факторів. Проте стійкість порід у підшві виробок залежать головним чином від властивостей (фізико-механічних) гірських порід та напруг, які діють в породах, масивах гірських порід, тектонічних процесах та при видобутку сировини. Тому вся увага направлена на зменшення піддування порід у підшві шляхом змінення показників цих факторів та використання більш сприятливого їх поєднання.

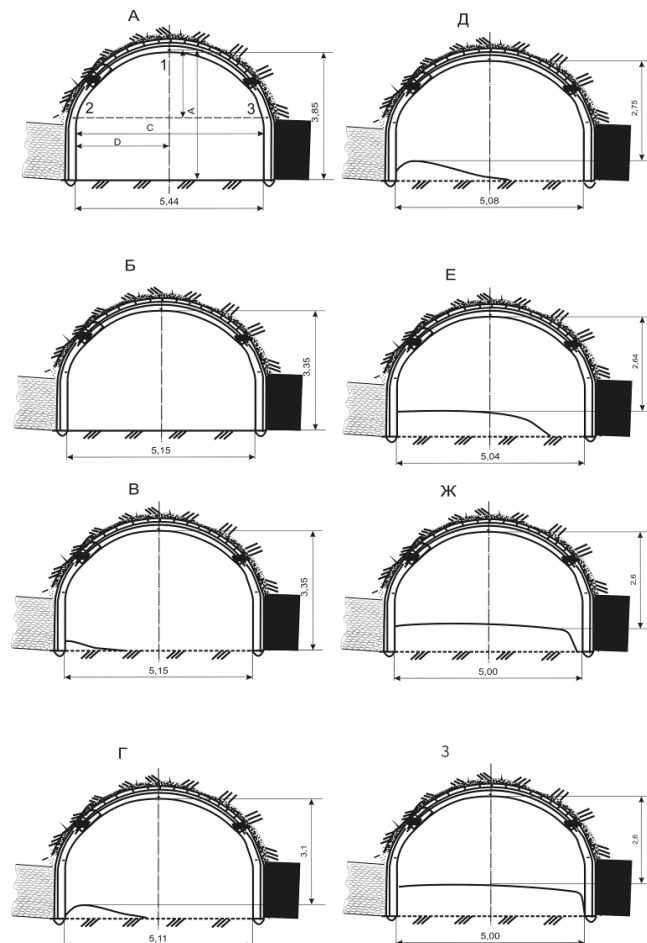


Рисунок 4.1 – Деформування контуру підготовчої виробки в залежності певної від відстані до лави

Високе значення зближення порід покрівлі до порід підшви на конвеєрному штреку пояснюється тим, що він перебуває в гірших умовах,

ніж вентиляційний штрек за більш глибокого залягання та способу охорони, тому саме інструментальні спостереження походилися на конвеєрному штреку. За результатами спостережень виявлена велика збіжність покрівлі та підосви штреку, переміщення бічних порід, а також залежність перміщення цих порід від відстані до лави (рис. 4.2).

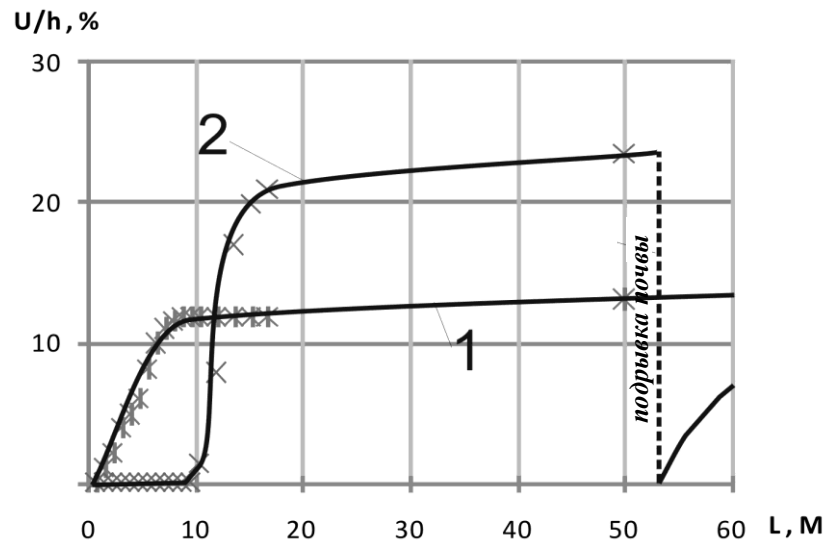


Рисунок 4.2 - Графіки переміщення порід покрівлі (1) та підосви (2) в залежності від певної відстані до лави

Інтенсивні переміщення гірських порід спостерігалися на відстані від лави 8-10 м. Як видно з рисунка, величина пересування покрівлі та підосви становить 35% від висоти виробки вже в 18 м від лави, тоді як величина піддугтя підосви складає 23%. При цьому їх основна величина спостерігається на відстані 10-20 м за лавою для порід підосви та до 10 м для порід покрівлі. Потім перміщення порід згасають.

Як видно з рисунку 4.2, основні перміщення спостерігаються в зоні впливу робіт з видобутку сировини. Відсутність переміщень порід на відстані до 8 м, зумовлена способом охорони у виробці. У цій зоні гірські породи ущільнюються, після ущільнення на відстані більше 8 м тиск від ваги верхніх шарів порід передається через захисну конструкцію, та в залежності від цих сил вони переміщуються у вироблений простір лави (рис. 4.3).

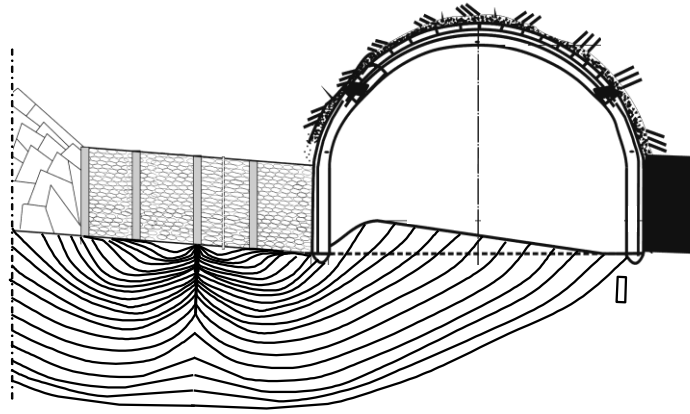


Рисунок 4.3 – Характер переміщення порід у підлошви в контур виробки

Підлошви гірських порід переміщуються досить нерівномірно по всій ширині підготовчої виробки. Спочатку, в 10 метрах від очисного вибою, породи підлошви були змінені не сильно, далі зсув збільшується з переміщенням гірських порід в центр виробки, далі до ніжки кріплення зі сторони гірського масиву. Наприкінці значення переміщення становило 1,35 м.

Як показали спостереження в вентиляційному штреку, характер піддування гірських порід у підлошві подібний до попереднього випадку (конвеєрний штрек), тобто, частина порід підлошви починала своє переміщення з боку лави. Цей підтверджує те, що причиною піддування гірських порід у підлошві виробки є видавлювання їх з-під свердловин, що завчасно пробурена та виконує роль штампа.

Як показують результати спостережень, даний спосіб у шахтних умовах неефективний, а це свідчить про необхідність пошуку більш ефективних в даних умовах або розробки таких, при яких вплив ваги гірських порід на підлошву виробки буде мінімальним.

На основі результатів спостережень прояву гірського тиску можна скласти наступне:

1) В умовах розробки сировини гостро стоїть проблема збереження стійкості виробок, які будуть використовуватися повторно;

2) Поганий стан виробок у наших умовах обумовлений зміною властивостей порід у підошві;

3) Піддування гірських порід у підошви - це процес екструзії гірських порід від дії їх ваги при активній роботі лави;

4) Необхідність використання більш ефективних методів підтримання або розробка нових методів боротьби з піллуванням порід у підошві виробок.

5. ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ СТІЙКОСТЬ ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ПОВТОРНОГО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

При виборі методів боротьби з піддуванням гірських порід у підошві спочатку визначається потреба в додаткових заходах. Після цього необхідно оцінити використання методів підтримання в цих гірничо-геологічних умовах та наявні засоби для виконання таких робіт.

Заходи боротьби з піддуванням порід у підошви розділяємо на п'ять груп:

- використання сприятливих гірничо-геологічних і технічних умов розробки сировини;
- зміцнення порід у підошві;
- розвантаження гірського масиву;
- комбінації методів;
- особливі методи боротьби з піддуванням.

До першої групи прийнято відносити методи:

1) Спорудження виробок у виробленому просторі. Така технологія передбачає проведення однієї з виробок поблизу межі із обваленими породами (межа виробленого простору). Технологічні схеми такоого проведення особливо часто застосовуються при значній йтовщині пластів, інколи при середній на тонких пластах взагалі не використовуються. Ефективність цього способу визначається змінням напружено-деформованого стану гірських порід. Виробки проводять у ненавантаженому масиві гірських порід, це призводить до створення значних зон непостійних деформації. При цьому збільшення коефіцієнта розширення порід в таких виробках менше, ніж у виробках, які проводяться в гірському масиві. Результати досліджень динаміки змінення тиску показують, що необхідно звертати увагу на деякі важливі моменти. Масив гірських порід періодично змінюється під час обвалювання. Це залежить від обвалення основних порід покрівлі та періоду цього обвалення. Газодинамічні властивості гірських

порід також мають залежність від періодичності таких змін. Ще момент – це відстань від лави до штреків. При цьому необхідно враховувати періодичність плавного обвалювання гірських порід. За рекомендаціями ВНІМІ, час відставання від лави залежить від глибини розробки та міцності гірських порід та становить близько 3-4 місяці.

2) Спорудження виробок слідом за посуванням очисного вибою. Це варіант безперервного розвитку піддування набув поширення завдяки значним переміщенням порід на сполученнях з лавою. При такому варіанті лише поблизу лави починається розвиток піддування, не залежно від місця проведення робіт. Охорона виробок при проведенні їх слідом за лавою може спричиняти проблеми із завалами. При охороні виробки за схемою масив-бутова смуга піддування порід становлять в середньому 200 мм. Ці зсуви не накопичувались раніше та були випадковими. При охороні виробок двома бутовими смугами середніх розмірів піддування порід у підошви складають 300 мм. При охороні виробок бутовими смугами щільність може змінюватися, що дозволяє регулювати піддування гірських порід у підошві виробки. Для цього підошву необхідно розділяти двобічними бермами шириною до 4 м. Також необхідно прокласти смугу за бермою з щебеню. Зокрема того, берми можуть бути підкріплені використанням переносного кріплення, воно створює опору межі із виробленим простором очисного вибою.

3) Спорудження виробок по обваленим та ущільненим породам. При цьому способі значно покращується охорона виробок та зменшується піддування порід у підошві виробок. Але в цих випадках виробки відчують вплив гірського тиску, піддування порід у підошві в них досягає значних значень. Пропонується проводити виробки в зонах розвантаження від гірського тиску. Такі зони, як правило, розташовані біля границі вугільного пласта в обвалених та ущільнених породах покрівлі. При проведенні виробок в таких зонах розвантаження взагалі відсутні опори, під впливом яких проявляється піддування порід у підошві підготовчих виробок. Сутність

такого методу полягає в створенні в гірських породах з високорозвиненої мережі макро- та мікротріщин. Можна буде передбачити, що гірський тиск (викликаний вагою порід) на кріплення не буде залежати від глибини розробки. Збільшення напруг буде призводити до ущільнення порід, це призведе до зменшення піддування гірських порід. Застосування методу стосується пластв вугілля товщиною >1 м.

До другої групи належать відносять методи:

1) Використання анкерування. Питання про необхідність закріплення порід у підошві залежать від гірничо-геологічних умов залягання родовища та експлуатаційних умов його розробки. Умовою ефективного використання анкерування для зміцнення порід підошви є цілісність породи (ще не зруйнована). Анкерування не працює, якщо анкери встановлені у зруйнованому масиві гірських порід. Це видно з досвіду закріплення порід підошви. Підошва, в якій гірські породи мають міцність нижче 25 МПа, м'який «кучерявчик», вугілля та слабкий глинистий сланець, при товщині <20 см взагалі не підлягає закріпленню в ній анкерів. Під дією тиску такі породи схильні до руйнування на дрібні шматочки. Зміцнюючий ефект анкерування обмежується незначним обсягом. Порода в цьому випадку зруйнована та віджата від масиву. Низької міцності породи відрізняються значно юплощиною ослаблених шарів, та також не можуть бути зміцнені анкерами. В залежності від насичення гірських порід підошви водою можна застосовувати різні методи буріння шпурів під анкери. Іноді рекомендується використовувати тільки сухе буріння. Аби мати передумови для доцільності закріплення порід підошви, необхідно виконати спочатку важливі вимоги до організації робіт з проведення виробок: по-перше - можливість розміщення в обладнання для буріння шпурів у виробленому просторі очисного вибою; по-друге – це підвищення швидкості залучення машинного виробництва.

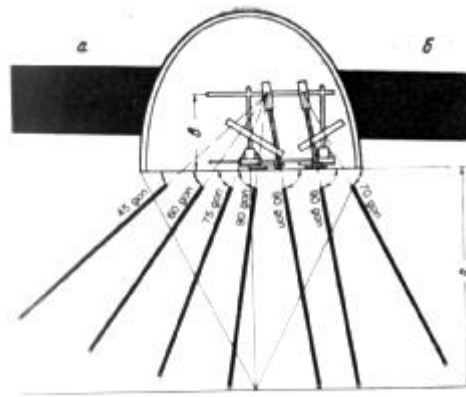


Рисунок 5.1 – Схема анкерування порід у підосві

2) Полімерне зміцнення порід у підосві та використання різноманітних смол. Один із заходів, який спрямований на зменшення піддування порід підосви у підготовчих виробках, це збереження стійкості (природної) гірських порід, що складають підосву. Підвищення міцності гірських порід можна забезпечити перешкоджаючи доступу води до окремих блоків та шматків гірських порід. Для запобігання доступу води в гірські породи можна використовувати різноманітні смоли та сечовину, які широко використовуються в створенні фільтраційних завіс, що зменшують надходження води.

