

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

Олександр ІСАЄНКОВ
“ ” 2023 рік

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра
(освітній ступінь)

на тему «Розробка комплексу заходів щодо боротьби зі здиманням порід підпошви в гірничих виробках»

Виконав: студент 2 курсу, групи ОПГм-22
Спеціальності 184 «Гірництво»

Старостін Сергій Миколайович

Керівник

доцент кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці, доц.,
к.т.н., Олександр СЕРГІЄНКО

Рецензент

Нормоконтроль

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

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

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2023 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра Управління гірничим виробництвом і охорони праці
Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри

Олександр ІСАЄНКОВ
“___” _____ 2023 рік

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Старостіну Сергію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка комплексу заходів щодо боротьби зі здиманням порід підпошви в гірничих виробках»

Керівник роботи доцент кафедри управління гірничим виробництвом і охорони праці, доц., к.т.н., Олександр СЕРГІЄНКО

затверджена наказом по університету від 22.09.2023 р. №479

2. Термін подання студентом закінченої роботи 15 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) матеріали практики, гірничі, геологічні параметри і техніко-економічні показники підприємства: характеристика розташування; характеристики вугільних пластів та грського масиву порід; розміри, запаси поля в його границях; загальний опис діяльності підприємства; техніко-економічні показники його роботи за звітний період

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити). Відомості про діюче підприємство з вудобутку. Положення, які пояснюють піддутьтя порід підпошви в підземних виробках. Напрями забезпечення експлуатаційного стану підземних виробок при їх повторному використанні. Основні дослідження зв'язку деформування порід, що руйнуються навколо виробки. Обгрунтування заходів, що забезпечують добру стійкість підпошви в виробках з метою їх використання повторно. Вартісне обгрунтування комплексу заходів, що забезпечують добру стійкість підпошви в виробках з метою їх використання повторно.

5. Консультанти з роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

6. Дата видачі завдання _____ 01 вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	Відомості про діюче підприємство з вудобутку.	<i>вересень</i>	
2.	Положення, які пояснюють піддutta порід підшви в підземних виробках.	<i>жовтень</i>	
3.	Напрями забезпечення експлуатаційного стану підземних виробок при їх повторному використанні.	<i>жовтень</i>	
4.	Основні дослідження зв'язку деформування порід, що руйнуються навколо виробки.	<i>листопад</i>	
5.	Обґрунтування заходів, що забезпечують добру стійкість підшви в виробках з метою їх використання повторно.	<i>листопад</i>	
6.	Вартісне обґрунтування комплексу заходів, що забезпечують добру стійкість підшви в виробках з метою їх використання повторно.	<i>грудень</i>	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Старостін Сергій Миколайович. Розробка комплексу заходів щодо боротьби зі здиманням порід підпошки в гірничих виробках.

Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 184 «Гірництво» (освітня програма «Охорона праці в гірництві») – ДВНЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2023.

Аналіз стану тунелів вугільної компанії показує, що в разі проведення кріпильних робіт майже 92% деформаційного потенціалу кріплення пов'язано з перебуванням тунелів в зоні підвищеного фортифікаційного тиску, а близько 86% ремонтних робіт, що проводяться в тунелях, пов'язано з ослабленням перекриттів.

Метою дослідження було виявлення таких наукових закономірностей та підбір комплексу засобів для зміцнення основ робочих ділянок для повторного використання.

Виявлено, що засоби для зміцнення основ дозволяють зменшити витрати на ремонт на 4000 грн/п.м.

Ключові слова

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

SUMMARY

Starostin Serhii Mykolaiovych. Development of a set of measures to combat the heaving of bottom rocks in mining operations.

Graduation qualification work for a master's degree in specialty 184 "Mining" (educational program "Labor protection in mining") - DVNZ "DonNTU", Lutsk, 2023.

The analysis of the condition of the tunnels of the coal company shows that in the case of fastening works, almost 92% of the deformation potential of the fastening is due to the presence of the tunnels in the zone of increased fortification pressure, and about 86% of the repair work carried out in the tunnels is due to the weakening of the overlaps.

The purpose of the study was to identify such scientific patterns and select a set of tools for strengthening the foundations of working areas for reuse.

It was found that means for strengthening the foundations allow to reduce repair costs by 4,000 hryvnias/sq.m.

Keywords

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

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ВІДОМОСТІ ПРО ДІЮЧЕ ПІДПРИЄМСТВО З ВУДОБУТКУ.....	9
2. ПОЛОЖЕННЯ, ЯКІ ПОЯСНЮЮТЬ ПІДДУТТЯ ПОРІД ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ.....	12
3. НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК ПРИ ЇХ ПОВТОРНОМУ ВИКОРИСТАННІ	23
4. ОСНОВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ДЕФОРМУВАННЯ ПОРІД, ЩО РУЙНУЮТЬСЯ НАВКОЛО ВИРОБКИ.....	27
5. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ДОБРУ СТІЙКІСТЬ ПІДОШВИ В ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПОВТОРНО	33
6. ВАРТІСНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ДОБРУ СТІЙКІСТЬ ПІДОШВИ В ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПОВТОРНО	78
ВИСНОВКИ.....	80
ДЖЕРЕЛА	81
ДОДАТКИ.....	84

ВСТУП

Видобуток сировини є одним із факторів, що гарантує економічну та енергетичну незалежність. Війна призвела до недостатньої доступності інших видів сировини (наприклад, нафти, газу), що зумовило необхідність збільшення внутрішнього видобутку вугілля. Споживання вугілля в інших країнах показує, що вугілля стає важливим джерелом енергії. Тому видобувати вугілля сьогодні вигідно, а використовувати існуючі технології ефективно і сучасно.

Ми маємо розвідані та готові до видобутку запаси сировини, добре розвинену вугільну інфраструктуру та сучасне виробництво вуглевидобувного обладнання. Але підземні шахти більшості підприємств не відповідають світовим стандартам. Тому необхідна реконструкція шахт та впровадження сучасних технічних і технологічних рішень. Аналіз стану шахтних стволів дозволив зробити висновок, що 92% деформацій при підготовчих роботах відбуваються в приконтурній зоні, а 86% деформацій при ремонтних роботах підривають підосху.

Тому метою роботи є розробка інструменту для забезпечення стійкості дна для повторного використання шахтних стволів.

Основна ідея дослідження полягає у використанні наукових припущень про утворення таких зон (локально укріплених зон) на підосху шахти та їх вплив на деформацію гірничого масиву з метою управління станом гірничого масиву в умовах інтенсивного підривання підосхи шахти.

Метою роботи є встановлення наукових положень та демонстрація засобів армування для повторного використання виробленого простору.

Поставлені цілі будуть досягнуті наступним чином: 1) Визначення динаміки підйому основи виробки в зоні поверхневого удару.

Мета дослідження - управління станом підосхи (регулярність продування).

Методи дослідження - спостереження за деформуванням основи, комп'ютерні розрахункові процедури, аналіз результатів розрахунків, лабораторні дослідження моделей тунелю.

Структура та обсяг роботи Робота складається зі вступу, основних розділів, висновків та списку використаних джерел. Повний обсяг роботи складає 90 сторінок.

1. ВІДОМОСТІ ПРО ДІЮЧЕ ПІДПРИЄМСТВО З ВИДОБУТКУ

Шахта розташована в центральній частині вугледобувного регіону, в межах шахт "Краснолиманська", "Димитрова" та "Центральна".

Шахта розташована в Покровському районі Донецької області, за 15 км від міста Покровськ. Відстань до міста Мільноград становить 3 км. Це вигідне географічне розташування зі сполученням з великими містами.

До війни шахта забезпечувалася питною та технічною водою з каналу "Північний Донець - Донбас". Зараз подається лише технічна вода (Карлівське водосховище), з частими перебоями. Електроенергія постачається від Крахівської ТЕС.

Споживачами видобутого вугілля є частково коксохімічні заводи, а частина сировини використовується місцевими споживачами для побутових потреб.

Надра в районі видобутку управляються державною компанією "Мільноградвугілля", що базується в МільнофRADІ.

Концесія на видобуток охоплює площу понад 60 км². Концесія розташована в центрі блоку земної кори між Центральним насувом і Серідовським насувом. Амплітуда насувів становить 200-500 м. Мінералізація характеризується моноклінальним заляганням порід (падіння 7-11°). Великих тектонічних порушень не виявлено, але в межах штолень є дрібні тектонічні розломи з амплітудою менше 0,90.

Шахта має найвищу газову категорію (50-80 м³/т метану) і є небезпечною через раптові викиди. Усі шахти з видобутку пісковиків є небезпечними через цей фактор.

Існує багато інших факторів, які ускладнюють видобуток корисних копалин. Помилкові або нестійкі стелі, вугільні пласти, небезпечні для раптових коливань, пісковики, небезпечні для раптових коливань, водоносні пісковики на певній відстані від вугільних пластів, і вся вода потрапляє в шахтний стовбур під час видобутку.

Вугільний пласт ІЗ складний (2-3 пласти, загальна потужність 1,35-2,60 м, зольність 18-35%).

Стеля перекрита крихким, нестійким сланцем потужністю 2,6-3,6 м. Під час розробки спостерігається просідання порід на вибоях до 2,55-3,55 м, а подекуди і вище.

У нижній частині ділянки покрівля має розривні порушення потужністю до 0,6 м.

На підшві залягають глинисті сланці потужністю до 0,95 м.

Самозаймання вугілля малоймовірне. Температура порід на схилах на максимальній глибині розробки становить близько 45°C. Вміст метану коливається від 8 до 20 мЗ/т.