Третя група методи:

1) Вибухове розвантаження гірського масиву. Суть методів полягає в тому, що здійснюється камуфляжний вибух вибухової речовини на певну глибину порід в підосві виробки, через що контакт з породами в опорній зоні гірського тиску зникає. До цього бічний тиск сприймається як зона міцних порід, що розташовані на значно більшій глибині. Зокрема, при наявності пластичних деформацій гірських порід внаслідок крихкого руйнування, камуфляжна порожнина поступово заповнюється гірською породою. Розташування камуфляжних порожнин під стовпами призводить до тих же результатів. При застосуванні цього тиск віддаляється на глибину гірської маси. Це сприяє підвищенню стійкості порід у підосві. Параметрами методу є довжина розвантажувальних свердловин, відстань між ними,

величина вибухових речовин в свердловинах, кут нахилу розвантажувальних свердловин до горизонту та до порід підосви.

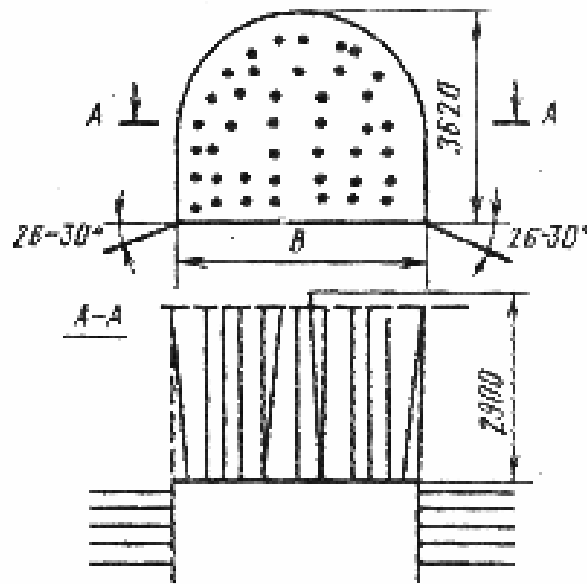


Рисунок 5.2 – Схема вибухового розвантаження гірського масиву

2) Управління стійкістю підготовчих виробок викладенням бутової смуги. Для виробок, які використовуються повторного, створений новий метод охорони, який заснований на активному впливанні на процеси гірського тиску. Це допомагає отримати додаткову консоль для основної покрівлі та викласти бутову смугу з викладенням розруйнованих порід уздовж підготовчих виробок, цим забезпечуючи необхідний перерозподіл напруг навколо смугт. Консоль звисає вздовж виробок, забезпечує стійкість. Під іншою його частиною викладається бутова смуга попереднього розділення, для неї отвори в породаї підосві піддуваються, а потім ущільнюються. Щоб збільшити ущільнення порід та забезпечити високу герметичність в районі бутової смуги, необхідно впорскувати в смугу герметичний розчин. Ширина та розташування бутової смуги щодо виробок, що охороняються, вибирається так, щоб можна було оновлювати консоль. Чим міцніша порода, тим більший початковий зазор у бутовій смугі та менша її ширина.

3) Устрій розвантажувальних тріщин. Можливість зменшення деформації гірських порід може мати місце при зміні напруг в зоні піддування порід у підшві. Завдяки створенню розвантажувальної щілини в породах підшви горизонтальний напружений стан порід підшви, рухається в глибину масиву. Гірські породи підшви розвантажуються від горизонтальної напруги, а зона можливого піддування порід у підшві переміщується на значно більшу глибину. Внаслідок вертикальних напруг відбувається взаємне зближення стінок розвантажувального зазору. Піддування гірських порід пов'язане з тим, що гірські породи, розташовані під розвантажувальною щілиною, під дією горизонтальної напруги подаються під кам'яну породу. Невдалими результатами заходу можуть бути такі випадки, коли породи руйнуються та піднімають скельний блок, коли щілина внаслідок клиноподібного утворення в зоні ослаблення міцності порід закривається.

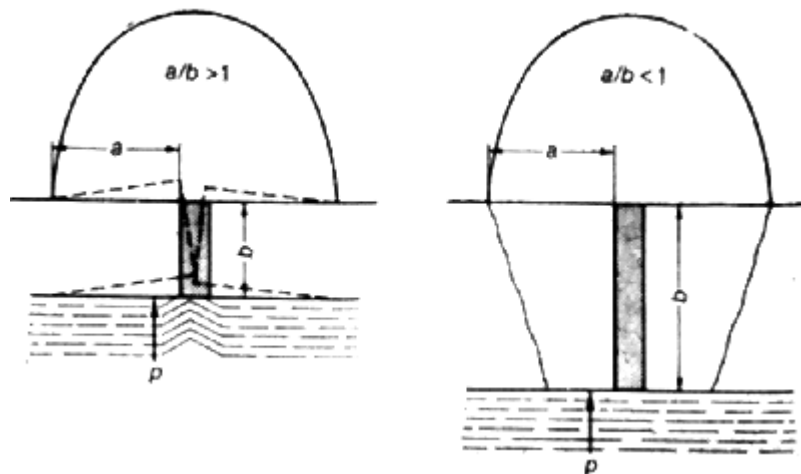


Рисунок 5.3 – Устрій щілин розвантаження

4) Знеміцнення гірських масивів бурінням шпурів (свердловин). Використання методу призводить до ослаблення гірського масиву. Перемички, що розташовані між свердловинами, руйнуються, зона максимальної напруг рухається в масиві по довжині шпура (свердловини). Знищення перемичок відбувається плавним прогібом шарів гірських порід у цій зоні. Згідно з дослідженнями Комісарова, найбільш ефективної дії

досягається буріння біля очисного вибою. Прогіб шарів гірських порід пов'язаний з постійним опором перемичок, який забезпечується відновленням ширини перемичок до величини діаметра свердловин, який дорівнює 0,80-1,0. Оптимальна довжина свердловин близько 10 м. Проведені експериментальні роботи, вони показали ефективність такого методу при бурінні свердловин.

5) Торпедування гірських порід. Спосіб заснований у запобіганні передавання напруги на масив порід. За його допомогою при управлінні гірськими породами виконуються такі функції: в опорній зоні гірського тиску торпедування перешкоджає передаванню напруги на масив порід та зменшує статичну складову опорного тиску. Взаємозв'язок з цією ефективністю торпедування зростає із збільшенням відстані дії на масив перед очисним вибоєм. Необхідно рахувати цю відстань, особливо коли вона віддляєється від дії на найдаальший шар від пласта.

Комбіновані методи боротьби з піддуттям порід у піошві виробок:

1) Створення активного навантаження з подальшою зміною його параметрів. Призначається цей метод для створення в породах підпошви ненавантаженого від товщини потужного монолітного зв'язку з укріплених гірських порід, який здатний витримувати значні навантаження від гірського масиву. Цей метод також призначений для запобігання піддування гірських порід у підпошві через впливання в процес деформації (природний) та усунення поздовжньо-поперечного вигину шарів порід. Боротьба з піддуттям порід підпошви активного розвитку при подальшому зміцненні створена для цих зон. Після оброблення гірської породи виходить добре підготовлена будівельна конструкція. Кріпильний розчин заливають в криволінійні щілини між боками для зручності. Особливістю створення є міцність гірських порід, яка може досягати 200-400 та більше. Роботи з розвантаження виконуються одночасно з відставанням від вибою не >10 м. Це пояснюється тим, що в початковий період у виробці змінюється інтенсивне зсування гірських порід зі створенням зони невиявлених деформацій.

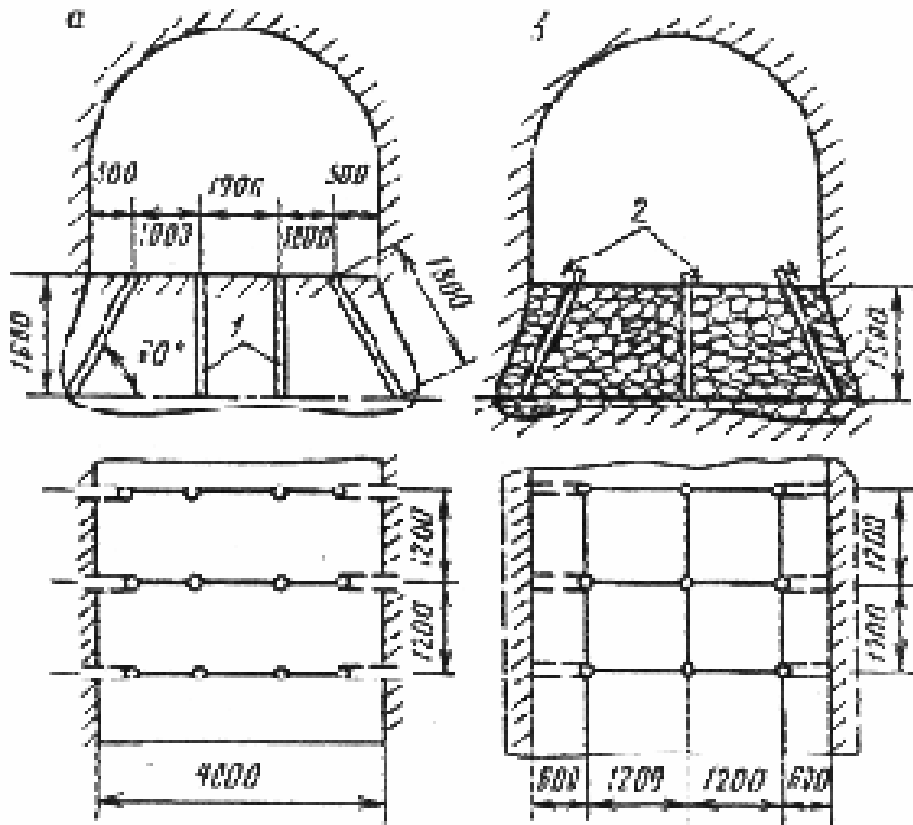


Рисунок 5.4 – Схема способу

2) Зміцнення вибухом. Цей метод представляє собою одночасне розвантаження гірського масиву та його зміцнення. На відведеній ділянці в породах підосви просвердлюють отвори, вводять в них спеціальний розчин, здійснюють вибухові роботи, утворені вибухом пустоти заповнюють знову розчином. Це випробування проведено для різних гірничо-геологічних умов та має основні параметри при твердінні порід, які були зруйновані вибухом. Показниками методу є такі: відстань свердління між отворами не > 1 м, глибина отворів не $< 0,75$ м від ширини виробки, кількість отворів на 1 метр квадратний порід підосви не < 1 , витрата розчину не $< 0,1$ м.куб. на 1 кв. порід підосви. Застосування: виробки з терміном служби не < 10 років, та стабільні з точки зору геомеханічної стійкості гірського масиву з міцністю більше 14 МПа, з інтенсивністю піддування порід у підосві не більше більше 2,5 мм/добу. Використання методу доцільне не раніше, ніж через 3-4 хв. після

проведення виробки, та поза зоною активного впливу очисних робіт в лаві. Метод ефективний при зменшенні піддугтя порід підосви в 2,5 - 4,7 рази, отримує швидкість 0,1 - 0,3 мм/добу забезпечує за умови підривання підосви протягом 2,5 років. Період застосування в виробках становить 6-8 років.

3) Руйнування порід підосви підривним способом з використанням потім армуючого кріплення. Сутність методу полягає в наступному: гірська порода, що заповнює площу перерізу виробки, в процесі руйнування видаляється за допомогою транспорту. В цей час відбувається миттєве руйнування порід за допомогою вибухових робіт. Зруйнована порода у підосві та гірські породи, що знаходяться нижче, видаляються. Для запобігання розліту зруйнованих гірських порід при проведенні цих робіт укладають ліжак та встановлюють гідравлічні опори (20-40 т.) на 1 м виробки. Зруйновані породи у підосві виробки в цьому випадку виконують роль заслінки. Ці роботи є єдиним технологічним процесом. Цей метод застосовують в основному для антрацитових порід (породи з високим ступенем метаморфізму та низьким вмістом вологи) та може застосовуватися у виробці, яка проводиться поза зоною очисних робіт, або у зоні підвищеного тиску. При проведенні підривних робіт може будь-яка площа перерізу; кріплення виробок різної форми та матеріалу (арочне або трапецієподібне, металеве); кут нахилу шпурів 45-65. Встановлення кріплення проводиться в зоні інтенсивного гірського тиску (35-40 м). Для зростання підсилююче кріплення підключається з урахуванням завантаження гірських порід у транспорт або руйнується на тій відстані, що спостерігається в першому випадку.

До спеціальних методів зв'язку розміщення армуючого кріплення відносять комбіноване кріплення. Через значну різноманітність гірничо-геологічних для обслуговування підземних споруд, які отримують значний тиск гірських порід у підосві, необхідно розміщувати різні типи армування. У виробках, які проводяться поза зоною впливу лави, коли кріплення працює під впливом постійного всебічного тиску порід масиву, слід застосовувати

жорстке кріплення в виробках. Під час роботи у виробках, кріплення яких працює в режимі нестабільного гірського тиску та при значному зміщенні порід у підшві, необхідно використовувати підсилене кріплення.

Ремонт у виробках є частиною процесу підтримання їх в експлуатаційному стані під час виконання виробничих процесів. Термін «ремонт виробок» означає такий комплекс робіт як: розширення поперечного перетину до значень, які відповідають паспортам проведення та кріплення, а також для виправлення різноманітних полумок, шляхів та дренажних канавок.

В залежності від характеру полумок та умов розташування виробки можна проводять такі види ремонтних робіт:

- інспекційний ремонт – при ньому затягуються болтові та клинові замки, що знаходяться у податкових вузлах кріплення, виправляється міжрамна затяжка, перевіряються міжрамні стяжки.

- поточний ремонт – при ньому виправляються незначні несправності кріплення (замінюється окремі зламани каркаси або їх елементи), часткове замінювання кріплення на незначних ділянках виробки, коректується напрямок шляху, очищається обладнання від бруду, добавляється баласт, здійснюється побілка виробок, очищаються дренажні канавки на ділянках незначної довжини.

- середній ремонт – при ньому замінюється кріплення на окремих ділянках з розширенням поперечного перерізу виробки до значень, які відповідають паспорту, посилюються каркасні кріпильні стійки.

- капітальний ремонт або повторне кріплення – при ньому замінюється кріплення з розширенням площі перерізу до значень, які відповідають паспорту, підривання порід підшви з перекладанням залізничних шляхів, відновлення або створення нової дренажної канавки в боках виробки;

- відновлення виробок – при такому виді ремонтних робіт усувають завали з вивезенням з виробки гірських порід.

Неремонтні роботи надаються для розрахунку та реалізації таких технічних заходів як: встановлення металевого кріплення з підвищеною несучою здатністю, обробки збільшеного перерізу з урахуванням обвалення значної кількості гірських порід, захист штучних конструкцій для посилення стійкості кріплення виробки.