Пласт К5 є простим і складним, товщиною 0,55-2,35 м і зольністю 27%.

Стеля - нестійкий глинистий сланець, товщиною 1,0-5,0 м. Основа складається з помірно стійких піщаних сланців і має товщину 1,9 м.

Поклад небезпечний через раптові викиди вугілля і газу; самозаймання вугілля малоймовірне. Вміст метану 10-15 м³/т. Температура порід 35-45°C.

Гідрогеологічні умови в районі шахти дуже складні.

Водоносні шари приурочені до пісковиків, і під час видобутку в шахту потрапляє значна кількість води. Відсутність стабільних водоносних горизонтів над і під вугільним пластом уповільнює надходження води в шахту.

Обсяг води, що надходить у шахту, становить 250 м³ на годину. Обсяг притоку води збільшується після завершення поховання сусідніх підприємств.

Межі шахти наступні:

- 650 м - межа надшахтної споруди.
- Глибокоярське відвалоутворення з північного боку

- державна лінія, що проходить через свердловину 8032 з південного боку

- Нижня тектонічна межа знаходиться на позначці 1200 м.

Мінералізована зона має довжину 17,0 км і кут нахилу 4,0 км.

2. ПОЛОЖЕННЯ, ЯКІ ПОЯСНЮЮТЬ ПІДДУТТЯ ПОРІД ПІДОШВИ В ПІДЗЕМНИХ ВИРОБКАХ

Підняття гірських порід постійно спостерігається під час розробки родовищ корисних копалин і має різну інтенсивність. Особливістю цього складного процесу є те, що він залежить від гірничо-геологічних і технологічних умов, в яких відбувається. Поки що не існує єдиної теорії, яка б повністю описувала і пояснювала процес підняття гірських порід.

Перша теорія підривання порід з'явилася на початку 20-го століття, в постреволюційний період відновлення інститутів. Цей процес вивчали Гурдус, Цимбаревич, Целігоров, Руппейне, Слесарєв, Шейхет, Белаєнко, Городнічев, Глушко, Литвинський, Максимов, Черняк та інші. Об'єкт дослідження.

Причинами, що впливають на одиночний вибух, є руйнування породи, зміщення породи, перехід породи у в'язкий стан і повзучість породи.

Бокій одним з перших систематизував результати досліджень процесу руйнування основи в тунелях. Він вважав, що основним фактором розриву підосви є вплив випадкового підвищення тиску в перекритті на м'які породи підосви і посилення цього ефекту. Профілактика бажана лише там, де є невеликі деформації в корінних породах. Цей аналіз має цілеспрямований і загальний характер.

Протодьяконов у своїй роботі наводить кілька прикладів вивержень. Це пов'язано з водонасиченістю породи та її хімічним зв'язком з водою. Незважаючи на обмежений обсяг, результати цих досліджень були взяті до уваги багатьма вченими.

Городничий пояснив механізм поодиноких вивержень і дав кількісну оцінку цьому явищу. Основними причинами є руйнування гірських порід і винесення пластичної породи, пластична деформація непорушених порід і розширення газу. Автор виділив дві групи факторів: вплив зовнішніх сил,

зумовлених вагою породи, і внутрішні сили, які збільшують зміцнювальне навантаження породи при насиченні її водою. Фізичне пояснення явища одиночного вибуху Городнічі описав з точки зору теорії пружності. Ця теорія встановила хибність залежності між деформацією і підняттям породи на дні кар'єру. Це припущення, тобто невідповідність природи деформації, зробило запропоновану ним формулу практично незастосовною.

Заслуговує на увагу перша робота Гурдуса, присвячена комплексному дослідженню одиночних вибухів у тунелях. Автор висуває дві гіпотези про підняття корінних порід біля підніжжя гори. Висуваються дві гіпотези: поглинання вологи гірською породою з повітря і гірського масиву, а також вплив сил тиску на породу покрівлі. Під цими впливами основа рухається у вільному просторі.

Гурдус вважає, що тиск на корінну породу є основним фактором. Він розрахував модель сил, що діють на породу на дні котловану, яка виштовхується в результаті поздовжнього стиснення. Він вперше оцінив вплив на силу вибуху подошви, розмір коридору, ширину тунелю і послідовність видобутку. Ця класифікація інтенсивності подошовного вибуху залежить від стабільності породи покрівлі; Гурдус постійно критикувався іншими вченими.

Белов надав фізичне пояснення підривних робіт. Воно ґрунтувалося на гідравлічній теорії. Згідно з ним, пученіє - це пружне розширення сланцю, коли втрачається поверхневий натяг води. Автор рекомендує прийняти оптимальну конструкцію кріплення і пропонує заходи, спрямовані на зміну складу породи без перевантаження масиву навколо тунелю. Цей підхід визначено для окремого випадку одиночного вибуху. Тому він застосовується в обмежених умовах.

У своєму дослідженні Сироватка проаналізував процес видобутку глини. Він вважав, що основним фактором вибуху основи в тунелях є властивість колоїдних і мінеральних частинок таких глин. Деформацію

інших конструкцій він не пояснював. Основною причиною вибуху він вважав дисбаланс (природної) ваги породи в результаті видобутку корисних копалин.

Покровський описує елементи пластичної породи, які впливають на виверження. Основним фактором є наявність вологи. За його словами, волога збільшує об'єм глини, що підвищує тиск і впливає на вибух на дні кар'єру. Автор вважає, що це пов'язано з тиском, який створює порода покрівлі. Таким породам не вистачає механічної міцності. Тому автор погоджується з факторами, запропонованими Гурдусом.

Подемщиков і Леонов стверджують, що причинами злипання порід є набуття породою гідрофільних властивостей, деформація внаслідок погіршення пружних властивостей породи, пластична деформація масиву і одночасна дія всіх факторів. Вони вважають, що основним фактором є пластична деформація порід під землею.

Глушко і Белаєнко вважають, що консолідація відбувається в результаті пластичної деформації тріщинуватих порід під впливом опорного тиску. Це спостерігається в результаті збільшення об'єму породи внаслідок хімічних реакцій. Під час видобутку вугілля напруження перерозподіляються на навколишні породи. Спочатку утворюється зона розвантаження напружень. У цій зоні порода з потенційними запасами енергії починає деформуватися з відкритого боку, а потім утворюється зона руйнування. В результаті реологічні властивості породи описуються стандартними лінійними законами деформації і процес повністю контролюється. Цим пояснюються гірничо-геологічні умови, але не вибухи підосви шахти, якщо порода не зазнає пластичної деформації в масиві.

Барановський поділяє гірські породи на дві групи за складом і товщиною:

- Породи з незначним вмістом глини або зовсім без неї;
- Породи з великою кількістю глинистої складової, представлені піщаними сланцями зі слабкою глинистою складовою.

Породи другої групи пластичні за своєю природою і руйнуються під дією постійного гірського тиску після відкидання. Породи другої групи пластичні за своєю природою, руйнуються під постійним гірським тиском після підривання, з часом ламаються сильніше, поглинають воду і збільшуються в об'ємі.

Руппенаерт пропонує аналітичну залежність, яка базується на ідеї, що гірські породи стають пластичними при насиченні водою. Він вважає, що набухання можливе в переважно слабких породах. Він пропонує розв'язувати пружно-пластичну задачу при визначенні впливу тиску на інтенсифікацію руйнування гірських порід. При цьому враховується неконтрольована деформація навколо масиву гірських порід.

Шейхет проаналізував руйнування гірських порід під час видобутку корисних копалин і виявив два вибухи в глинистому камені:

- Розрив, спричинений поєднанням мінерального та колоїдного складу глинистого каменю (розширення гірської маси на значний об'єм);
- Руйнування в результаті тиску, що створюється гірськими потоками.

Обидва фактори діють одночасно. На думку автора, при проходці тунелю навколо нього утворюється зона впливу, розмір якої збігається з діапазоном непружних деформацій, визначених шляхом розв'язання пружно-пластичної задачі.

Максимов вважає, що деформація гірського масиву більше схожа на деформацію в'язкопластичного тіла, ніж твердого. На думку автора, деформація гірських порід в основах розглядається як безперервний і повільний процес руйнування. На підтвердження своєї теорії Максимов наводить приклади довготривалих силових ефектів синклінальної (антиклінальної) складчастості в районах видобутку корисних копалин. Виходячи з цього, автор використовує реологічну модель Бінгема-Сведова, щоб проілюструвати це. Ця модель дозволяє використовувати систему рівнів руху Нав'є-Стокса в гірських породах.

Недоліком цього методу є використання чисел Рейнольдса, які є дуже важливими для гірських порід. У лабораторних дослідженнях гірських порід важливими є відмінності в мінеральному і хімічному складі та структурі породи. Це не є причиною схильності Саула до розриву.

Літкін обговорює теорії течії матеріалу в смузі, стиснутій двома жорсткими пластинами (як у процесі холодного пресування металу); Ільюшина розглядає процес розриву основи заготовки як потік металу, що пластифікується в канавці в матриці. Доцільно описати закономірну поведінку породи в основі як пружно-пластичну на рівні Бінгема. За цих умов комбінації можливі, якщо порода має вищу твердість, ніж сусідні шари. Цей висновок суперечить природним спостереженням за вибухами на дні шахт.

Цимбаревич спостерігає вибухи в шахті як процес, подібний до випинання литого матеріалу, розташованого між двома жорсткими формами. Це описується як тиск, зумовлений вагою породи (загальною висотою дна шахти) і призводить до природної рівноваги. Величина навантаження на матрицю в запропонованій схемі є основною темою дискусії. Автори чомусь не врахували динаміку цього процесу і обмежили граничну послідовність статичною. Механіка деформованої породи (крім кута внутрішнього тертя) також не враховується. Проте, погляди Зімбалеви́ча все ж таки надають новий набір пояснень для випадків поодиноких інфляцій, які не можуть бути пояснені іншими гіпотезами.

Серед науковців, які підтримують цю теорію руйнування форми, є Слесарев, Щукін і Пономарьов, які називають водонасичення, низьку міцність глинистого каменю і, як наслідок, перенесення тиску з верхньої породи на бічні породи шляхом пластичної деформації як причини руйнування породи на поверхні.

За словами Ростовцевої, руйнування гірських порід є результатом вивільнення потенційної енергії, накопиченої в породі під дією власної

ваги та тектонічних процесів. В результаті бічні породи і вся гора навколо досліджуваної ділянки розширилися і змінилися.

На шахті Артемівського родовища (Далекий Схід) в умовах інтенсивного видування порід за Целігоровим було зібрано великий обсяг інформації та проведено реальні натурні спостереження. Одночасно були проведені лабораторні дослідження гірських порід. Автори дійшли висновку, що на невеликих глибинах (200-250 м) важливе значення мають структура породи, фізико-механічні властивості та положення виробки. Основною причиною деформації є гірський тиск, який проявляється в різній мірі в залежності від геологічних умов і факторів експлуатації. Автори припускають, що основним механізмом зчеплення є пластична деформація слабких аргілітів.

Заславський узагальнив результати низки досліджень і запропонував наступні фактори, що визначають процес зчеплення порід: розтягнутий стан породи, міцність породи, потужність пластів і ухил порід, стратифікація ділянки, напрямок відпрацювання гірничого масиву, вміст води, розмір продукту, тип укріплення і термін служби продукту. За його словами, основним критерієм для визначення складності умов видобутку є безрозмірний параметр - міцність видобутої породи. Цим критерієм є збільшення деформації породи, що впливає на стан підземних робіт і процесів. Автори називають цю величину "порогом набухання"; Заславський запропонував залежність, яку можна використовувати в першому наближенні для прогнозування розширення породи на дні тунелю. За його словами, в тунелях шириною 3-5 м деформація породи на дні починає відбуватися при певному значенні; Заславський розглядає залучену в деформацію породу як балку, на яку діють бічні навантаження.

Сонін, Черняк і Лукічев вважали, що основною причиною розширення порід підосви шахти є розтягнутий стан гори. Деформація породи підосви пояснюється тим, що об'єм породи залишається постійним, а її властивості легко змінюються до пластичного стану, коли

порода руйнується і з неї видаляється глиниста складова. Це відбувається під впливом тиску та інших факторів, що діють у породі. Такі породи вважаються пружно-в'язкими (пружно-пластичними). У цьому випадку руйнування твердої породи можна пояснити переходом її в пластичний стан. Це відбувається під впливом дуже високого тиску на глибині, гірського тиску, стиснутих твердих мас та інших кількісних і якісних характеристик. Ці процеси відбуваються швидко завдяки деформаційним механізмам цієї твердої породи.

На думку Васильченка, основним фактором, що викликає набухання породи на вході в шахту, крім природних факторів за Шестаковою, є фізико-хімічні зміни, що відбуваються в структурі породи, які забезпечуються певною кількістю конденсації вологи в повітрі в тріщинах і прилеглих до них ділянках і міграцією вологи в дрібні пори і тріщини. На міцність зміцнення гірських порід також впливають оптимальні умови видобутку сировини (місцеві способи видобутку, системи підготовки і розробки, час і швидкість ініціювання промивання). Робота під відкритим небом, стабільність покрівлі шахти (методи захисту). Набухання глини спостерігається в шахтах на глибинах 350-400 м. У шахтах глибиною 350-1100 м до процесу набухання залучалися пісковики в зоні впливу лави, а іноді і поза зоною впливу чистих виробок. Потенціал набухання нижнього масиву порід збільшується з глибиною, на що впливає розтягнутий стан гірського масиву і залежить від гірського і газового тиску та наявності тектонічних порушень у покладі.

У роботах Роєнко, Шашенка, Гапєєва і Лозовського також враховувалося обвалення гірського масиву на дно внаслідок пружно-пластичної деформації гірського масиву; Шмиголь, Кириченко і Рева вказують, що в цьому випадку слабка порода (глинистий сланець) деформується у вигляді крихкого руйнування, а процес розширення підстилаючої породи слід розглядати як наслідок "вигину" породи. На основі інструментальних спостережень і лабораторних досліджень

гірських порід на декількох шахтах в Західно-Донській Раї, Пирському і Колоні встановлено, що деформація гірських порід на дні шахти являє собою нерегулярну складну структуру товщиною, шириною і глибиною до 4,0 метрів. Вони виявили, що породи були деформовані в двох місцях, на глибині 2-3 метрів і на 3 метри нижче.

Неглі проаналізував ці процеси в глибоких шахтах і дійшов висновку, що вибухи породи на дні тунелів спричинені "дрейфом" породи, коли порушуються умови рівноваги. За цих умов слід вважати, що порода має дискретний поперечний переріз. Автором була розроблена схема, показана на рисунку 2.1. Алгоритм розрахунку напружень в основі детально розроблений Соколовським на основі теорій граничної рівноваги.

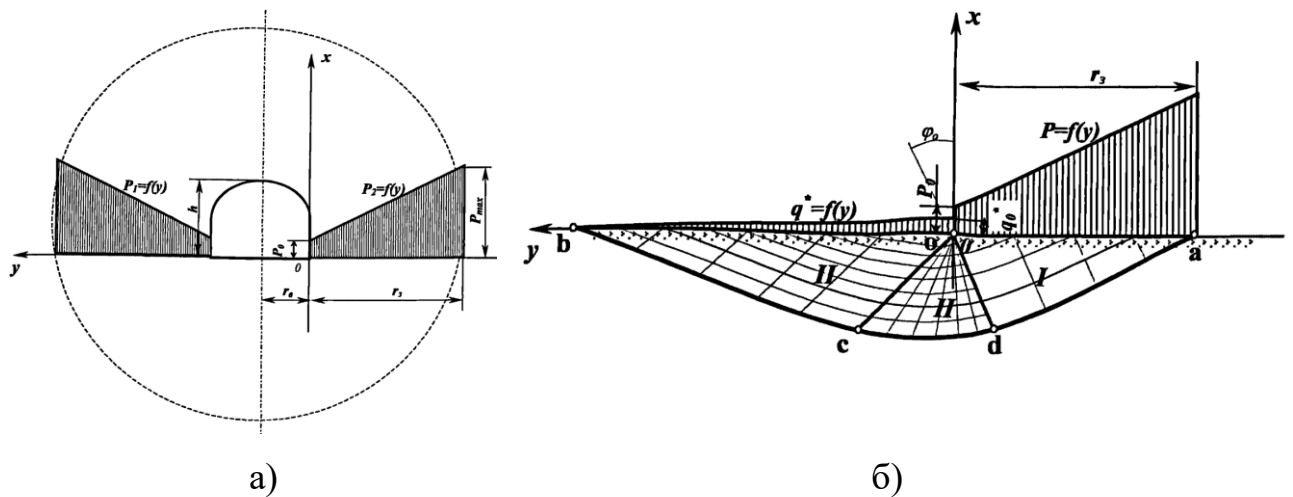


Рисунок 2.1 Розрахункові схеми, розроблені Негрі: а) схема для визначення підвищення тиску в зоні пружних деформацій (змінюється за законом трикутника); б) схема для визначення нормального напруження.

Результати розрахунків за схемами узгоджуються з основними вимірними результатами і відрізняються від результатів розрахунків за схемами подвійного розподілу Слесарева (рис. 2.2а) і Цимбаревича (рис. 2.2б).