Для кріплення виробки застосовуємо каркасне кріплення підвищеної несучої здатності. При цьому встановлюємо дві парні рамки (з розрахунку на 1 м) зі спеціального профілю СВП-27.

У зоні опорного тиску основне кріплення може бути посилене перед двома, а позаду трьома прогонами з дерев'яними верхняками та гідравлічними шахтними стійками. Для охорони також застосовуємо захищене однорядним кріпленням (органне) з дерев'яних стійок, яке встановлюємо між лавою та виробленим простором.

Також для захисту виробок, які використовуємо для повторного використання у важких гірничо-геологічних умовах, пропонуємо застосовувати спеціальне секційне підкріплення.

При використанні інших засобів для підвищення стійкості кріплення виробок при проведенні їх у міцних гірських породах, значним притоком води та низьким гідростатичним її тиском за межами зон, які визначені геологічними звітами. Це сприяє ефективному використанню таких кріплень та зменшує щільність його встановлення.

Для підвищення стійкості іноді залишають шар вугілля в покрівлі пласта. Під шаром вугілля вставляються бруси. Армування порід у підшві виробок поширене широко, це не зменшує цілісності та стійкості порід покрівлі. Якщо в породах підшви є вугільний сланець, що схильний до піддутьтя (товщиною 0,8-1 м), його доцільно видалити, тому що ступінь піддутьтя різко зростає.

Однак кріплення є основним заходом для забезпечення стабільності піддутьтя порід. Кріплення є ефективним тільки в тому випадку, коли його загальна вартість при введенні в експлуатацію та подальша експлуатація

(зняття та ремонт) протягом запланованого терміну служби повинна бути найнижчою в порівнянні з усіма варіантами, що можуть застосовуватися в цих умовах.

Кріплення необхідно застосовувати тільки в тих гірничо-геологічних умовах, які відповідають його технічним характеристикам та використанню в такому місці.

Опір кріплення повинен бути високим та достатнім, щоб створити необхідну підтримку в гірських породах. При використанні кріплень з незначним опором зона в області підтримки може отримати необмежений тиск гірських порід на кріплення та вивести виробку з робочого стану.

При використанні кріплення з низьким опором створюється надмірний тиск на нього, велика кількість частин кріплення приходить в непридатність для подальшого використання. Елементи кріплення в цьому випадку легко ламаються, та не підлягають відновленню.

Тому при виборі типу, матеріалу та параметрів кріплення необхідна детальна оцінка гірничо-геологічних та технічних умов. На цій оцінці та з урахуванням певних економічних факторів визначаємо конкретні рішення при виборі кріплення та інш.

Роботи за підтримання та охорони виробки проводиться весь період існування (експлуатації) - від проведення до її погашення, де б вона не знаходилася: поза зоною впливу лави, в зоні тимчасового опорного тиску порід.

Виробки основних напрямів, що підготовлюють стовпи та не піддаються впливу очисного вибою, підтримуються постійним кріпленням. Воне встановлюється під час проведення виробки. Залежно від об'єктів та складності, вони підлягають ремонтним роботам.

Також підтримуються ті виробки, на які не впливають очисні роботи, а також різні камери та тому подібне.

В зоні впливу лави тимчасовий тиск визначається збільшенням (до трьох разів) навантажень на елементи кріплення та значними (до кількох десятків сантиметрів) зміщеннями контуру порід у виробці.

Саме це вимагає конкретного аналізу та оцінювання гірничо-геологічних та технічних умов для правильного та раціонального вибору типу, матеріалу та несучої здатності основного кріплення. При використанні кріплень з металу підвищена несуча здатність останнього зберігає стабільність стану виробки, її можна проводити без додаткового збільшення перетину. В інших випадках, особливо при складному геомеханічному стані, основне кріплення, як правило, підсилюється додатково. Для армування використовуються балки, які складаються з дерев'яних стропил та ліжок, між ними встановлюються гідравлічні стійки з внутрішнім корпусом. Уздовж виробок встановлюємо датчики контролю значень тимчасового гірського тиску. Їх кількість залежить від умов підтримки виробок. Застосування гідравлічних стійок замість дерев'яних дозволить вдвічі зменшити трудомісткість робіт з підтримки виробок в зонах опорного гірського тиску.

Можна також використовуючи додаткові пристрої, які входять до комплекту анкерного кріплення. Це такі елементи кріплення як МІК-4С, МІК-5 та ін. Вони підкладаються під бічні опори при кріпленні. Ці пристрої використовуються за необхідністю, але не в зоні підвищеного тиску.

Для підтримки виробок у випадку їх повторного використання в складних геологічних умовах, передбачається використання спеціальних кріплень (секційних), несучої здатності до 500 кН/м². Їх встановлюють в опорній зоні гірського тиску як додаткове до основної опори, вони будуть сприймати основну дію гірського тиску. Анкерні секції переміщуються слідом за просуванням вибою.

Правильно вибрати форму поперечного перетину виробки при проведенні в міцних породах може виявитися основним фактором для забезпечення її стійкості.

У випадку слабких нестійких порід досягти цього неможливо. Однак форма поперечного перетину виробки, що проводиться, має значний вплив на стійкість виробки через відсутність кривизни стінки. Це відбувається через інтенсивну присутність порід на контурі виробки. Додавання кріплення посилення відповідно до гірничо-геологічних та технічних умов полегшує роботу основного кріплення.

Зменшення напруженого стану гірського масиву можна досягти за рахунок звільнення частини контуру виробки через проміжні елементи кріплення. У місцях, де розташовуються шари глини, що схильні до пластичних деформацій, в незакріплених бортах виробки створюються розвантажувальні вікна. Гірські породи видаляються з виробки і тиск зменшується.

Послідовність та якість прохідницьких робіт суттєво впливає на стабільність стану виробок, так, в період руйнування гірських порід та зміцнення інтенсивний зсув контуру та його збільшення відсутні. Отже, необхідно витримувати (не перевищувати) мінімальний інтервал часу між оголенням контуру (руйнуванням порід) та встановленням кріплення. Тимчасове кріплення з залізобетону та основне залізобетонне кріплення у випадку слабких нестійких порід залишається на місці встановлення.

На практиці часто можна виявити невідповідність поперечного перетину виробки елементам встановленого кріплення. Зазори між ними іноді досягають 25-35 см. Такі зазори збільшують зону впливу на кріплення, створюють дуже нерівномірне навантаження на елементи кріплення, сприяють зниженню продуктивності праці. В таких умовах можливе руйнування кріплення, що призведе до того, що виробка буде тривалий час мати ніексплуатаційний вигляд.

Важливе значення має усунення цих порожнин при монтажі кріплення, що забезпечує стан виробки без втрати якості. Це перерозподіляє напругу, робить її більш рівномірною, зменшуючи кількість деформацій. Неякісна конструкція навпаки, збільшує концентрацію сил на елементи кріплення, в результаті чого вона впливає підвищено та деформує елементи.

При роботі у напрямку з очисним вибоєм, який працює у верхньому полі, вона перебуває в зоні тимчасового опорного тиску цієї лави, підтримка в таких умовах неможлива без спеціальних заходів захисту. Практично всі виробки знаходяться в такому стані. При плануванні гірничих робіт слід передбачити, щоб виробки знаходилися в якомога добрих умовах.

Проведення із запасом поперечного перетину на величину зсуву порід контуру у поєднанні з іншими заходами дозволить нам забезпечити надійність кріплення впродовж тривалого часу.

Дослідженнями підтверджується, що збільшення витрат на проведення виробок більшого перетину приводить до значного зменшення витрат на обслуговування та подальші ремонтні роботи виробок.

Під час проведення виробок слід запобігати створенню куполів в покрівлі, у випадку їх появи застосовувати негайні заходи щодо їх усунення (закладання).

На наших шахтах пройшли випробування способів боротьби з піддуттям глинистих гірських порід через ущільнення їх детонацією камуфляжних зарядів вибухових речовин. В результаті міцність цих гірських порід збільшується та зменшує інтенсивність їх піддування.

Широко використовується змінеє порід способом заморожування та хімічного впливу.

Це не впливає на високу ефективність металевих кріплень (каркасних), вони виправляють майже всі недоліки, які знижують експлуатаційні їх характеристики.

Деякі конструкції кріплень мають визначену схему змінення елементів щодо один одного. Вузли податливості розміщені в них по контуру та посилюють розміри без урахування напруг основних руйнувань порід.

Такі з'єднання мають недостатню швидкість застосування та значний аеродинамічний опір. Найкращі існуючі стопорні з'єднання можуть використовувати спеціальний профіль СВП (75% від його розміру). Але при використанні цих замків необхідно постійно контролювати їх практичне використання, а це призводить до зайвих трудових витрат виробництва. Через складну конструкцію ці роботи не є оптимальними для показників кріплення та часто порушують стабільний стан виробки, а це вимагає проведення нових ремонтних робіт. Вони сприяють нерівномірному навантаженню кріплення по довжині виробки. Замки працюють окремо один від одного, навіть коли стоять інакше та сприймають навантаження, що відрізняється один від іншого. Управління кріпленням призводить до просторового управління кріплення із значним обсягом зусиль.

Недоліками конструкцій кріплення також є відсутність засобів контролювання та регулювання зусиллями пресування цих спеціальних профілей.

У зв'язку з цим нам необхідно проводити роботу зі створення кріплення нового технічного рівня, що буде забезпечувати просторову структуру та спрямованість з відомою схемою (кінематичною) змінних елементів кріплення, яка буде забезпечувати підтримку, не буде потребувати обслуговування у важких та особливо важких умовах. Для цієї мети проводиться комплексне дослідження, яке полягає во взаємодії елементів кріплення із гірськими породами та визначення оптимальних їх параметрів. Також в цьому напрямку необхідно продовжувати вдосконалювати замки кріплення з метою підвищення надійності роботи кріплення в цілому, досягнення підвищеного його опору, а також

створення устроїв, які забезпечують регулювання та контролювання напруг.

При створенні нового або вдосконаленні існуючого кріплення не можна забувати про уніфікацію виробів. В даний час наші шахти в однакових умовах можуть забезпечувати зміцнення різних конструкцій та модифікацій, які вимагають створення підприємств для їх виготовлення з необхідними технічними параметрами, а також необхідно вдосконалювати розробку цієї технологічної продукції.

Кріплення, яке виконане з відкритого спеціального профілю СВП, має малу стійкість до кручення своїх елементів. Підвищення опору кручення цього профілю спеціальними пластинами за допомогою зварювальних робіт не дає належного результату за не виправданими витратами металу та трудовими витратами. Сьогодні металургійна промисловість може виробляти закриті профілі. Серед них виділяють коробчатий (квадратний або прямокутний) профіль, що виготовляється з низьколегірованої сталі.

Були проведені випробування партії експериментального трапецієподібного та прямокутного кріплення з квадратним профілем (120x120 мм та 140x140 мм). Були отримані досить позитивні результати для певних умов.

У таблиці 5.1 приведена порівняльна характеристика та особливості взаємозв'язку профілів.

Спеціальний профіль СВП-27 у порівнянні з коробчастим профілем (140x140 мм) має значно більшу масу, при цьому коефіцієнт використання матеріалу або відновлення моменту стійкості до маси дорівнює 4,1 та 4,9. Цей результат аналогічний результату при порівнянні параметрів спеціального профілю СВП-22 з коробчастим профілем 120x120 мм. Це свідчить про те, що на рівні маси коефіцієнт використання матеріалу в коробчастих профілях набагато вищий, ми маємо зменшення вартості металу при виготовленні такого кріплення.

Профіль 160x160 мм на 4,2 кг легше спеціального профілю СВП-33 (в порівнянні 1 м), інтенсивність моменту захисту в 1,1 рази вища, момент опору в 1,1-1,5 рази, коефіцієнт використання металу менше в 1,4 рази. Проте його характеристики значно кращі, ніж у спеціальному профілі СВП-33. Виготовлення кріплення з таким розміром (160x160 мм) дозволяє збільшити їх несучу здатність та одночасно зменшити витрати металу при виготовленні.

Тому для промислового виготовлення кріплення з високою несучою здатністю та прямим верхом рекомендуємо три перерізи профілю: 120x120 мм, 140x140 мм та 160x160 мм. Не бажано допускати використання прямокутного профілю закритого типу.

Досвід експлуатації металевих кріплень в певних умовах показує на складність їх встановлення в порівнянні з дерев'яним, це негативно позначається на швидкості проведення. Тому ми маємо створити таке кріплення, яке буди максимально зменшувати складність його встановлення. Такі кріплення повинні включати збірні та розбірні конструкції та зібрані з різних елементів.

Однією з причин, коли кріплення не відповідає параметрам зміцнення в певних умовах, є неправильно складений паспорт місця його застосування, проведення та кріплення гірничих виробок за проектом. Більшість таких паспортів виконується стереотипно. Тому маємо випадки, коли для однакових умов пропонуються різне кріплення як для форми поперечного перетину, так і для несучої здатності та навпаки.

Якість проектування кріплення покращується в результаті застосування систем автоматизованого проектування для цих паспортів. Система була впроваджена на шахтах ще в 1987 році. Вона передбачає збір вихідних даних, підготовку їх до завантаження в комп'ютери, визначення та завантаження розрахункових контурів зсуву у виробках, вибір даних зсуву шляхом створення кривої вартості. Можна швидко виконувати багатоваріантні розрахунки та при цьому оптимізувати паспорта

кріплення. Результати розрахунків виконуються як у цифровому так і в графічному форматах.

Таблиця 5.1. –

Типорозмір	Площа, см ²	Вага 1 м, кг	Вісь Х-Х		Вісь У-У		Коефіцієнт використання матеріалу
			момент інерції, см ⁴	момент опору, см ³	момент інерції, см ⁴	момент опору, см ³	
СВП-17	21,7	17,1	243,3	53,3	382,2	57,8	3,1
СВП-22	27,9	21,9	428,5	81,4	566,2	77,9	3,7
СВП-27	34,3	27,0	646,2	110,4	731,2	97,9	4,1
СВП-33	42,5	33,4	999,6	138,6	1226,1	148,0	4,1
120х120 мм	27,7	21,7	545,1	90,7	545,1	90,1	4,1
140х140 мм	32,4	25,5	890,2	127,1	890,1	127,1	4,9
160х160 мм	37,2	29,2	1365,3	171,1	1365,0	171,1	5,8

З метою зменшення рівня виготовлення металевих кріплень та повторного використання виробок необхідно широко розширити дослідження в цій області та розробити механізацію для цього, налагодити промислове виробництво таких виробів, розробити та впровадити відповідну систему оплати праці на підприємствах, запровадити технічний огляд на відповідність них встановленим стандартам вимог в разі повторного використання виробок, продовжувати роботу з організації центрів відновлення деформованого металевих кріплень.