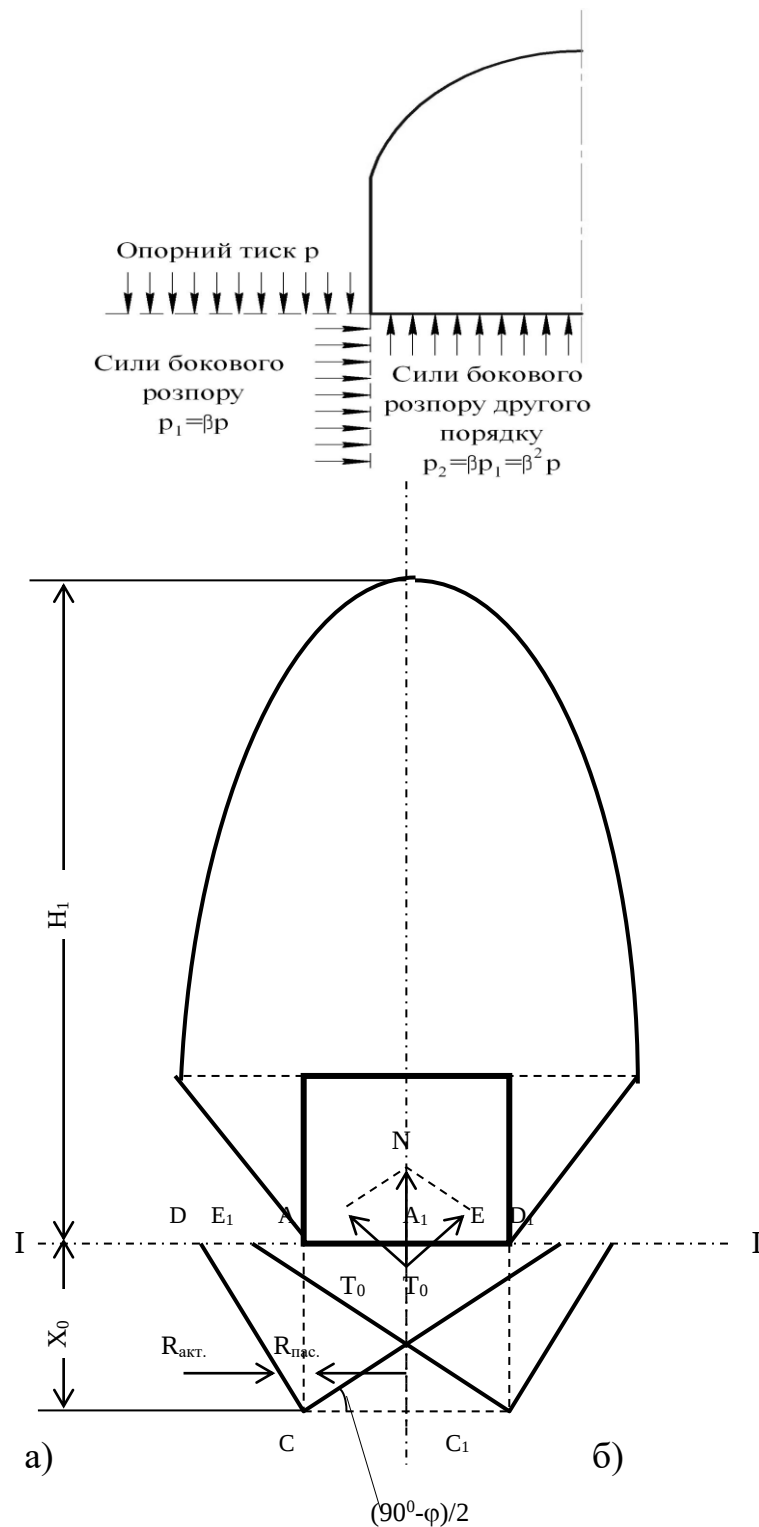


Рисунок 2.2 – Визначення тиску закріплення порід на вибої Слесарєва (а), Цимбаревича (б). Ці гіпотези були узагальнені.

Литвинський пояснив причини розширення породи на дні тунелів і показав механізм (морфологію), що відповідає цьому процесу. Це ґрунтується на аналізі механізму нестійкості тунелю під час розвитку

осадових порід при різних значеннях напружень. Порівнюючи геометрію земляного полотна з картами, що описують міцність і стійкість породного масиву, можна визначити геометрію земляного полотна і межі зон нестійкості на картах. Характер і контроль стану виробу залежить від знаку і амплітуди найбільшої різниці напруги в мережі. Фрагментація породи вздовж контурних ліній може впливати на стійкість більш стабільних ділянок, прилеглих до робочих контурних ліній. Зміна картини перерозподілу напруги при ступінчастому контролі викликає наступні зміни форми кола кривизна кола в цій точці збільшується зі збільшенням викривлення і, навпаки, зменшується зі зменшенням викривлення.

Опір збільшується, коли порода пошкоджена розтягуючими напруженнями, і зменшується, коли вона пошкоджена стискаючими напруженнями. 2.3 Механізм розширення породи на дні шахти, описаний Литвинським, можна побачити.

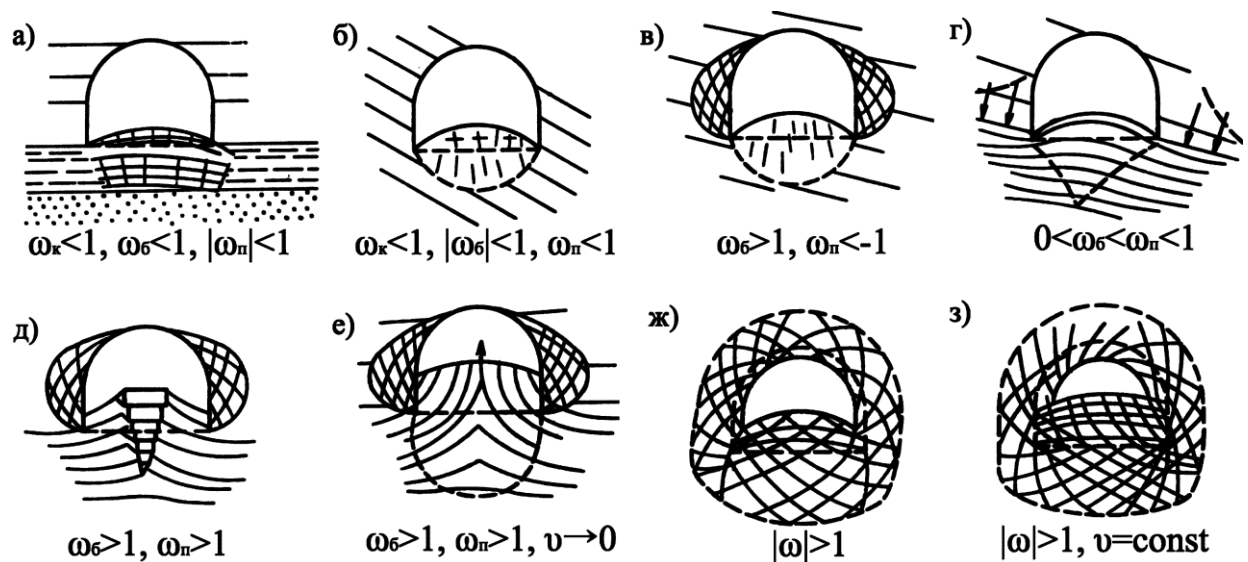


Рисунок 2.3 - Механізми розширення порід у Литвинському кар'єрі.

а) видування; б) видування і занурення; в) занурення і подальше розширення; г) видування знизу штампа; д) поздовжньо-горизонтальний вигин, утворення зон непружних деформацій в породі; е) насичення в'язкопластичною вологою; з) утворення в'язких потоків при наявності

вологи в зонах непружних деформацій. Проведеним аналізом встановлено, що гірничо-геологічні умови на вихідному родовищі Процес вибуху порід на дні кар'єру має різні характеристики, інтенсивність і морфологію в залежності від розмірів кар'єру. Беручи до уваги умови розробки вугільного пласта, можна побачити, що пояснення механізмів деформації породи на дні вугільного пласта припускають утворення зони непружних деформацій навколо вугільного пласта, що призводить до обвалення породи в межах цієї зони. Ці припущення є актуальними і точно описують поведінку породи. Точне розуміння механізмів процесу деформування порід нижньої частини пласта є ключем до вибору ефективного методу розширення нижньої частини пласта.

3. НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК ПРИ ЇХ ПОВТОРНОМУ ВИКОРИСТАННІ

На основі світового досвіду підземного видобутку корисних копалин було розроблено низку базових теоретичних і практичних рішень для забезпечення належної стійкості порід на підошві шахти. Основні аспекти цієї концепції підсумовані в наступних параграфах: - використання закритих конструкцій (інтегрованих, рамних, збірних) для з'єднання виробу з підошвою шахти - топографія гірських порід високого тиску (регіональна, ендемічна) - зміни властивостей гірських порід на вході в шахту (механічні, фізичні та хімічні впливи) - інтегровані підходи - вибухові роботи.

Закрите кріплення здебільшого використовується в інфраструктурних проектах з тривалим часом експлуатації. У цьому випадку використовують твердий бетон, пластичний бетон, залізобетон, блоки та опори для труб. Прохідницький інструмент часто кріпиться металевими анкерами з круглою (овальною) структурою закриття. Анкери в задній арці не витримують тиску каміння на перекриття і часто використовуються для цієї мети.

Основною причиною цього вважається те, що камені в основі таких виробів занадто сильно деформуються. Розвантаження породи із зон високих напружень не завжди технічно можливе, застосовується рідко і його економічність не виправдана.

Методи локального розвантаження засновані на тому, що навколо поверхні утворюються зони зниженої міцності породи і нормальні пустоти в породі. Як метод обмеження зниження міцності гірських порід пропонується використання навантаження по контурах порідного масиву. Це не завжди давало позитивний ефект, оскільки призводило до примусової розробки тріщинуватих порід навколо наших виробничих

об'єктів. Розвантажувальні порожнечі зазвичай утворюються внизу і з боків виробу. Це можна компенсувати за допомогою свердловин довжиною 10-12 м, механічного розриву пласта та вибухових робіт. З часом тріщини на дні продукту закриваються, і їх вплив зникає. Для ефективної роботи тріщини повинні бути заповнені сипучим матеріалом (піском). Порожнечі на краях наших виробів зменшують розширення підстилаючої гірської маси, але при цьому значно збільшується зміщення верхньої частини (на 10-15%) і знижується ефективність цих методів.

Зміцнення гірських масивів відбувається як на мікро-, так і на макрорівні. На мікрорівні змінюються фізико-механічні властивості породи, а на макрорівні, під час видобутку, порода утворює структуру з високою несучою здатністю (електроосмос). До таких методів відносяться термічне плавлення, прожарювання і заморожування. Термічне плавлення і прожарювання утворюють монолітну оболонку навколо породи. Структура породи змінюється шляхом нагрівання її до високих температур (10 000°C), пропускання струму через електрообладнання або спалювання палива в свердловинах. Гірниче заморожування ґрунтується на перетворенні в породі води на дні свердловини в твердий стан. Метод можна використовувати в умовах водонасичених м'яких порід.