Є інформація, що при отриманні необхідних форм та параметрів кріплення при холодній деформації профілю змінюються фізико-механічні властивості металу, а це знижує його якість, як кінцевого продукту. Цей недолік можна виправити зменшенням кількості кріплень, що виготовляються в гарячому стані. Доцільно переходити до виробництва металевих кріплень, які мають криволінійні елементи, з попереднім

нагріванням. Це виробництво організується, як правило, на металургійних заводах, де безпосередньо виготовляється кріплення з спеціального профілю.

Основним серйозним недоліком металевих кріплень є наявність на кінцях криволінійних елементів каркаса незначного зазору. Це відбувається внаслідок застосування невідосконалих технологій виготовлення металевих кріплень, а це призводить до різкого погіршення якості кріплення, завдяки розташуванню комбінованих елементів сприяє деформаціям профілю та зменшенню подальшого його зміцнення. Зокрема, ця технологія дозволяє на 12% і більше зменшувати відходи при виготовленні спеціального профілю.

Розроблена нова технологія виготовлення металевого кріплення (дивись рис. 5.5). Незначною мірою в цих технологіях процес виготовлення металевого кріплення проявляється в тому, що спеціальний профіль, що подається з естакади, зварюються спочатку в суцільну різьбу, потім подається в прокатну машину і тільки потім вирізаються окремі елементи продукції.

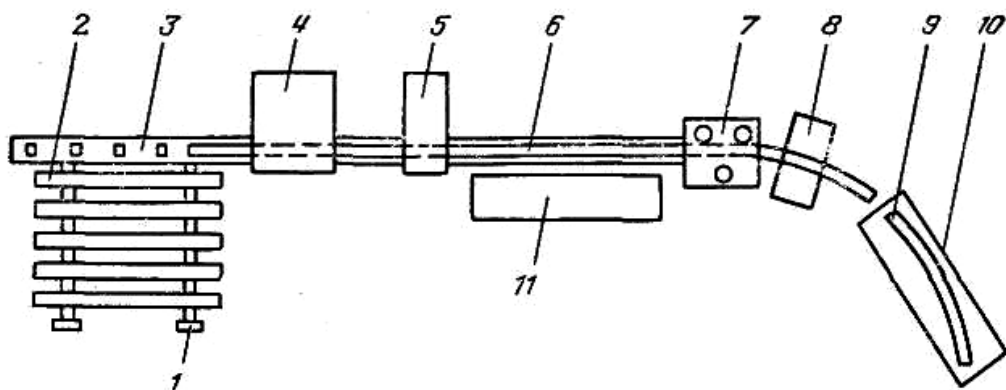


Рис. 5.5. Схема технологічної (безвідходної) лінії виробництва металевого кріплення: 1 - стійка; 2 - спеціальний профіль; 3 - конвеєр (роликовий); 4 - апарат для зварювання; 5 - прес для зрубу прямолінійних елементів; 6 - зварні стрижні профілю; 7 - машина для гнуття; 8 - верстак для елементів; 9 - готове кріплення; 10, 11 - пакувальники криволінійних і прямолінійних елементів

Цей комплекс лабораторних і виробничих досліджень дозволяє нам застосовувати зварний профіль для кріплення виробок, забезпечуючи при цьому надійну, технічну і економічну перевагу (доцільність) переходу на більш нові технології.

Такі технологічні лінії вже працюють на деяких заводах. Це поліпшує якість криволінійних елементів кріплення, повністю виключає відходи від спеціального профілю, збільшує продуктивність праці робочих в 1,5-2,0 рази.

Є досвід застосування таких металевих кріплень для використання на межі з обваленими породами при повторному використанні підготовчих виробок.

Аналіз попередніх досліджень показує, що вони не демонструють переваг в технології видобутку вугілля при повторному використанні виробок, не знаходе широкого розповсюдження через недостатнє вивчення взаємодії бічних частин кріплення, що розташовані в багатьох виробках. Тому в певних умовах застосовуємо надійні та ефективніші багаторазові кріплення, які забезпечують підтримання, не потребують обслуговування та ремонту протягом всього терміну служби та легко замінюються при необхідності.

Вирішення цього питання триває. Вже створені та випробувані дві конструкції металевих елементів кріплення у лабораторних та виробничих умовах: арочно-трапецієподібна та трапецієподібна. Вони виготовляються з спеціального профілю СВП-27, контролюють високу несучу здатність при роботі в податливому режимі (при використанні клину або затвору з фігурними замками), мають вертикальну до 700 мм та горизонтальну до 300 мм конструкції, може створити стійкість при слабких або схильних до піддуття порід підосви в будь-який час при проведенні виробок та при подальшій її експлуатації, особливо при повторному використанні.

Під час випробувань ці кріплення показали хорошу практичність при всіх режимах навантаження та відповідних режимах роботи у виробках, що використовуються повторно.

Було проведено досить успішну експериментальну виробничу перевірку гідравлічних стійок в зоні впливу основного гірського тиску очисного вибою, що працюють за такою технологією видобутку сировини. Як результат, їх надійність дозволяє використовувати їх для посилення основного кріплення в виробках, що призначені для повторного використання.

Аналіз раніше виконаних робіт та результати цих випробувань дозволяють розробити різноманітні схеми підготовки та подальшої експлуатації родовищ, або тільки його частин, та конкретні варіанти технологій при повторному використанні виробок при легких та середніх умовах розробки родовищ корисних копалин.

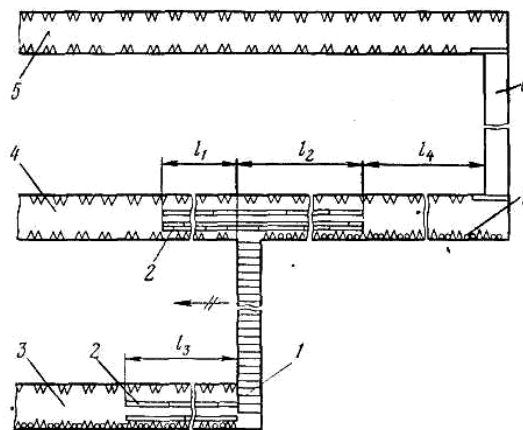


Рис. 5.6. Схема підготовки при повторному використанні виробок: 1 - механізований комплекс в лаві; 2 - кріплення посилення (гідравлічні стійки); 3 – виробки, що використовуюється повторно; 4 – виробка що підтримується; 5 – виробка, що підготовлена для повторного використання; 6 - камера монтажна; 7 - ряд кріплення (органий); 11, 12, 14 - зона проявлення гірського тиску в передній частині лави, за лавою та в зоні стабілізації відповідно; 13 - довжина зони опорного тиску порід перед лавою в разі використання виробки повторно

На першому етапі впровадження цієї технології запропонована схема передбачає послідовне відпрацювання стовпів. Перед початком відробки з кожним стовпом повинні бути проведені спільні виробки (рис. 5.6).

Схема повинна забезпечувати постійне вдосконалене підтримання виробки, та нормальні умови для виробництва робіт з посилення основного кріплення. Це сприяє поліпшенню якості проведення очисних робіт в лаві з урахуванням умов розташування підготовлених до роботи стовпів, можливості додаткової розвідки з метою виявлення геологічних порушень; здійсненню одночасно видобутку сировини з двох або більше сусідніх полів, кращій боротьбі з раптовими проривами води в робочу зону очисного вибою.

Із всієї сукупності технологічних схем повторного використання виробок перевагу надаємо двом варіантам.

При першому варіанті (дивись рис. 5.7), повторно використовуємо тільки вентиляційні виробки. Вони проводяться з великою площею перетину. Натяжна головка скребкового конвеєра знаходиться при цьому в лаві. Це дозволяє нам не знімати ніжки основного кріплення при пересуванні конвеєра.

Відповідно до рекомендацій, посилення основного кріплення передбачається робити тільки в зоні активного проявлення тиску гірських порід як попереду та позаду очисного вибою.

Посилення кріплення можна здійснювати гідравлічними стійками, що встановлюються під дерев'яними прогонами і на поздовжніх дерев'яних ліжках. В кожному ряду на один погонний метр виробки встановлюють одну гідравлічну стійку. Рядів три. Всі вони встановлюються перед лавою одночасно на межі зони опорного тиску гірських порід та знімаються вже в зоні стабілізації зсуву порід у виробленому просторі лави. Після зняття гідравлічної стійки остання переноситься наперед і встановлюється в робочому стані (роздвинутому) перед очисним вибоєм.

Виробки захищають однорядним дерев'яним кріпленням (органне кріплення), встановлюється з інтервалом між парними рамами пересувного кріплення біля гідравлічних стійок.

Така технологія підвищує стійкість виробок, що використовуються повторно, завдяки зв'язку з очисним вибоєм, це забезпечується постійним зміцненням контакту з гірськими породами та відсутністю циклічних дій. Зокрема, виключаються трудомісткі роботи з демонтажу та встановлення бічних елементів органного кріплення. Тоді, коли в одному очисному вибої довжина ніш збільшується, виникає необхідність періодичного наращування шлангів - від насосної станції до місця встановлення гідравлічного кріплення.

Цей варіант технологічної схеми був вже опробований на декількох шахтах. Гірничо-геологічні умови в яких проводилися експериментальні випробування є середніми за важкістю. Очисний вибій був обладнаний механізованим комплексом 1МКМ та комбайном КШГ. Довжина вибою складала 100 м, довжина виймального стовпа 600 м.

Роботи з охорони виробки виконувалися протягом усієї довжини виробки. Основні операції та додатковий обсяг робіт з охорони показали гарні результати. Добове навантаження по очисному вибої складає більше 700 т, іноді досягало 1200 т. Продуктивність праці робочого з видобутку становило 40 т за зміну. Економічний ефект 25 млн. грн. Можемо зробити висновок про можливість повторного використання виробок при застосуванні такої технології в умовах продуктивної роботи лави.

За іншим варіантом технології, виробки (вентиляційний і конвеєрний штреки) плануємо використовувати повторно (дивись рис. 5.7). Виробки потребують збільшений перетин та застосування певного типу кріплення. Рами будуть встановлюватися попарно та поодиночі з щільністю встановлення 2 рами на 1 м.

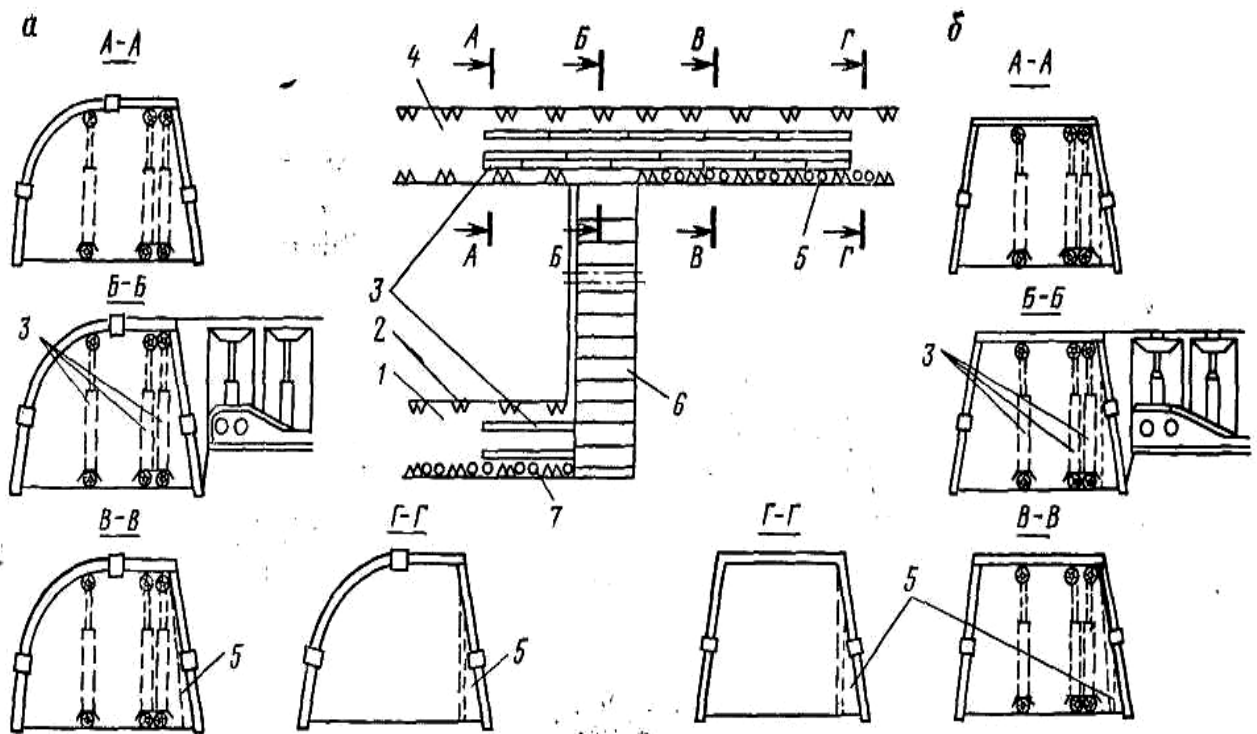


Рис. 5.7. Схема кріплення виробок, що використовуються повторно: а - з арочно-трапецієподібне кріплення; б - трапецієподібн кріплення; 1 - виробка, що використовується повторно; 2 - пересувне кріплення; 3 - кріплення для посилення; 4 – виробкии, що охороняються; 5, 7 - органне кріплення; 6 - механізований комплекс в лаві

Натяжні головки скребкового конвеєра розташовані в лаві. Перед пересуванням конвеєра на іншу смугу кількість гідравлічних стійок для кріплення з боку лави зменшується, і після його переміщення конвеєру кількість навпаки збільшується. Одночасно з встановленням гідравлічних стійок встановлюється однорядне дерев'яне органне кріплення. Кріплення покрівлі виробки при знятих стійках здійснює спеціальне механізоване кріплення сполучень, яке теж пересувається з пересуванням очисного вибою.

Металеve пересувне кріплення, як і в першій технології, посиленою гідравлічними стійками: перед очисним вибоєм двома, позаду трьома рядами стійок з використанням дерев'яних прогонів та поздовжніх ліжок.

У зоні стабілізації зсувів гірських порід тиск на кріплення зміцнення повністю зменшується, тому його переносять на нове місце установки.

До переваг цього варіанту технології відносять те, що ми використовуємо повторно не тільки вентиляційні виробки, а й конвеєрні теж. Однак її використання вимагає застосування додаткового кріплення сполучення, а це погіршує стан покрівлі в лаві.

Цей варіант технології також був опробований на декількох шахтах та показав гарні результати при використанні виробок повторно.

Гірничо-геологічні умови при опробації були середньої важкості. Довжина стовпів 250 м. Очисний вибій довжиною 100 м був обладнаний комплексом 2КМТ з комбайном 1ГШ68. На солученнях очисного вибою з виробкою, що використовується повторно, було встановлене механізоване кріплення сполучення, скребковий перевантажувач та стрічковий конвеєр перед завантажувачем. Добовий видобуток становив 700 т, максимум 1500 т. Продуктивність праці за зміну становила 33 т.

Виробка, що використовувалася повторно, гасилася одночасно з посуванням лави, а металеве кріплення залишалося.

На момент роботи у робочому стані утримувалось декілька виробок. Основною роботою було очищення підосви від порід підривання (незначного до 0,2 м). Місцями піддування порід підосви впливало на залізничні колії. Це теж вимагало витрат часу на їх відновлення. Вартість підготовчих робіт на 1 м виробки склав 10 000 грн.

Всі операції з охорони та підтримання виробок виконувались без затримки роботи очисного вибою. Спостерігалися прориви води в деяких місцях, але вони не впливали на роботу обладнання. Економічний ефект при повторному використанні виробок в певних умовах склав понад 1500 тис. грн.

Випробування показали, що обрана технологічна схема, при якій передбачається повторне використання виробок при перестановці гідравлічних стійок пересувного кріплення, є працездатною. Як кріплення,

так і інші елементи захису забезпечують підтримання виробок, які використовуються повторно, мінімальними витратами матеріалів та трудових ресурсів.

Належне зберігання стійкості виробки з метою повторного її використання значною мірою залежить від значень, які правильно вибрані в зоні опору гірського тиску для посилення основного кріплення та захисту від піддування. Комплексні дослідження такого силового навантаження персувних кріплень та тиску гірських порід порід, що обвалюються у виробленому просторі дозволяють визначити довжину цих зон опорного тиску. Для зручних умов розробки прийняті такі величини: в зоні прямого тиску порід перед роботою першої лави 8 м, в зоні активних зсувів гірського масиву 50 м, в зоні попереднього гірського тиску порід перед роботою другої лави 15 м. Для інших умов відповідно 12 м, 65 м та 20 м.

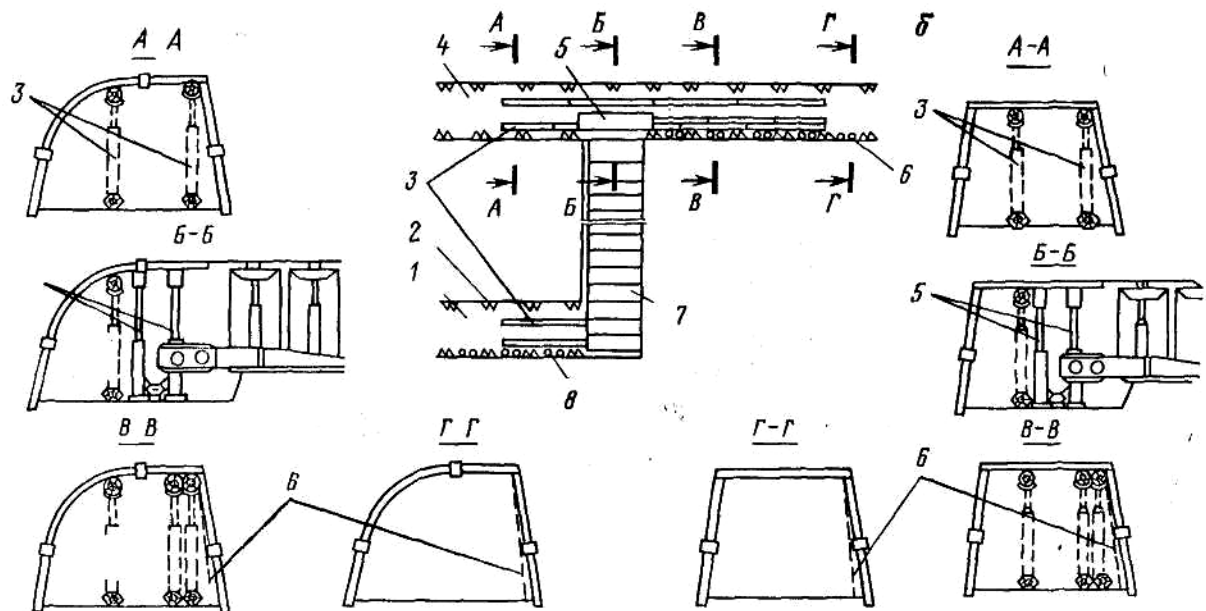


Рис. 5.8. Кріплення, охорона та підтримка виробок, що використовуються повторно: а - арочно-трапецієподібне кріплення; б - трапецієподібне кріплення; позиції 1-4 теж, що на рисунку 3.7; 5 - кріплення взаємозв'язку; 6, 8 - органне кріплення; 7 - механізований комплекс в лаві

Ці технологічні схеми дозволяють нам повторно використовувати як вентиляційні, так і конвеєрні виробки та потребують проведення виробок збільшеного перетину, застосування в виробках податливого кріплення з підвищеною несучою здатністю та додатковим збільшенням в зоні активного гірського тиску, захист від обвалених порід покрівлі, щоб забезпечити проведення робіт з технічного обслуговування. Ці технологічні схеми нашли застосування в легких та середніх умовах розробки родовищ сировини.

Для підтримання та охорони виробок при повторному використанні у важких гірничо-геологічних умовах розроблені спеціальні секційні кріплення, що передбачають можливість повторного використання вентиляційних і конвеєрних виробок.

При закріпленні сполучення очисного вибою лави з виробкою, що повторно використовується, механізоване кріплення сполучення підсилюється в зоні опорного гірського тиску позаду очисного вибою. Під час виходу першого очисного вибою від монтажною камери кріплення сполучення відразу встановлюють кріплення підсилення. Воно встановлюється окремо між монтажною камерою та сусіднім виймальним стовпом. На 1 м встановлюється одна секція, в залежності від опору кріплення та може складатися з 40-65 секцій вздовж виробки.

Після того, як встановлюються весь комплект кріплення підсилення, пересувне кріплення переставляють таким чином. Секція 3 (в 1-ій фазі), розташовується в тій частині, що з'являється поза зоною активного зсуву (зона тимчасового опорного гірського тиску порід). Потім розгортається поздовжно (фаза 2) та транспортується до нового місця встановлення в зоні кріплення сполучення 1. Розробка та змінення ділянки здійснюється за допомогою лебідки 5, яка встановлена на кріпленні сполучення. Після додавання секції 4 до кріплення сполучення 1 (фаза 3) воно розвертається у виробці (фаза 4) та встановлюється вже в робочому стані (фаза 5).

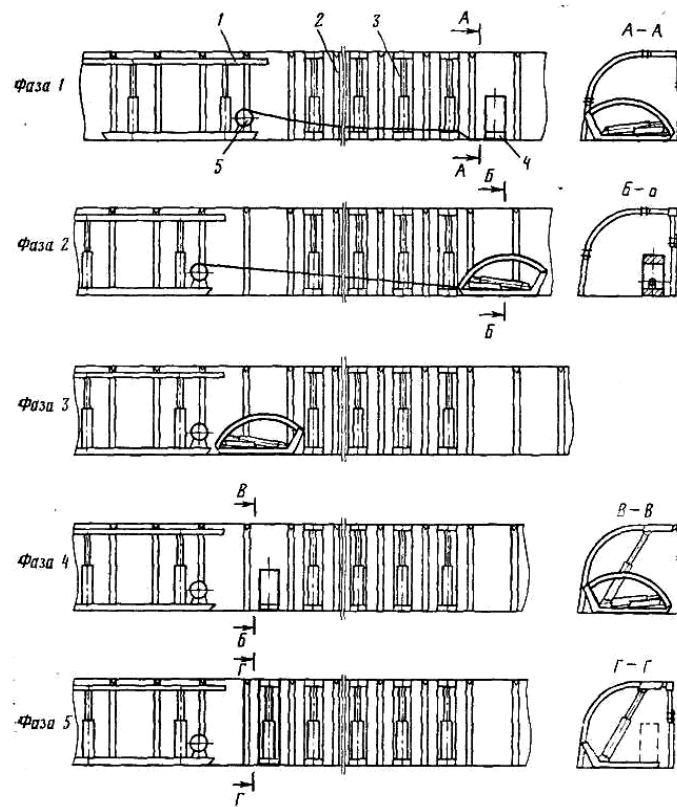


Рис. 5.9. Збереження виробок при зведенні секційного кріплення підсилення позаду лави

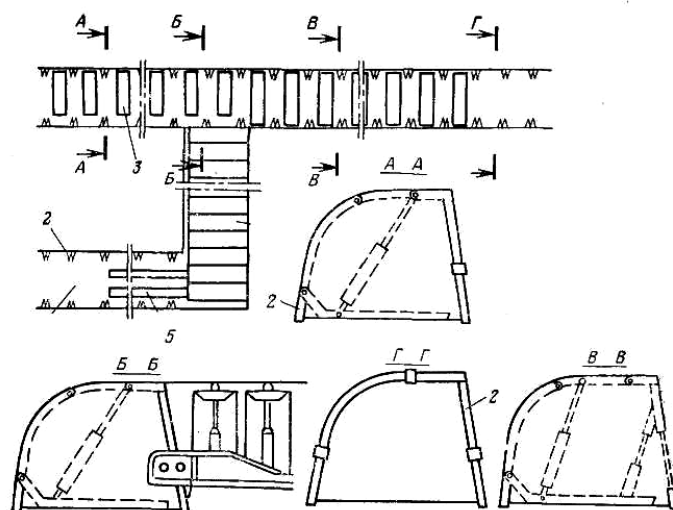


Рис. 5.10. Збереження ви виробок на ділянці підсилення: 1 – виробка, що використовується повторно; 2 - пересувне кріплення сполучення; 3 - кріплення підсилення; 4 - механізований комплекс лави; 5 - кріплення підсилення

В такій послідовності секції збираються по черзі за допомогою лебідок, які входять до комплекту.

В якості механізації процесів для повторного використання секцій підсилення можна використовувати вагон або об'єднання монорейкового підйомника з лебідкою.

При підтримці конвеєрного штреку, коли стійки кріплення не встановлені та відсутні елементи кріплення, секційне підсилення забезпечує перехід від очисного вибою на відстані зони тимчасового опорного гірського тиску (дивися рис. 5.10). Для забезпечення вільного пересування з боку лави секція встановлена біля конвеєра та забезпечує підтримку в зоні тимчасового гірського тиску порід. Після потрапляння секцій в зону стабілізації, їх демонтують та переміщують на нове місце встановлення, де вони всі знаходяться у робочому положенні.

Виробки, що використовуються повторно, можуть мати жорсткі штучні конструкції різної конструкції (дивись табл. 5.11).

Для спорудження літої смуги можна використовувати суміші різних основ (цементна, гіпсова, фосфорогіпсова з різними інерційними наповнювачами). Сьогодні широко застосовуються суміші на основі доменного шлаку, який залишається від металургійного виробництва.

Ширина цієї смуги розраховується, але повинна бути не менше 1 м. Ширина смуги, яка заповнюється матеріалом, що швидко твердіє, визначається так:

$$b = \frac{P}{P_{пл}}$$

де P - навантаження на литу смугу, кН/м;

$P_{пл}$ - нормативна міцність матеріалу, що твердіє через добу після спорудження смуги.

Відстань від контуру штреку до літої смуги (ширина берми) при стійкій покрівлі повинна бути не менше ширини виробки по підшві. В разі нестійкої покрівлі лита смуга повинна споруджуватися безпосередньо

по контуру виробки (дивись рис. 5.7).

Таблиця 5.2. -

Охорона виробок, які використовуються повторно

Вид посилення	Товщина пласту, м	Кут падінн, град.	Покрівля		Міцність порід підшви, МПа
			безпосередня	основна	
Лита смуга з матеріалу, що швидко твердіє	до 2,5	до 18	Стійка та середньої стійкості	Будь-якого обвалення	> 30
Лита смуга з матеріалу, що швидко твердіє	до 2,5	до 35	Не стійка та середньої стійкості	Будь-якого обвалення	> 30
Литі смуги в сполученні з торпедуванням	до 2,5	до 18	Стійка та середньої стійкості	Обвалюється важко	> 30
Труби з залізобетонних блоків з дерев'яними прокладками	до 1,5	до 18	Не стійка та середньої стійкості	Обвалюється легко і середньо	> 30
Труби з залізобетонних блоків у сполученні з торпедуванням	до 1,5	до 18	Стійка та середньої стійкості	Обвалюється важко	> 30
Органне кріплення (дерев'яне і металеве)	до 2,5	до 35	Стійка та середньої стійкості	Обвалюється легко і середньо	> 10
Органне кріплення в сполученні з торпедуванням	до 3,5	до 18	Стійка та середньої стійкості	Обвалюється важко	> 10
Одностороння бутова смуга в сполученні с кострами	до 1,5	до 35	Стійка та середньої стійкості	Будь-якого обвалення	Будь-яка
Двостороння бутова смуга	до 1,5	до 35	Не стійка та середньої стійкості	Будь-якого обвалення	Будь-яка
Костри з круглого лісу (шпального бруса)	до 3,5	до 35	Будь-яка	Обвалюється легко і середньо	Будь-яка
Бутокостри	до 3,5	до 35	Стійка та середньої стійкості	Обвалюється важко	Будь-яка

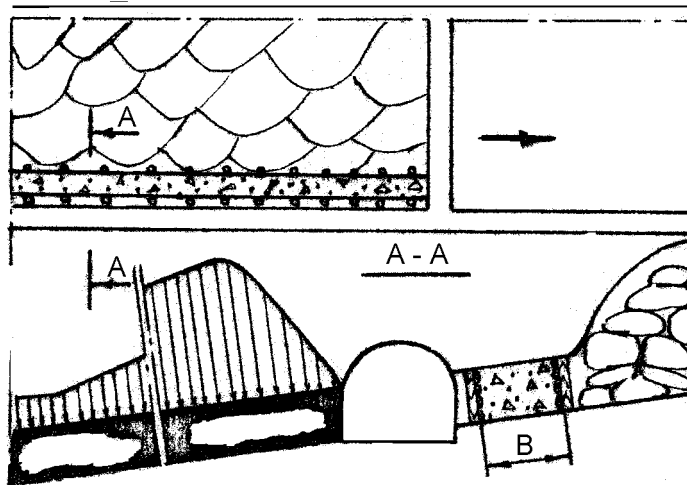


Рис.5.11. Охорона виробки, що використовується повторно, литою смугою з матеріалів, що швидко твердіють

Залізобетонні конструкції з дерев'яними прокладками встановлюємо в один або два ряди. Їх кількість на 1 м, визначається так:

$$n = \frac{P}{P_m F}$$

де P – навантаження (розрахункове) на залізобетонні конструкції, кН/м;

P_T – нормативне навантаження на залізобетонні конструкції, кН/м²;

F – площа залізобетонної конструкції, м².