На шахті ці методи не застосовуються через гірничі та геологічні умови. Коли камінь і гірські маси з'єднуються механічним або хімічним способом, відбуваються макроскопічні зміни. Високоякісні механічні агрегати формуються за допомогою анкерів, виготовлених з металу, скловолокна, дерева, канатів, стрижнів, полімерних матеріалів тощо. Ці анкери закріплюються в гірському масиві механічним (клини, ущільнення тощо) або хімічним способом (цементні розчини, смоли, полімерні суміші). Сьогодні найбільшого поширення набули полімерні жорсткі анкерні системи. Їх встановлюють по всій довжині стовбура свердловини. Також доступні склополімерні (гнучкі) канатні анкерні системи. Компанія

"Шусоле" використовує таку систему кріплення, яка забезпечує достатню безпеку для майбутніх потреб видобутку шусольського гравію. У цьому випадку для кріплення башмака слід використовувати гнучкий канат зі скловолонистими анкерами. При використанні в анкерах кількість руйнувань основи зменшується приблизно на 20%, якщо мінімальний шар міцності знаходиться не глибше анкера, і приблизно на 45-60%, якщо кінці анкера закріплені в твердій породі. Ці системи ефективні за винятком деяких випадків.

Хімічне зв'язування гірських порід відбувається шляхом додавання різних в'язучих речовин - силікатних розчинів, цементно-піщаних і цементно-глинистих розчинів, а також пластифікаторів і в'язучих речовин та сечовини, піноутворювачів і розчинів полімерів та фенольних смол. Ефект хімічного зміцнення залежить від етапу робіт. Через різні властивості масивів у просторі вартість матеріалів та обладнання є відносно високою.

Комбінований підхід підвищення стійкості порід під лавою базується на поєднанні різних технологічних рішень. Заслужують на увагу наступні комбінації - завжди використовувати механізовану замкову арматуру і закриті кріплення. Майбутній комбінований підхід - спочатку активне осадження з маскувальним навантаженням, а потім зміцнення шляхом ін'єкції продукту твердого розчину в основну породу. На думку автора Литвина, цей метод може повністю усунути розширення основи. Однак метод не може бути використаний через складність і дорожнечу технології. Його застосовують для проходки тунелів.

В останні роки для стабілізації корінних порід на дні виїмки довели свою ефективність композитні методи кріплення, що поєднують металеві каркаси або шари бетону зі склепінчастим армуванням. Ці технологічні рішення допомогли зменшити пошкодження фундаментів, але вимагали великих капітальних вкладень і значно збільшували трудомісткість робіт.

Інженерні роботи з укріплення гірських порід на дні шахти були дорогими, і через брак коштів, що виділялися на шахту, єдиним способом запобігти вильоту породи в бік гирла було використання вибухових робіт або дробарок.

Таким чином, найбільш перспективним методом забезпечення стабільності гірських порід під дорожнім полотном є зміцнення порід на макрорівні. Запаси, що забезпечують стійкість гірських порід під тунелем за допомогою цього методу армування, є сумішшю, введеною на якісно новому рівні. Актуальним науковим завданням є розробка нових рішень для забезпечення стійкості порід та розробка нових можливостей для вугільних умов утримання очисного вибою під час підривання порід з використанням цих параметрів.

Підземний видобуток сьогодні характеризується (безперервним) збільшенням довжини тунелів і зростанням витрат на будівництво та технічне обслуговування. Наші гірничодобувні активи старіють, а обладнання та комунікації застарівають. Майже всі шахти країни мають вік понад 30 років. Глибина шахт в середньому перевищує 800 метрів, а деякі шахти сягають 1 600 метрів.

У зв'язку з цим Міненерговугілля дійшло висновку: шахтам, що розробляються на значних глибинах (наразі таких більшість), слід надати державну підтримку, скоротити тривалість робіт з підтримки (бажано повторних) та обсяги необхідного технічного обслуговування.

4. ОСНОВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ДЕФОРМУВАННЯ ПОРІД, ЩО РУЙНУЮТЬСЯ НАВКОЛО ВИРОБКИ

Дослідження капітальних та інших гірничих робіт з аналізом витрат на утримання та ремонт більшості гірничих виробок в країні показує, що найбільшою проблемою при проведенні ремонтних робіт є опір гірських порід тиску, причому цей опір зростає з глибиною.

Геомеханічні та геофізичні процеси детально вивчали В.В. Виноградов, В.М. Зорін, В.М. Колесников, В.М. Кошелев, В.М. Литвинський, В.М. Максимов, О.М. Новікова, В.М. Роєнко, О.В. Судвишкова, В.М. Труб, В.М. Черняєв, В.М. Парчевський та інші вчені.

Ці автори розглядали важливе питання, пов'язане зі зміною напружено-деформованого стану гірського масиву, а саме можливість використання вибухових робіт на дні доріг для підтримки стійкості в різних гірничо-геологічних умовах.

Однак, незважаючи на ефективність можливостей розробки, аналіз гірничо-геологічних умов вугільних шахт здебільшого обмежений і не зводиться до зменшення кількості вибухів і подовження процесу підривання.

У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці нових, більш досконалих, ефективних і економічно вигідних методів запобігання вибуховим процесам на вибоях шахт, а також у застосуванні різних заходів, що пом'якшують недоліки інших варіантів. Загальна ефективність запропонованого комплексу

Отже, у світлі вищевикладеного, основним завданням є розробка та обґрунтування ефективних геомеханічних параметрів на основі комплексу (технічних) заходів з урахуванням порід підшви (геології).

Були проведені інструментальні спостереження для вивчення процесу вибухових робіт на поверхні протягом тривалого терміну експлуатації шахти. Результати показали, що величина і швидкість

зміщення порід у досліджуваному профілі свідчать про відсутність значних зрушень у підшві вище глибини 4 м, зумовлених кількістю вибухів.

Характер зміни порід у підшві був однаковим, що вказує на вплив закономірності процесів у профілі масиву до і після руйнування гірських порід. Проведене дослідження дозволяє розділити виробку на декілька зон. А саме, зони пружного деформування, зони пластичного деформування, зони інтенсивного руйнування породи та зони стабілізації (в яких процес руйнування породи незначно продовжується).

Однією з характеристик є саме те, що деформація зростає найшвидше і за дуже короткий час. Це відбувається після того, як пластична деформація досягає певного критичного значення.

Процес набухання основи можна розділити на дві стадії. Під час цих фаз втрачається пружно-пластична стійкість породи і збільшується сила деформації.

Після розриву підшви активно розвивається початкова фаза (30-50 діб), за якою слідує загальна фаза аж до дефляції. Під час початкової фази (25-35 діб) інтенсивність процесу розширення шару змінюється від шару до шару, що можна пояснити більш швидким розширенням корінних порід у нижніх шарах. Таким чином, характер умов залежить від інтенсивності процесу післяударного руйнування гірської породи та якогось часу удару на різних глибинах.

Тиск на гірську породу, зумовлений низкою природних (геологічних) та виробничих (експлуатаційних) факторів під час проведення підготовчих робіт, проявляється у відриві куща від скельної основи (рис. 4.1). Однак, стійкість земляного полотна під проїзною частиною залежить, головним чином, від властивостей (фізико-механічних) корінних порід і напружень, що діють на них, корінних порід, тектонічних процесів і видобутку корисних копалин. Тому вся

увага зосереджена на зміні параметрів цих факторів і використанні більш сприятливої комбінації для зменшення відколів каменю на основах.

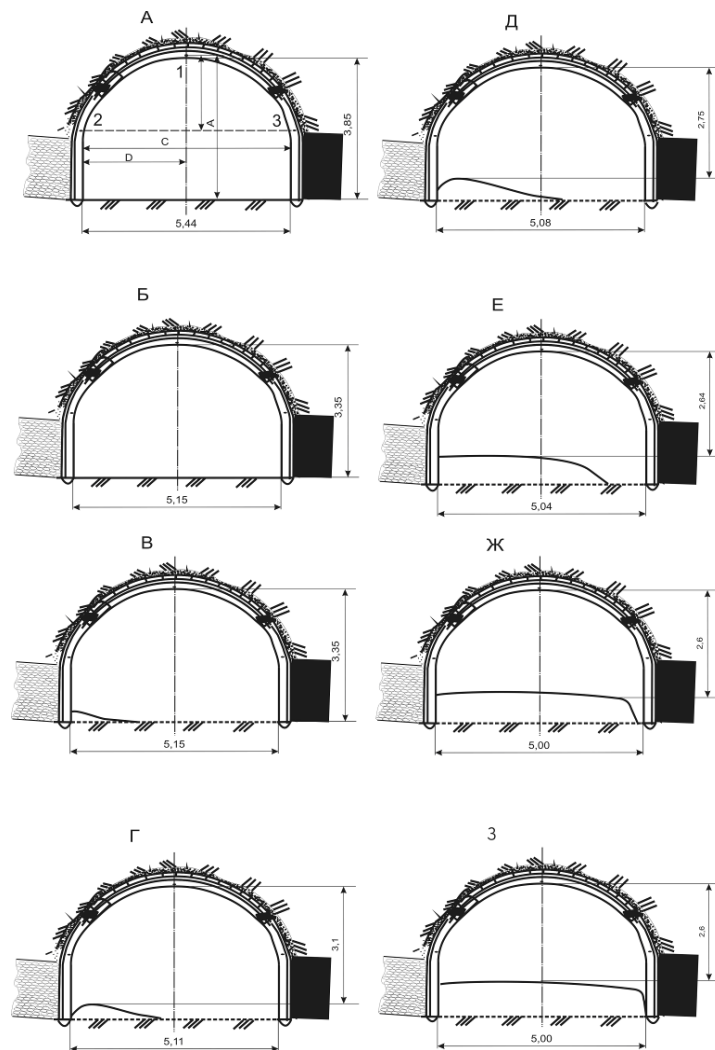


Рисунок 4.1 – Деформація профілю

Більша конвергенція верхнього масиву порід до нижнього в конвеєрній секції пояснюється висуванням інструменту до конвеєрної стрічки через гірші умови, більш глибоке осадження і способи охорони порівняно з вентиляційною секцією. Спостереження показують більшу конвергенцію верхньої і нижньої частин виїмкової ділянки, переміщення порід з боків і залежність цих переміщень порід від відстані до вибою (рис. 4.2).

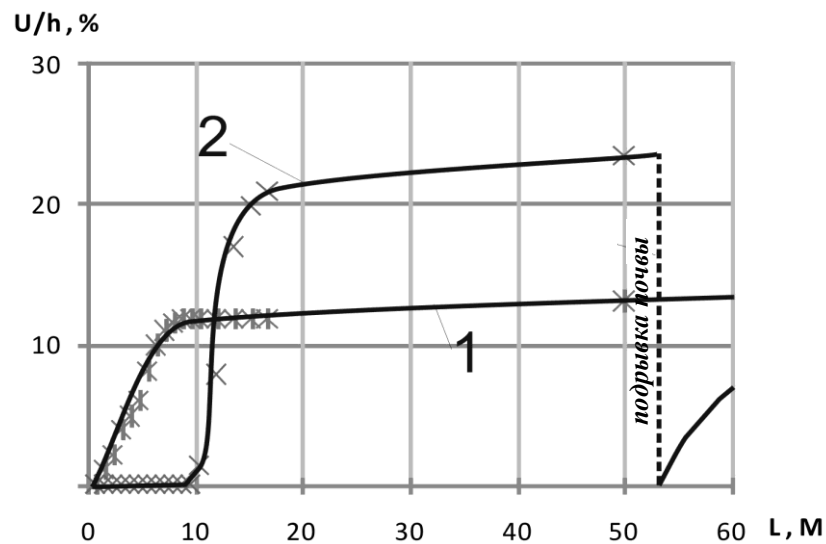


Рисунок 4.2 – Карта руху порід зверху та (1) і знизу (2) залежно від відстані від вибою

Інтенсивний рух порід спостерігався на відстані 8-10 м від поверхні; на рисунку показано, що на відстані 18 м від поверхні рух покрівлі та підосви становив 35% від робочої висоти, а відкачування підосви - 23%. Основні рухи спостерігалися в корінних породах і породах покрівлі на відстані 10 м за уступом, на відстані 10-20 м. Після цього рух порід припиняється.

На рисунку 4.2 показано, що основне зміщення відбувається в зоні впливу гірничодобувного проекту; відсутність руху породи в межах 8 м пояснюється методами захисту, що застосовуються під час видобутку корисних копалин. На цій ділянці порода ущільнюється, і після того, як вона ущільнилася на відстані понад 8 м, тиск, зумовлений вагою вищерозміщеної породи, передається через захисну конструкцію, спричиняючи переміщення породи всередину під впливом цих сил.

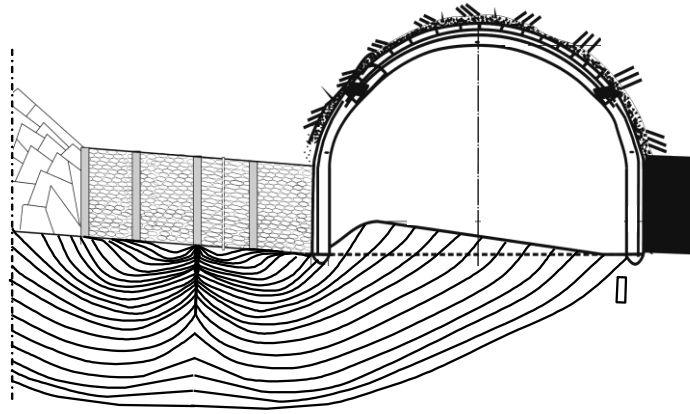


Рисунок 4.3 – Контури характеру руху підшви

Рух кам'яної основи значно змінювався по ширині дослідження. Спочатку, на відстані 10 м від очисного котловану, кам'яна основа не зазнала значних змін, а потім камінь перемістився до центру робочого котловану і в міру віддалення від скелястої ділянки до підніжжя гори. Кінцеве значення зміщення склало 1,35 м.

Характер розриву породи був схожий на попередню ситуацію, що спостерігалася на вентиляційній ділянці (ділянці конвеєра), коли частина породи рухається назовні від поверхні. Це підтверджує, що порода була сформована на дні виробки шляхом видавлювання з попередньо пробурених свердловин, які використовувалися як форми.

Спостереження, що цей метод виявився неефективним в умовах шахти, вказує на те, що необхідно знайти більш ефективні методи в цих умовах або розробити методи мінімізації впливу обвалів породи на дно шахти.

На основі спостережень за тиском в горах можна зробити наступні висновки:

- 1) В умовах розробки сировинних родовищ стабільність для повторного використання вражає;
- 2) незадовільний стан в наших умовах зумовлений зміною характеру гірських порід;

3) донне підривання - це процес, при якому порода стискається під власною вагою під час активних робіт у лаві; та

4) необхідність використання більш ефективних методів технічного обслуговування або розробки нових методів контролю викидів пилу з поверхневих порід у шахтах.

5. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ДОБРУ СТІЙКІСТЬ ПІДОШВИ В ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПОВТОРНО

При виборі методу запобігання потраплянню каміння на підошву взуття спочатку необхідно визначити, чи потрібні додаткові заходи. Потім необхідно оцінити застосування методів в даних гірничо-геологічних умовах та засоби, доступні для виконання цієї роботи. Ми розділили методи боротьби з камінням, що відлітає, на п'ять груп: - методи, що використовують сприятливі гірничо-геологічні та технічні умови розробки сировини; - камені для зміцнення підошви; - навантажувально-розвантажувальні камені; - методи, що поєднують кілька методів; - спеціальні методи боротьби з вивалами. До першої групи належать такі способи:

1) Виготовлення виробів на створеній ділянці. Цей спосіб передбачає розташування одного з робочих місць поблизу обваленої породи (межі оброблюваної зони). Такі рішення особливо часто застосовуються при великій товщині шарів і не можуть бути використані при середніх або тонких шарах. Ефективність методу залежить від змінення напружено-деформованого стану порід. Буріння проводилося в ненавантажених масивах гірських порід, що призвело до значної нестабільності деформаційних полів. При цьому приріст коефіцієнта розширення порід при такому способі видобутку менший, ніж при гірничих роботах. Результати досліджень динаміки зміни гірського тиску показують, що слід відзначити кілька важливих моментів. Гірський масив під час просідання зазнає циклічних змін. Це залежить від тривалості просідання і обвалення основної покривної породи. Аеродинамічні властивості породи також залежать від частоти цих змін. Іншим ключовим фактором є відстань між берегом і злітно-посадковою смугою. Необхідно враховувати частоту сходу гладких лавин: За даними ВНІМІ,

час затримки перед сходженням лавини становить близько 3-4 місяців, залежно від глибини тунелів і стабільності породи.

(2) Попереднє проектування для відкриття та розчищення. Ця форма випереджаючого дихання набула широкого розповсюдження завдяки значній рухомості на межі породи і лави. У цій варіації розвиток удару починається тільки на робочому столі, незалежно від робочого його положення. Захист виробу на столі може призвести до проблем з блокуванням. Кількість породи, зруйнованої під час консерваційних робіт з використанням методу блочно-відвальної зони, досягла в середньому 200 мм. Ці зсуви були спорадичними, а не кумулятивними з попередніх років: коли тунель був захищений двома смугами середнього розміру, підстилаюча порода була зрізана до 300 мм. Коли тунель захищений щебеневими смугами, інтенсивність зсувів є змінною, а обвалення породи в гирлі - регульованим. Це вимагає, щоб фундаменти були відокремлені бічною бермою шириною 4 м. Задня частина насипу повинна бути засипана гравієм. Зокрема, дамба може бути укріплена переносними опорами, щоб створити простір для підтримки кордону вздовж пасовища.

(3) Будівництво на обвалених і ущільнених корінних породах. Цей метод значно покращує захист проїжджої частини і зменшує вплив корінних порід на нижню частину проїжджої частини. Однак у таких випадках на робочу зону впливає тиск гірських порід, і розширення підстилаючих порід може досягати значних значень. Виїмка ґрунту рекомендується в гірських районах. Такі ділянки часто зустрічаються в ущільнених породах поблизу обвалів покрівлі та країв вугільних пластів. При виїмці таких зон розвантаження руйнування породи відбувається на дні підготовленої виїмки, оскільки відсутня опора. Суть цього методу полягає в утворенні високорозвиненої мережі макро- і мікротріщин у гірській породі. Тиск гірського масиву на кріплення (за рахунок ваги гірського масиву) можна вважати незалежним від глибини виїмки. Зі збільшенням навантаження гірська порода стискається, що призводить до

меншого розриву породи. Цей метод можна застосовувати для вугільних пластів товщиною понад 1 м.