Загальну товщину дерев'яних прокладок в залізобетонних конструкціях слід приймати на рівні 10-15% від товщини пласта, що розробляється.

При стійких покрівлях залізобетонні конструкції встановлюють в один суцільний ряд на відстані 1,2-1,5 м від контуру виробки, що використовується повторно, при недостатньо стійких та помірно важкою покрівлею встановлюють два ряди залізобетонних конструкцій: перший ряд є суцільний, другий - через деяку відстань. При середніх та важких покрівлях залізобетонні конструкції встановлюються у два суміжні ряди. При дуже важких покрівлях товщина дерев'яних прокладок між покрівлею та конструкціями необхідно збільшувати в 1,5 рази.

Для запобігання насечення залізобетонних конструкцій водою з

боку виробленого простору лави споруджується один ряд органного кріплення (дивись рис. 5.12).

Кількість стійок органного кріплення, що створюється в один або два ряди на 1 м розраховується так:

$$n = \frac{P}{P_{орг}}$$

де P – розрахункове навантаження на органне кріплення, кН/м;

$P_{орг}$ – несуча здатність одної стійки органного кріплення.

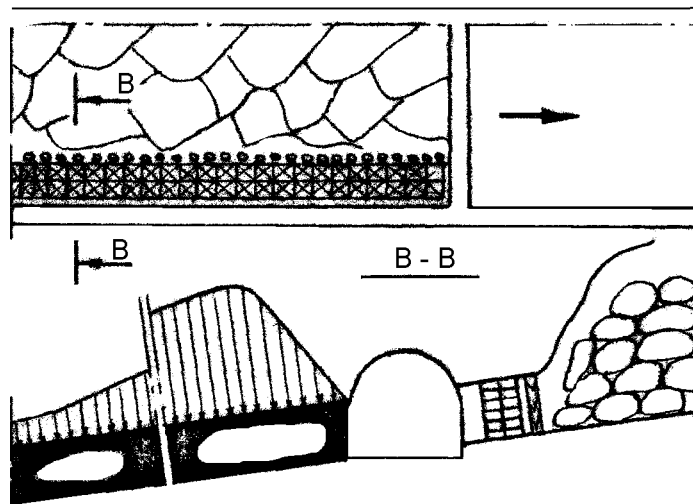


Рис. 5.12. Охорона залізобетонними конструкціями.

При товщині пласту до 2 м стійку органного кріплення необхідно встановлювати під дерев'яну балку товщиною 15 см, при товщині пласту дль 2,5 м її необхідно встановлювати під дерев'яну балку товщиною 15 см та ще і на ліжку.

При наявності нестійкої (фальшивої) покрівлі при тонких та середньої товщині пластів на межі між кріпленням виробок та органним кріпленням необхідно викладати бутокостри.

Стійки органного кріплення при тонких та середньої товщині пластів необхідно встановлювати на гладкій підшві пласту на відстані від 0,5 до 1,5 м від кріплення виробок, що використовуються.

Якщо міцність порід підосви становить менше 20 МПа, то стійки органного кріплення повинні встановлюватися на дерев'яній основі.

При покрівлях, що легко обвалюються та при стійких підосвах застосовують комбіноване органне кріплення, яке складається з одного або двох рядів органного кріплення з металевим кріпленням типу КПО-4 або КПО-5.

На пластах при нестійкій підосві необхідно використовувати дерев'яне органне кріплення з «кишенями» (нішами). Дворядне кріплення на тонких та середньої товщини пластах встановлюється в виробленому просторі на відстані 1,0-2,0 м від виробок. Що використовуються повторно, а для підсилення його передбачають ряди стійок діаметром 12-16 см. В порожнини, при необхідності, засипають гірську породу, яку отримують від підривання порід підосви (дивись рис.5.9).

Слід використовувати литі смуги з матеріалів, що швидко твердіють, залізобетонні конструкції та інші жорсткі конструкції. Вони використовують незначну кількість матеріалів, що розташовані над виробленим простором. Якщо в покрівлі є шар гірських порід середньої міцності, то над виробкою улаждається кам'яна плита, що спирається з однієї сторони на вугільний пласт, з іншої - на штучні конструкції. Стан виробок, що використовуються повторно, буде добрим. Це буде завдяки тому, що маємо зручну конструкцію, яка дуже добре буде контактувати з гірським масивом.

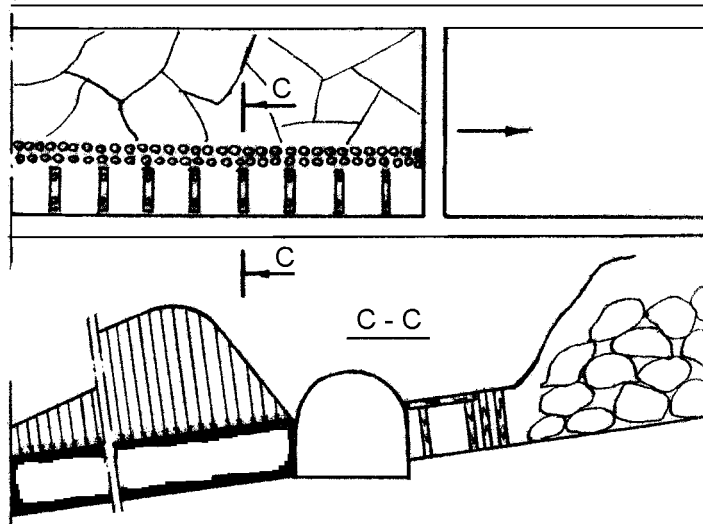


Рис. 5.13. Охорона виробок, що використовуються повторно, органомним кріпленням з “карманами” (нішами).

Розраховуєть середній опір порід по контуру виробок, що використовуються повторно, та однакові як для покрівлі, так і до підосви R_c , МПа:

$$R_{ск} = \frac{K_c \sum R_i m_i}{\sum m_i} = \frac{0,8(3,7 \cdot 60 + 2,9 \cdot 45)}{6,6} = 42,7$$

$$R_{сн} = \frac{K_c \sum R_i m_i}{\sum m_i} = \frac{0,8(2,8 \cdot 50 + 1,5 \cdot 60)}{4,4} = 42,7$$

$$R_{сб1} = \frac{K_c \sum R_i m_i}{\sum m_i} = \frac{0,8(0,7 \cdot 45 + 1,4 \cdot 16 + 1,4 \cdot 50)}{3,5} = 28,3$$

$$R_{сб2} = \frac{K_c \sum R_i m_i}{\sum m_i} = \frac{0,8(1,7 \cdot 45 + 1,4 \cdot 16 + 0,4 \cdot 50)}{3,5} = 27,2$$

$$R_{сб} = \frac{R_{сб1} + R_{сб2}}{2} = \frac{28,3 + 27,2}{2} = 27,8$$

Пісковик $R = 65$ Мпа, $k_w = 1,0$, $K_c = 0,81$

Алевроліт $R = 46$ Мпа, $k_w = 1,0$, $K_c = 0,81$

Вугілля $R = 16$ Мпа, $k_w = 1,0$, $K_c = 0,81$

Алевроліт $R = 52$ Мпа, $k_w = 1,0$, $K_c = 0,81$

Пісковик $R = 61$ Мпа, $k_w = 1,0$, $K_c = 0,81$

Різниця в розрахунках (в покрівлі, підосви та боках) перевищує

33%. Тому коригуємо ці значення.

$$R_{ск} = \frac{R_{\kappa} \cdot 1,5b + R_{\sigma}h}{1,5b + h} = \frac{42,7 \cdot 1,5 \cdot 4,4 + 27,8 \cdot 3,5}{1,5 \cdot 4,4 + 3,5} = 37,5$$

$$R_{ск} = \frac{R_n \cdot b + R_{\sigma}h}{b + h} = \frac{42,7 \cdot 4,4 + 27,8 \cdot 3,5}{4,4 + 3,5} = 36,1$$

$$R_{ск} = \frac{R_{\kappa} \cdot (1,5b + h) + R_n(b + h)}{2,5b + 2h} = \frac{37,5 \cdot 10,1 + 36,1 \cdot 7,9}{10,1 + 7,9} = 36,9$$

Покрівля середньої стійкості. Основні покрівля середнього обвалювання. Міцність підошви:

$$\frac{H_p}{N_{cn}} = \frac{600}{36,1} = 16,6$$

Порди підошви схильні до піддугтя.

Визначаємо ступінь впливу. Для розраховуємо безпечну висоту підробки.

$$h_{б.н.} = h'_{б.н.} \cdot k_{кр} \cdot k'_n \cdot k'_{под} \cdot k_{зал}$$

$$\text{де } h'_{б.н.} = 100 \text{ м}$$

$$K_{кр} = 1,22$$

$$K'_n = 1,0$$

$K_{под}$ приймаємо 0,5 (піддатливість кріплення в штреку більше 500 мм)

$$K_{зал} = 1,0$$

$$h_{б.н.} = 99 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 = 59,4$$

Безпечна висока підробуи 60 м, відстань між пластами 20 м. Це приймаємо в подальших розрахунках.

$$u_{\kappa} = 0,8k_s(k_{np}u_{np} + V_0t_0 + k_{кр}u_1)k_{\kappa}$$

$$u_{\kappa} = 0,8k_s(k_{np}u_{np} + V_0t_0 + k_{кр}u_1)(1 - k_{\kappa})$$

$$\text{де } k_s = 0,33 \cdot S^{0,487} = 0,33 \cdot 11,6^{0,487} = 1,09$$

$$k_{np} = 0,80$$

$$\begin{aligned} u_{np} &= 22624 \cdot \sqrt{0,001344 + 0,0000884 \cdot \frac{H_p}{R_c}} - 966 = \\ &= 22624 \cdot \sqrt{0,001344 + 0,0000884 \cdot \left(\frac{600}{36,9}\right)} - 966 = 227 \end{aligned}$$

$$V_0 = 0,6447 \left(\frac{H_p}{R_c} \right) - 2,65 = 0,6447 \left(\frac{600}{36,9} \right) - 2,65 = 7,83$$

$$t_0 = 24 \text{ місяці}$$

$$u_1 = 10 \sqrt{-2,44 \left(\lg \frac{H_p}{R_c} \right)^2 + 10 \lg \frac{H_p}{R_c} - 1,1} = 10 \sqrt{-2,44 \left(\lg \frac{600}{36,9} \right)^2 + 10 \lg \frac{600}{36,9} - 1,1} = 532$$

$$K_k = 0,50$$

Тоді,

$$u_k = 0,8 \cdot 1,09 \cdot (0,8 \cdot 227 + 7,87 \cdot 24 + 1 \cdot 532) \cdot 0,5 = 393$$

$$u_n = 393 \text{ мм (т.к. } K_k = 0,5)$$

Зрушення в виробці:

$$u_k = 0,8 k_s (u'_{np} + V'_0 t_0 + u'_1 k_{kp}) k' k_k$$

$$u_k = 0,8 k_s (u'_{np} + V'_0 t_0 + u'_1 k_{kp}) k' (1 - k_k)$$

$$u'_{np} = 363,65 \lg \left(\frac{H_p}{R_c} \right) - 265,4 = 363,5 \cdot \lg \left(\frac{600}{36,9} \right) - 265,4 = 175$$

$$V'_0 = 96,67 \cdot \lg \left(\frac{H_p}{R_c} \right) - 60,68 = 96,67 \left(\frac{600}{36,9} \right) - 60,68 = 56$$

$$u'_1 = 10^{(0,0144 R_c + 0,5) \lg \frac{H_p}{R_c} + 1,833 - 0,000145 \cdot R_c^2 - 0,00183 R_c} = 10^{(0,0144 \cdot 36,9 + 0,5) \lg \frac{600}{36,9} + 1,833 - 0,000145 \cdot 36,9^2 - 0,00183 \cdot 36,9} = 482$$

$$k' = 0,70 \text{ (при присічці з залишенням цілини)}$$

Тоді,

$$u_k = 0,8 \cdot 1,09 \cdot (175 + 56 \cdot 24 + 482) \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 611$$

$$u_n = 611 \text{ (т.к. } k_k = 0,5).$$

$$u_k = 0,8 \left\{ \left[k_{np} u_{np} + V_0 t_0 + (u_1 + u_2) k_{kp} \right] k_s k_k + m k_{oxp} k_s k_{kp} \right\}$$

$$u_k = 0,8 \left\{ \left[k_{np} u_{np} + V_0 t_0 + (u_1 + u_2) k_{kp} \right] k_s (1 - k_k) + V_{11} t_1 k_s k_{kp} \right\}$$

$$\text{де } u_2 \approx u_1 = 530 \text{ мм,}$$

$$m = 1210 \text{ мм,}$$

$$K_{oxp} = 0,22 \text{ (органне кріплення),}$$

$$K_{oxp} = 0,16 \text{ (залізобетонні конструкції),}$$

$$K_{oxp} = 0,62 \text{ (костри з кругляку),}$$

$$K_{oxp} = 0,45 \text{ (костри з бруса або те ж в сполученні з смугою з породи),}$$

$K_{\text{оxp}} = 0,11$ (литі смуги з матеріалів, що швидко твердіють)

Всі ці штучні споруд можливі для застосування в цих умовах.

$$V_1 = 101 \cdot \lg\left(\frac{H_p}{R_c}\right) - 69,3 = 101 \cdot \lg\left(\frac{600}{36,9}\right) - 69,3 = 53$$

$t_1 = 18$ місяців (цей час дорівнює часу відробки виїмкового стовпа).

У випадку застосування органного кріплення

$$u_k = 0,8 \{ [0,8 \cdot 227 + 7,83 \cdot 24 + (532 + 532) \cdot 1] \cdot 1,09 \cdot 0,5 + 1200 \cdot 0,2 \cdot 1,09 \cdot 1 \} = 851$$

$$u_n = 0,8 \{ [0,8 \cdot 227 + 7,83 \cdot 24 + (532 + 532) \cdot 1] \cdot 1,09 \cdot (1 - 0,5) + 53 \cdot 18 - 1,09 \cdot 1 \} = 1457$$

Так ми розраховуємо параметри для інших видів штучних конструкцій, які встановлюються в виробках, що використовуються повторно;

- ззалізобетонні конструкції 790 та 1460 мм;
- костри з кругляку 1300 та 1465 мм;
- костри з бруса або в поєднанні з породною смугою 1080 та 1455 мм;
- литі смуги з матеріалів, що швидко твердіють 740 та 1460 мм.

Оцінюючи ці результати, зробимо висновок, що найкращим є четвертий варіант.

Ширина смуги приймаємо рівною товщині власта, тобто 1,3 м. Загальні витрати при цьому способі великі, тому приймаємо підсилення двома гідравлічними стійками несучою здатністю 200 кН, Вони встановлюються під верх арки виробки, що використовується повторно, це зменшує очікувані зсуви в 2 рази, а саме 370 та 730 мм відповідно.

Анкери встановлюється так: на вентиляційному штреку за 25 м перед вибоєм та 65 м після, на вентиляційному штреку за 35 м перед вибоєм. Взагалі використовуємо 250 стійок.

Зміщення поїд у підшві не значне.

В наших умовах для запобігання небезпечним та шкідливим факторам виробництва (метан, шум, вібрація від роботи обладнання, недостатнє освітлення) необхідно застосування певних заходів.

На підприємстві існує система управління охороною праці. Для функціонування цієї системи створена служба з охорони праці з відповідним штатом посадових осіб та іншого персоналу.

Положення про службу з охорони праці було розроблене з урахуванням специфіки підприємства та затверджено його керівником.

Служба з охорони праці прив'язана до основної виробничо-технічної служби з охорони праці.

На підприємстві також створений відділ вентиляції та техніки безпеки. Кількість гірничих майстрів цього відділу розрахований відповідно до порядку, який встановлений законодавством країни.

У випадок підземних пожеж для захисту органів дихання працюючих від впливу газів застосовуються ізолюючі саморятівники ШСС-1У.

Для видалення газів (метану, та тих, що утворюються при вибуху вибухових речовин) з прохідницьких вибоїв при проведенні виробок та забезпеченні свіжим повітрям використовуються вентилятори місцевого провітрювання ВМ-6 та інші.

З метою запобігання виникнення пожеж в прохідницьких вибоях використовуються пристрої та механізми, які вироблені у вибухонебезпечному виконанні.

Для контролю вмісту метану кожної зміни машиністи виймальних та прохідницьких машин повинні брати з собою сигнальні пристрої безперервного контролю метану "Сигнал" та підвішувати його не далі 3-5 м від себе при роботі.

Всі підземні виробки оснащені протипожежним трубопроводом, протипожежними гідрантами з шлангами, первинним обладнанням пожежогасіння (вогнегасники, пісок) відповідно до вимог «Правил безпеки у вугільних шахтах» та «Інструкції з протипожежного захисту вугільних шахт».

Використовуючи широкий досвід застосування на шахтах, як один із методів боротьби з раптовими викидами ми приймаємо гідравлічний розрив вугільного пласта.

Основні параметри гідравлічного розриву це діаметр та довжина свердловин, глибина їх герметизації, відстань між свердловинами, мінімальне випередження, кількість води, що буде нагнітатися в свердловину, тиск скиду води. За фактичними даними, що були отримані під час розробки пласта, приймаємо такі параметри: діаметр свердловин 45 мм, довжина свердловин 8 м, глибина ущільнення 6 м, значення попереднього періоду впливу тиску води на пласт при такій довжині становить 2 м.

1. Усі робітники підприємства повинні знати правила своєї поведінки у випадку виникнення аварійної ситуації, чітко знати місця, де встановлене протипожежне обладнання, вміти їм правильно користуватися та користуватися аварійними виходами.

2. При виявленні на підприємстві ознак аварії (пожежа, вибух газу або вугільного пилу, обвалення порід, затоплення виробок водою, лаптоас виділення різних газів, раптове відключення вентилятора головного провітрювання, повне відключення електроенергії, отрута токсичними хімічними речовинами та інш.) необхідно негайно повідомити гірничого диспетчера або змінному інженеру.

3. Різке змінення напрямку руху вентиляційного струменю повітря служить сигналом для виходу на земну поверхню будь-яким способом.

4. Усі обітники підприємства проінструктовані за таких основних правил своєї поведінки у випадку надзвичайних аварій:

При виникненні в підземних виробках диму при веденні гірничих робіт, робітники повинні негайно ввімкнути саморятівник та переміщатися до найближчих виробок зі сіжим струменем повітрям та по ним вже переміщуватися в напрямку виходів на земну поверхню.

У разі виникнення пожежі на західному фланзі робітники виходять звичайним способом до допоміжного стволу та піднімаються по ньому на поверхню.

У разі виникнення пожежі на східному фланзі робітники прямують до виробок зі свіжим струменем повітря, потім також до допоміжного стволу та піднімаються на поверхню.

Змінення напрямку вентиляційного струменю повітря під час ведення гірничих робіт вказує, що пожежа сталася в основних виробках, по яким подається свіже повітря. В цьому випадку необхідно переміщуватися на зустріч свіжомк потоку повітря до основного ствола.

Змінення напрямку вентиляційного потоку повітря (реверсування) здійснюється при аваріях (пожежах) в таких місцях: допоміжна будівля, допоміжна магістраль, виробки з подачею свіжого повітря, та деяких інших випадках, які прописані в плані ліквідації аварій.

Необхідно пам'ятати, що при нормальному режимі провітрювання запасним виходом є допоміжний ствол, при зміні напрямку провітрювання запасним виходом є основним ствол.

Якщо виявлена пожежа у виробці зі свіжим струменем повітря, необхідно ввімкнути саморятівник (респіратор) та розпочати гасіння пожежі первинним обладнанням та матеріалами (вогнегасники, пісок, вода з найближчого протипожежного трубопроводу).

При загоранні електричного пускового обладнання або силових кабелів треба негайно відключити електроенергію, яка поступає на це обладнання.

Якщо пожежа виникла в прохідницькому вибої, працівники включаються в респіратори та розпочинають гасіння пожежі первинними засобами. Якщо це неможливо зробити, необхідно залишити прохідницький вибій та вийти на свіжий потік повітря (до місця встановлення вентилятора місцевого провітрювання) та відключити електроенергію на всіх механізмах, які знаходяться в прохідницькому

вибої. Вентилятор місцевого провітрювання при цьому повинен працювати в такому ж режимі.

У разі виникнення пожежі в тупику прохідницького вибою робітникам необхідно взяти наявні засоби рятування (саморятівники, респіратори) та ввімкнути їх. З появою полум'я та диму йти до виходу з тупика виробки, докладати можливих зусиль, щоб пройти через полум'я або загасити його. Якщо через полум'я не пройти або загасити його неможливо, необхідно підготувати підручні матеріали для спорудження перемички (дошки, вентиляційні труби, цвяхи, спецодяг). При закінченні подачі повітря по вентиляційним трубам необхідно встановити ближче до полум'я три перемички та чекати прибуття гірничих рятувальників, продовжуючи використовувати засоби до рятування: саморятівники, респіраторні пункти тощо.

У разі виникнення пожежі на складі з вибуховими матеріалами роздатчик повинен негайно повідомити гірничого диспетчера шахти. Якщо є можливість витягти вибухові матеріали з полум'я в безпечне місце та розпочати ліквідацію полум'я всіма доступними засобами. В разі неможливості загасити пожежу необхідно закрити входні двері на входах до складу вибухових матеріалів та залишити склад, перейти на струмінь свіжого повітря та повідомити гірничого диспетчера. Необхідно обмежити переміщення людей, які не беруть участі в ліквідації надзвичайних ситуацій.

Робітники, які потрапили в зону завалу, повинні вжити заходів для звільнення наслідків завалу, встановити характер завалу, забезпечити безпечний вихід через можливий прохід у покрівлі. Якщо вийти неможливо, необхідно встановити додаткове кріплення підсилення та почати розбирання завалу.

Якщо і це зробити неможливо, залишається чекати прибуття гірничих рятувальників, подаваючи спеціальні сигнали, стукаючи по металевих або тердих предметах.

Сигналізація, яка використовується при надзвичайних ситуаціях.

У всіх випадках сигнали подаються послідовно:

1-а група - відповідна кількість поодиноких ударів, які подаються з інтервалом 1-2 секунди та вказується кількість людей, які знаходяться в завалі;

2-а група - подається через 10-15 секунд після першої подачі сигналів та інформує про місце знаходження працівників в завалі. Кожен сигнал подається з інтервалом від 5 до 7 секунд.

У разі, коли завал відбувся в глухому куті виробники, необхідно встановити з підручних матеріалів в 5-10 м від перемички заслонку для запобігання надходження метану. Робітники при цьому повинні знаходитись між перемичкою та заслонкою.

Під час прориву значної кількості води в виробку потрібно взяти саморятівник та піднятися на виробки, які розташовані вище та прямувати до ствола.

Під час значного раптового виділення газу необхідно включити до ізолюючого саморятівника, вийти з виробок, де відбулося загазування, відключити електроенергію, що поступає до цієї виробки та поставити знак, який забороняє електроенергію вмикати. Про виділення газу необхідно повідомити гірничого диспетчера.

У разі поразання працюючих електричним струмом, ті, хто знайшов жертву, відключають від електричного струму кабель, який торкається жертви, звільняють жертву від нього та надають штучне дихання та іншу медичну допомогу (на свіжому повітрі).

При зупиненні клітьового підйому, робітники, які опинилися біля підйому, повідомляють про зупинку підйомної машини та чекають прибуття іншої кліті. Машиніст підйому повідомляє про зупинку гірничому диспетчеру підприємства. Дзвонити самостійно з кліті заборонено.

При прибутті іншої кліті, робітники за допомогою запобіжних заходів пересаджуються в неаварійну кліть, підіймаються та виходять на поверхню.

При можливому виявленні ознак хімічних отруйних речовин необхідно негайно повідомити гірничого диспетчера або змінного інженера та вийти на струмінь свіжого повітря. При виявленні токсичних речовин у тупику прохідницького вибою, вентилятор місцевого провітрювання відключається від електроенергії з метою недопущення виносу токсичних речовин в інші виробки.

Відповідно до Закону про видобуток корисних копалин в паспортах проведення та кріплення виробок та управління покрівлею в очисних вибоях повинен бути розділ "Надзвичайний захист".

До цього розділу повинно входити:

1. Повідомлення всі працівників на випадок виникнення аварій;
2. Дії працівників у разі виникнення аварії;
3. Приведені колективні засоби захисту працівників;
4. Приведені індивідуальні засоби захисту працівників.

У разі виникнення аварії звільнення людей здійснює гірничий диспетчер через гучномовець, встановлений там, де завжди є електрослюсар. Він, затримуючи сигнал наступного дзвінка, повідомляє всіх про те, що сталося внизу. Повідомлення, крім того, робиться телефоністом.

Дії працівників у разі виникнення аварії здійснюються в відповідності з розробленими "Правилами поведінки робітників підприємств (шахт) на випадок аварій", "Планом ліквідації аварій в підземних виробках" або вказівками головного інженера підприємства або відповідального за ліквідацію аварій.

Серед колективних засобів захисту працівників від нещасних випадків на підприємстві виділяють такі:

а) Від вибухів та утворення пилу застосовують водні бар'єри та комплекси заходів боротьби з вугільним та породним пилом.

б) Для пожежогасіння застосовують протипожежний трубопровід, вогнегасники та ящики з піском, що розташовані вздовж виробок.

в) Захист від скупчення газу та забезпечення необхідної кількості свіжого повітря відбувається контролем газозахисними пристроями, переносними сигналізаторами рівня метану та його вимірами відповідно до необхідного.

Контроль за виконанням вищезазначених вимог щодо комплексного захисту на підприємстві є обов'язковим для кожного працівника підприємства.

До індивідуальних засобів захисту відносять саморятівники ШСС-1У та ШСС-1Т. Респіратори використовують для усунення наслідків аварій на початковій стадії.

Саморятівник потрібно носити на плечі постійно. Респіратори зберігаються в пунктах вздовж виробок.

Відповідно до вимог Правил безпеки щодо локалізації вибуху вугільного пилу у всіх процесах, при яких відбувається утворення пилу (видобуток та транспортування вугілля, руйнування, завантаження та транспортування гірської маси, буріння свердловин тощо), пропонується запроваджувати такий комплекс заходів:

- побілення підземних виробок;
- промивання підземних виробок водою;
- використання інертних заслонів та водяних завіс в покрівлі виробок.

Міста для встановлення інертних заслонів та водяних завіс, здійснення інших заходів надаються у відповідності до вимог Правил безпеки та "Інструкції з локалізації вибухів вугільного пилу".

Для нагнітання води в пласт використовують спеціальну технологію: в пробурені свердловини нагнітають рідину. Це дозволяє в процесі

руйнування пласта зволожувати зруйноване вугілля. Завдяки цьому зменшується утворення вугільного пилу. Для буріння свердловин використовуємо бурову установку, яка дозволяє бурити свердловини діаметром до 45 мм та довжиною до 100 м. Для наших умов буряться свердловини довжиною 85 м з вентиляційного штреку в товщу пласта. Відстань між свердловинами встановлена 25 м, їх герметизують на глибині не менше 10 м. Швидкість закачування рідини 2 м³/год забезпечує продуктивний насосний агрегат, тривалість закачування рідини в свердловину становить 44,5 хвилини.

Враховуючи ці параметри, а саме тривалість буріння свердловин та закачування в них рідини, визначаємо відстань між першою свердловиною та рудиною очисного вибою. Вона дорівнює 20 м.

Для підвищення ефективності зволоження вугілля в гірському масиві до води додаємо кондиціонер з концентрацією 0,2%. При накачуванні 80 м³ рідини в одну свердловину витрата змочувального кондиціонера на одну свердловину становить 160 кг. Ефективність зниження утворення пилу за допомогою цього методу становить не менше 60%.

Вода буде братися безпосередньо із трубопроводу, які розташовуються в виробках.