До другої групи належать такі методи:

1) Анкерне кріплення. Необхідність анкерного кріплення гірських порід визначається гірничо-геологічними умовами залягання родовища та умовами експлуатації, в яких розроблялося родовище. Передумовою ефективного використання анкерів для зміцнення гірських порід є міцні (непошкоджені) гірські породи. Анкери не будуть працювати, якщо вони встановлені в зруйнованій породі. Про це свідчить досвід роботи з основами, що утримують скельні породи. Якщо основою є порода міцністю менше 25 МПа, м'які "завитки", вугілля або м'який глинистий сланець, товщиною менше 20 см, анкери взагалі не можна встановлювати. Ці породи легко розпадаються на дрібні уламки під тиском. Армуючий ефект анкерів обмежується невеликими об'ємами. В цьому випадку порода дробиться і виштовхується з масиву. Менш міцні породи не можуть бути укріплені анкерами, оскільки товщина ослаблених шарів сильно варіюється. Спосіб буріння анкерних отворів залежить від водонасиченості гірського масиву. У деяких випадках доцільно використовувати тільки сухе буріння. Для того, щоб створити передумови для належної консолідації гірської породи, необхідно виконати важливі вимоги до організації земляних робіт. По-перше, можливість розміщення отворів в обладнанні для забезпечення простору для відкриття очисних ям, а по-друге, швидкість участі в удосконаленні виробництва.

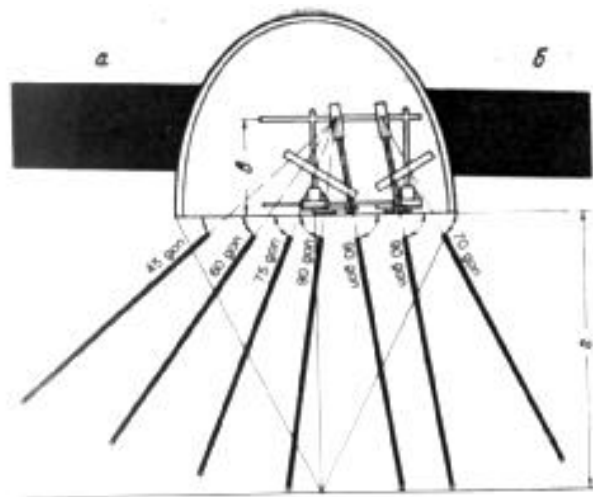


Рисунок 5.1 – Схема анкерування

(2) Полімерне армування корінних порід і використання різних смол Одним із заходів для зменшення обсягів видування корінних порід під час підготовки земельних ділянок є підтримання міцності (природних) порід, що складають корінні породи. Ефективним способом підвищення міцності корінних порід є запобігання потраплянню води в деякі блоки або одиниці корінних порід. Для запобігання проникненню води в гірську породу можна використовувати сечовину та різні смоли, які широко застосовуються при виготовленні фільтрувальних сіточок для зменшення проникнення води.

Група 3 методів.

1) Вибухове розвантаження гірничих мас. Суть методу в тому, що в породі на певній глибині на дні кар'єру випадково підривають вибухівку, внаслідок чого зона посилення гірського тиску втрачає контакт з породою. Раніше вважалося, що бічний тиск - це глибша, твердіша ділянка породи. Особливо, коли гірський масив зазнає пластичної деформації внаслідок швидкого крихкого руйнування, пустоти камуфляжу поступово заповнюються корінними породами. Такий самий результат відбувається, коли камуфлюючі пустоти розміщуються під колонами. Під час використання тиск скидається на глибину корінних

порід. Це підвищує стійкість в скелястій місцевості. Параметри цього методу включають довжину розвантажувальної шахти, відстань між розвантажувальними шахтами, кількість вибухівки в шахті і кут нахилу розвантажувальної шахти по відношенню до горизонту і гірської породи.

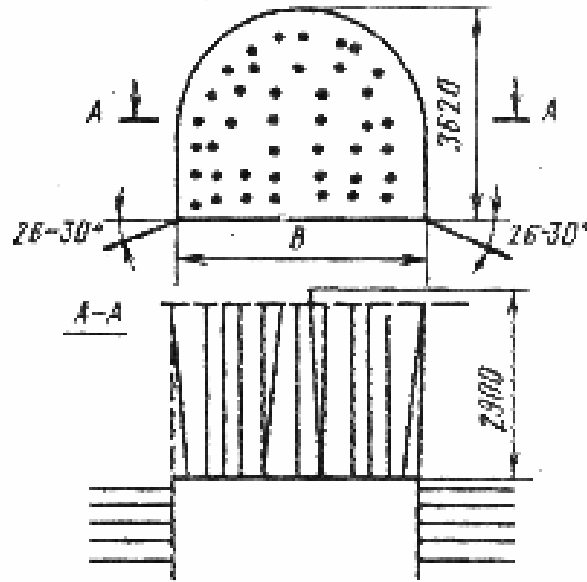


Рисунок 5.2 –розвантаження (вибухове) масиву

2) Для контролю стабільності процесу підготовки укладається гравій. Для виробів багаторазового використання був розроблений новий метод захисту, заснований на позитивному впливі гірського тиску на процес. Цей метод передбачає додавання консолей до основної покрівлі і розміщення гравійних смуг поперек підготовки, перерозподіляючи необхідні напруги навколо смуг. Консоль звисає вниз через виріб і забезпечує стабільність. Під іншими частинами виробу розміщуються смуги попереднього гальмування для аерації та ущільнення породи і нижніх отворів. Щоб збільшити ущільнення породи і забезпечити добру ефективність ущільнення в зоні відбійної смуги, в смугу необхідно впорскувати ущільнювальну рідину. Ширина і положення каналу для уламків, що захищається, таким чином, щоб консоль можна було

поновлювати. Чим твердіша порода, тим більша і вужча початкова щілина в зоні уламків.

3) Пристрої для злому. Зміна напружень у зоні підривання основи може допомогти зменшити деформацію породи. Горизонтальний напружений стан скельної основи переміщується в глибину масиву через розвантажені тріщини в скельній основі. Порода в підшві звільняється від горизонтальних напружень, і потенційна зона вивалу в підшві переміщується вглиб. Вертикальні напруження призводять до того, що стінки порожнини розвантаження зближуються. Вибух породи відбувається через те, що порода на дні порожнини розвантаження подається під горизонтально напружену породу. Збій у роботі може призвести до того, що пори закриються, порода розтріскається і гірська маса підніметься, утворюючи клин в області, де міцність породи ослаблена.

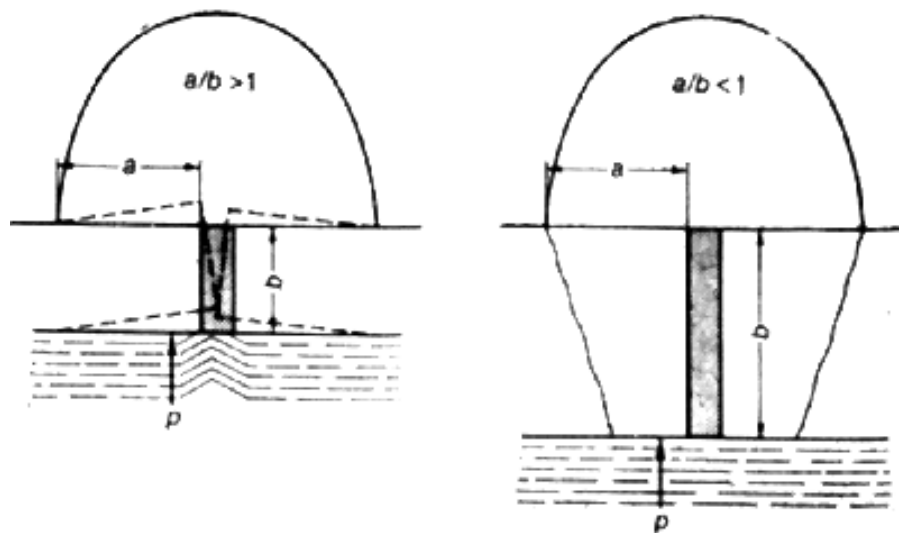


Рисунок 5.3 – Розвантажувальний жолоб

4) Буріння отворів (свердловин) для ослаблення гори. Цей метод викликає ослаблення гірської породи. Містки, розташовані між свердловинами, руйнуються, а зона максимальних напружень переміщується по довжині свердловини. Руйнування перемичок відбулося

через рівномірну кривизну порід на цій ділянці. Згідно з дослідженнями Комісарова, ефективнішою дією є буріння поблизу чистих свердловин. Відхилення пласта пов'язане з постійним опором перемички, який забезпечується обертанням ширини перемички на величину діаметра свердловини (дорівнює 0,85-1,0). Оптимальна довжина стовбура свердловини становить близько 10 м. Були проведені експерименти, які продемонстрували ефективність цього методу при бурінні свердловин.

5) Торпедування породи. Цей метод заснований на запобіганні передачі напружень в гірський масив. Він виконує наступні функції в управлінні гірськими породами: У зонах опорного гірського тиску торпедування запобігає передачі напружень на породу і зменшує статичну складову тиску. Частка цього торпедного ефекту збільшується зі збільшенням відстані всередині кліті до початку буріння свердловини. Цю відстань необхідно розраховувати, особливо якщо вона не впливає на найвіддаленіші від пласта пласти.