6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ПОВТОРНОГО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Для економічного обґрунтування проведемо такі розрахунки:

1. Проведення підготовчих виробок

$$C_{np} = nSLC_{np}$$

де n - кількість виробок, 2;

$S = 12,6 \text{ м}^2$ – перетин виробок;

$L = 1600 \text{ м}$ – довжина кожної виробки;

$C_{np} = 12700 \text{ грн/м}$ – вартість проведення одного метра кожної виробки

$$C_{np} = 2 \cdot 11,6 \cdot 1500 \cdot 127 = 4419600$$

2. Вартість підризки порід підпошки від піддування:

$$C_{под} = n_{под} \cdot u_{под} \cdot B \cdot L \cdot C_{под}$$

де $n_{под}$ – кількість підризок, одна підризка;

$u_{под} = 0,30 \text{ м}$ – глибина підризки порід;

$B = 4,5 \text{ м}$ – ширина кожної виробки;

$L = 1600 \text{ м}$ – довжина кожної виробки;

$$C_{под} = 940 \text{ грн/м}^3$$

$$C_{под} = 1 \cdot 0,25 \cdot 4,4 \cdot 1500 \cdot 94 = 155100$$

3. Вартість встановлення кріплення посилення:

$$C_{кру} = ntc_{кру}$$

де n – кількість стійок посилення, 250 шт;

t – час існування виробки, 3 роки;

$c_{кру} = 1190 \text{ грн/шт.}$ – вартість використання однієї стійки в кріпленні посилення;

$$C_{кру} = 250 \cdot 3 \cdot 119 = 89250$$

4. Використання вибухового розвантаження порід підпошки:

$$C_{вщр} = 2,75SL$$

де L – сумарна довжина виробок, 3000м.

$$C_{\text{вщр}} = 2,75 \cdot 11,6 \cdot 3000 = 95700$$

5. Зведення литої смуги з матеріалів, що швидко твердіють.

$$C_{\text{лп}} = mb_{\text{лп}} Lc_{\text{лп}}$$

де $b_{\text{лп}}$ – ширина литої смуги, 1,3 м;

$c_{\text{лп}} = 2200$ грн/м³ – вартість зведення литої смуги

$$C_{\text{лп}} = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1500 \cdot 220 = 514800$$

ВИСНОВОК

1. В результаті інструментальних спостережень видно розвиток динаміки деформації порід у підшві виробок в зоні впливу очисного вибою і фізичного стану гірських порід у підшві. Процес піддуття порід у підшві виробок проходить у такі етапи. На відстані до 100 м від очисного вибою спостерігаємо інтенсивний період деформації гірського масиву. Загальна еличина піддуття порід у підшві виробок за весь час їх існування перевищує 7 м.

2. В результаті лабораторних досліджень встановлено, що створення зон змінення опорного тиску призведе до змінення значення коефіцієнта передачі гірського -тиску.

3. Також встановлено, що форма ділянки, що укріплена на підшві виробки змінюється, це впливає на напрямок піддуття гірських порід. При створенні цієї зони маємо вершину трикутника основи яка звернена до порід підшви виробки, при цьому найкращого результату досягаємо за рахунок зменшення піддуття порід в виробках.

4. Обґрунтовані параметри зміцнення порід у підшві виробок розраховані для ущільнених порід.

5. Використання цього методу забезпечується стабільністю порід у підшви виробок при створенні укріплених зон за допомогою сумішей. Економічна ефективність при застосуванні цього метода може становити 3000 грн/м.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Янко С.В. Состояние и перспективы приватизации угледобывающих предприятий в Украине / С.В. Янко, Е.С Чуприна // Уголь Украины. – 2007. – №3. – С. 17–22.
2. Paris COP21: Agreement reached on climate change [Electronic resource], 2015. Access mode: <http://embassynews.net/2015/12/13/the-paris-cop2-agreement-reached-on-climate-change/>, free. The title from the screen.
3. Coal Information 2016: Statistics. International Energy Agency. 2016, 543 p.
4. Conti J., Holtberg P., Diefenderfer J., LaRose A., Turnure J., Westfall L. (2016). *International Energy Outlook 2016 With Projections to 2040*.
5. Основные тенденции на рынке коксующихся, энергетических углей и кокса на рынке Украины. [Электронный ресурс], 2017. Электронный адрес: <http://coal-coke.at.ua/>.
6. Ісаєнков О.О. Стан вугільної галузі України відносно світових трендів і її перспективи / О.О. Ісаєнков, С.В. Сахно, О.С. Яковенко // Проблеми гірничої технології: збірник наукових праць. Зб. наук. праць. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2016. – С. 7-10.
7. Мизин В.А. Творческое сотрудничество института, завода и шахты – залог успеха / В.А. Мизин, А.В. Сытник, А.В. Нагорный // Уголь Украины. – 2003. - №8. – С. 43-44.
8. Сахно І.Г. Наукові основи управління станом гірських порід невибуховими руйнуючими сумішами при підземній розробці родовищ [Текст] : автореф. дис. ... докт. техн. наук: Сахно Іван Георгійович. – Дніпропетровськ, 2015. – 36 с.
9. Климов С.В. Угольная промышленность и энергетическая безопасность стран мира / С.В. Климов // М.: Изд-во МГУ, 2002. – 672 с.
10. Лазарев В. [Рецензия] // Горный журнал. – 1914. – Т. II, №6. – С. 316-317. – Рец. на статью: Рогалевич А.О. Несколько данных о стоимости

ремонта крепи подземных выработок / А.О. Рогалевич // Горный журнал. – 1914. – Т. I. №2. – С. 166-189.

11. Гершкович Л.И. Некоторые замечания о вспучивании почвы в подземных выработках и о мерах борьбы с этим явлением / Л.И. Гершкович // Инженерный работник. – 1925. – №9.

12. Гаркави А.А. Из наблюдений над вспучиванием почвы / А.А. Гаркави // Инженерный работник. – 1925. – №2.

13. Бокий Б.И. К вопросу о борьбе со вспучивающимися породами / Б.И. Бокий // Инженерный работник. – 1926. – №4.

14. Пинекер П.З. К вопросу о борьбе со вспучивающимися породами / П.З. Пинекер // Инженерный работник. – 1926. – №8.

15. Миненко К. Несколько наблюдений над вспучиванием почвы подземных выработок и борьбе с ним / К. Миненко // Инженерный работник. – 1926. – №8.

16. Бокий Б.И. Еще несколько слов о вспучивающихся породах / Б.И. Бокий // Инженерный работник. – 1926. – №9.

17. Татаренко П.П. О вспучивающихся породах / П.П. Татаренко // Инженерный работник. – 1927. – №8.

18. Бокий Б.И. Практический курс горного искусства / Б.И. Бокий – М., 1918. – 420 с.

19. Бокий, Б.И. Практический курс горного искусства. Т. III. Эксплуатация месторождений / Б.И. Бокий – 3-е изд. – М. 1923. – 680 с.

20. Протоdjаконов М.М. Давление горных пород и рудничное крепление. Ч. 1. Давление горных пород / М.М. Протоdjаконов. – М.: Гостехиздат. – 1930. – 93 с.

21. Городничев В.М. Пучение горных пород и меры борьбы с этим явлением / В.М. Городничев. – М.: Центр. ин-т техн. информации, 1954. – 130 с.

22. Городничев В.М. Современные методы борьбы с пучением горных пород / В.М. Городничев. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 100 с.

23. Гурдус А.В. Изучение причин вспучивания горных пород каменноугольной формации Донбасса и меры борьбы с этим явлением / А.В. Гурдус. – Харьков: Гос. научно-техн. изд-во, 1933. – 85 с.

24. Заславский Ю.З. Расчет смещений почвы выработки, расположенной в слоистом горном массиве / Ю.З. Заславский, В.П. Киндур // Проектирование и строительство горных предприятий. – 1970. – №2. – С. 51-53.

25. Глушко В.Т. Замеры давления пород на кольцевую жесткую и податливую крепи в глубоких шахтах / В.Т. Глушко // Шахтное строительство. – 1965. – №6. – С. 5-7.

26. Максимов А.П. Выдавливание горных пород и устойчивость подземных выработок / А.П. Максимов. – М.: Госгортехиздат, 1963. – 144 с.

27. Белов В.И. Исследование явлений пучения в горных выработках / В.И. Белов // Горный журнал. – 1929. – №1. – С. 45-49.

28. Белов В.И. Крепление подземных выработок в сильно пучащих породах / В.И. Белов // Горный журнал. – 1933. – №1. – С. 15-20.

29. Сыроватко М.В. О пучении глинистых пород в угольных шахтах / М.В. Сыроватко. – М.: Углетехиздат, 1953. – 36 с.

30. Сыроватко М.В. Гидрогеология и инженерная геология при освоении угольных месторождений / М.В. Сыроватко. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу, 1960. – 499 с.

31. Покровский Н.М. Проведение горных выработок / Н.М. Покровский. – М.: Углетехиздат, 1954. – 832 с.

32. Леонов П.В. Пучение подугольных глин и мероприятия по повышению срока службы крепи подготовительных выработок шахт Нелидовского месторождения / П.В. Леонов, Н.В. Подъемщиков // Вопросы разработки угольных пластов Подмосковского бассейна: сб. тр. – М.: Углетехиздат, 1952. – №6-7. – С. 3-71.

33. Белаенко Ф.А., Исследование пучения горных пород в капитальных и подготовительных выработках на шахтах Донбасса / Ф.А. Белаенко, В.Т. Глушко // Труды Украинского научно-исследовательского института организации и механизации шахтного строительства. – Вып. XI. – М.: Госгортехиздат, 1960. – С. 117-138.

34. Глушко В.Т. Определение признаков пучащих пород / В.Т. Глушко // Известия Днепропетровского горного института им. Артема. – Днепропетровск. – Т. 39. – 1960. – С. 27-28.

35. Барановский В.И. Влияние устойчивости подготовительных выработок на выбор рациональных способов разработки пологих пластов в Донбассе / В.И. Барановский // Переход на обратный порядок отработки выемочных полей в Донбассе. – М.: Углетехиздат. – 1957. – С. 121-138.

36. Руппенейт К.В. О давлении на крепь в штрекообразных выработках / К.В. Руппенейт // Вопросы горного дела. ВУГИ. – №10. – М.: Углетехиздат. – 1953. – С. 26-47.

37. Шейхет М.Н. Давление пучащих пород на крепь подземных выработок / М.Н. Шейхет. – М.: Углетехиздат, 1955. – 125 с.

38. Лыткин В.А. Пучение пород в горных выработках / В.А. Лыткин. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1963. – 30 с.

39. Лыткин В.А. Механизм пучения пород в подземных выработках / В.А. Лыткин. – М.: Наука, 1965. – 119 с.

40. Цимбаревич П.М. Курс рудничного крепления / П.М. Цимбаревич. – М.: Углетехиздат, 1948. – 568 с.

41. Цимбаревич П.М. Механика горных пород / П.М. Цимбаревич. – М.: Углетехиздат, 1948. – 184 с.

42. Цимбаревич П.М. Рудничное крепление / П.М. Цимбаревич. – М.: Углетехиздат, 1951. – 607 с.

43. Слесарев В.Д. Механика горных пород и рудничное крепление / В.Д. Слесарев. – М.: Углетехиздат, 1948. – 303 с.

44. Целигоров А.И. Некоторые вопросы пучения горных пород – А.И. Целигоров. – М.: Углетехиздат, 1949. – 44 с.
45. Заславский Ю.З. Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна / Ю.З. Заславский. – М.: Недра, 1966. – 180 с.
46. Заславский Ю.З. Расчет смещений почвы выработки, расположенной в слоистом горном массиве / Ю.З. Заславский, В.П. Киндур // Проектирование и строительство горных предприятий. – 1970. – №2. – С. 51-53.
47. Борьба с пучением в горных выработках / С.Д. Сонин, М.Н. Шейхет, И.Л. Черняк, В.С. Лукичев. – М.: Недра, 1966. – 199 с.
48. Черняк И.Л. О прогнозе пучения почвы в горных выработках на шахтах Подмосковского бассейна / И.Л. Черняк, В.С. Лукичев // Научные труды Московского горного института. – М. – №38. – 1961. – С. 97-103.
49. Черняк И.Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок / И.Л. Черняк. – М.: Недра, 1978. – 237 с.
50. Васильченко А.А. Физико-химические причины пучения почвы и внезапных выбросов / А.А. Васильченко // Уголь Украины. – 1987. – №2. – С. 30-32.
51. Шестаков Г.П. Особенности пучения пород в различных горно-геологических условиях их залегания / Г.П. Шестаков // Уголь Украины. – 1993. – №2. – С. 37-38.
52. Роечко А.Н. Новый подход к исследованию явления пучения пород для обоснования мер борьбы с ним / А.Н. Роечко // Уголь Украины. – 1997. – №2-3. – С. 20-22.
53. Шашенко А.Н. Некоторые задачи статистической геомеханики / А.Н. Шашенко, С.Б. Тулуб, Е.А. Сдвижкова. – К.: Пульсари, 2002. – 304 с.
54. Гапеев С.М. Закономірності втрати пружнопластичної стійкості складно структурного масиву навколо одиночної виробки: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.15.09. / НГУ – Дніпропетровськ. – 2004. – 13 с.

55. Лозовський С.П. Обґрунтування параметрів способу підвищення стійкості підготовчих виробок з підпошвою, що здимається, у зоні впливу очисних робіт: Автореф. дис...канд. техн.. наук: 05.15.04. / НГУ – Дніпропетровськ. – 2004. – 13 с.

56. Рязанцев О.П. Обґрунтування параметрів способу забезпечення стійкості капітальних виробок вугільних шахт в умовах нестійких порід підпошви: Автореф. дис...канд. техн.. наук: 05.15.04. / НГУ – Дніпропетровськ. – 2004. – 16 с.

57. Кириченко В.Я. О механизме пучения почвы выработок, сооружаемых в слабых породах / В.Я. Кириченко, А.В. Шмиголь, В.Н. Рева // Шахтное строительство. 1988. - №11. - С. 3-5.

58. Шахтные исследования характера разрушения слабых пород на шахтах Западного Донбасса / Шмиголь А. В., Кириченко В. Я., С. К. Бучатский, В. Н. Рева // Шахтное строительство.- 1987. №5 - С. 11-12.

59. Пирский А.А. Шахтные исследования пучения почвы в выработках Западного Донбасса / А.А. Пирский, С.Н. Стовпник // Уголь Украины. – 1989. - №11. – С. 2-3.

60. Негрий С.Г. – Обоснование параметров механического отпора породам почвы выемочных выработок при отработке лав обратным ходом друк. Дисс... канд. техн. наук: 05.15.02.– Донецк, 2007. – 296 с.