Комплексний підхід до боротьби з ростом порід у дорожньому полотні:

1) Створити активне навантаження, а потім варіювати його параметри. Цей метод спрямований на створення монолітного з'єднання порід у підстиляючому шарі, яке не залежить від товщини і може витримувати великі навантаження від породи. Метод також спрямований на запобігання (природному) розриву породи в підшві шляхом впливання на процес деформації та усунення поздовжнього і поперечного вигину порід. Для цих ділянок він покликаний протидіяти розширенню породи в підшві і стимулювати подальший активний розвиток. Після обробки корінної породи виходить добре підготовлена будівельна конструкція. Для зручності в порожнечі на вигинах між ребрами впорскується фіксуючий розчин. Міцність скельної породи досягає 200-400 і навіть вище. При цьому проводяться розвантажувальні роботи, а затримка в виїмці не перевищує 15 м. Це пов'язано з інтенсивним рухом

порід на початкових стадіях видобутку і утворенням невиявлених зон деформацій.

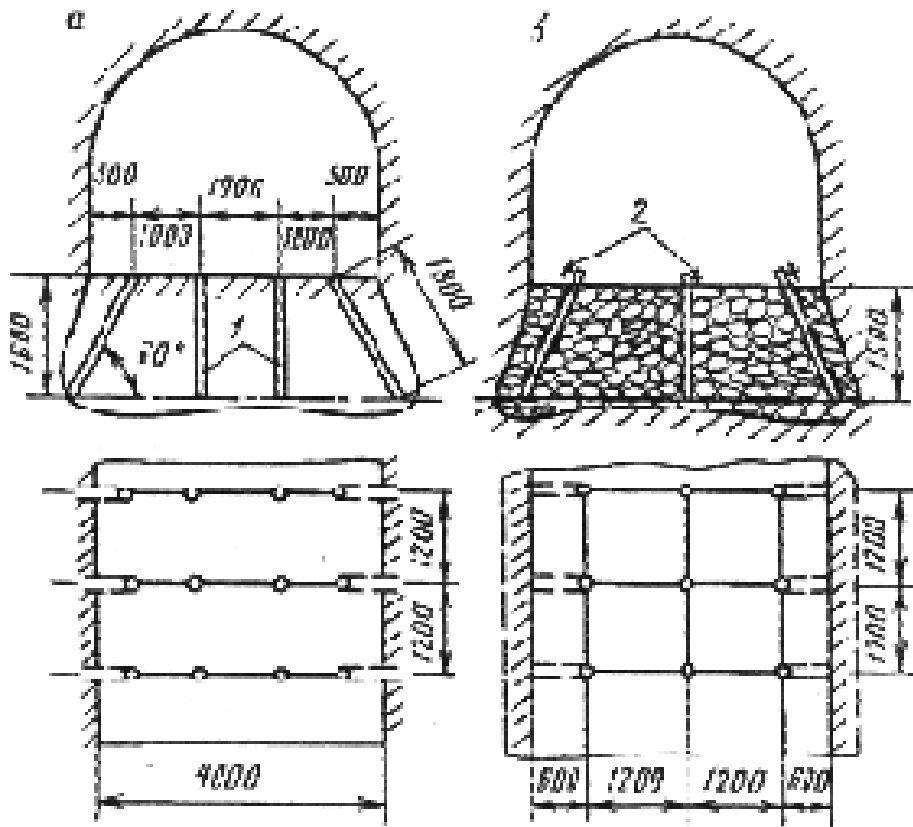


Рисунок 5.4 – Принципова схема

2) Підривне армування. У цьому методі одночасно видаляється гірська порода та арматура. У певному місці в гірській породі свердлять отвір, закачують туди спеціальний розчин і підривають його, а порожнечу, утворену вибухом, знову заповнюють розчином. Досліди проводилися в різних гірничих та геологічних умовах, і важливим параметром є твердість породи, пошкодженої вибухом. Показниками методу були: відстань між шпурами менше 1 м, інтервал між глибиною шпурів і шириною виробу менше 0,75 м, кількість шпурів на квадратний метр породи менше 1, витрата розчину менше 0,1 кубометра на квадратний метр: для геомеханічної стійкості породи виріб був стійким і

міцність становила 14 МПа і більше, а міцність підірваного каменю - менше 2,5 мм/добу. Не рекомендується застосовувати метод раніше, ніж через 3-4 хвилини. Після видобутку тримайтеся подалі від ділянок, що зазнали значного впливу операцій з очищення лави. Даний метод дозволяє зменшити розширення базового замка в 2,5-4,7 рази, досягаючи швидкості 0,1-0,3 мм/добу і забезпечує 2,5 роки в разі руйнування базового замка. Термін служби - 6-8 років.

(3) Підривання армованими шпурами руйнує породу в основі. Суть методу полягає, що в процесі руйнування порода, що заповнює поперечний переріз виробу, видаляється транспортом. При цьому порода миттєво руйнується вибуховою речовиною. Зруйнована порода на підошві і порода під нею видаляється. Для запобігання розповсюдженню зруйнованої породи при виконанні цієї операції укладають бруківку і встановлюють гідравлічні опори (20-40 тонн) через кожен метр робіт. У цьому випадку пошкоджені породи на дні виконує роль клапана. Це поодинокі кустарні операції. Цей метод використовується для антрацитової породи (високометаморфізована порода з низьким вмістом води) і може застосовуватися для видобутку за межами очисних і напірних зон. Для підривних робіт можна використовувати кріплення будь-якої площі поперечного перерізу, а також кріплення різних форм і матеріалів (дугоподібні, трапецієподібні, металеві) і отвори з кутами нахилу від 45° до 65°. Опори встановлюються в зонах високого гірського тиску (35-40 м). У зв'язку з ростом і з урахуванням гірських навантажень на транспорт, арматурні опори встановлюють або ламають на відстанях, що дотримуються в першому випадку.

Зрошувальні болти - це спеціальний метод з'єднання для вставки арматурних болтів. Через величезний гірський тиск на основу, спричинений гірничими роботами, і різноманітність геології, в якій розміщуються підземні споруди, доводиться розміщувати різні типи арматури. При роботі поза зоною впливу лави необхідне використання

жорстких кріплень, оскільки опори працюють під постійним тиском по всьому периметру корінної породи. При роботі в умовах видобутку опори працюють під тиском нестійких порід і зміщення порід в межах основи є значним, тому слід використовувати посилені опори.

Технічне обслуговування продукції - це частина процесу підтримання продукції в належному стані під час виробництва. Технічний ремонт - це комплекс робіт зі збільшення перерізу до значень відповідно до паспортів кабелю та опори, а також виправлення різних дефектів, відмітин і поглиблень.

Залежно від пошкодження і місця розташування, проводяться наступні ремонтні роботи

- Контрольний ремонт - підтягування болтів і клинових замків на опорах, затягування кріплень між рамами і перевірка з'єднань між рамами.

- Поточний ремонт - виправлення дрібних дефектів з'єднань (заміна окремих зламаних рам або елементів), заміна з'єднань на окремих виробничих ділянках, корекція напрямку руху, забруднення обладнання, додавання баласту, фарбування виробів, зачистка пазів на окремих ділянках. Зменшення довжини

- Помірний ремонт - заміна кріплень в окремих місцях, розширення площі перерізу виробу до значення, що відповідає паспорту, та посилення рамної опори.

- Капітальний ремонт або транспортування - замінити кріплення, розширивши площу перерізу до значень, що відповідають паспорту, зламати замок основи, змінивши вирівнювання рейки, а також відремонтувати пази або побудувати нові пази з обох боків роботи;

- Відновлення гірничих виробок - цей вид відновлювальних робіт усуває завали шляхом виймання породи з шахти.

Нереставраційні роботи використовуються для розрахунку і реалізації технічних заходів, таких як: установка металевого кріплення з

підвищеною несучою здатністю; обробка протяжних ділянок з урахуванням обвалення значної кількості порід; захист конструкцій шляхом штучного розширення. Стійкість кріплення виробу.

Використання несучих рамних опор для фіксації виробу. В цьому випадку встановлюються дві пари рам (на відстані 1 м одна від одної) зі спеціального профілю СВП-27.

Основна опора при навантаженні може бути посилена двома передніми та трьома задніми балками, та дерев'яною верхньою балкою і рамою гідравлічного валу. Для захисту також були використані однорядні кріплення (органічні) з дерев'яних рам, які були розміщені між лавкою і створеним зазором.

Крім того, для захисту виробу від повторного використання в таких складних гірничо-геологічних умовах рекомендується застосування спеціальних поперечних підсилювачів.

При роботі в твердих породах з високим водопроникненням і низьким гідростатичним тиском, за межами зони, визначеної в геотехнічному звіті, застосовуються інші методи підвищення стійкості анкерних споруд. Це дозволяє більш ефективно використовувати болти і зменшити щільність установки.

Для подальшого підвищення стійкості поверх пласта можна залишити шар вугілля. Під шар вугілля укладається армуючий матеріал. У нижній частині виробу знаходиться звичайне армування корінних порід, яке не знижує цілісність і стабільність породи покрівлі. Якщо в породному масиві є схильний до розширення вугільний сланець (товщиною 0,8-1 м), його слід видалити, оскільки ступінь розширення значно зростає.

Однак головним заходом для забезпечення стійкості породного масиву є армування. Армування є ефективним лише в тому випадку, якщо сумарна вартість армування при введенні в експлуатацію і подальших роботах (демонтаж і ремонт) протягом запланованого терміну служби є

найнижчою порівняно з усіма доступними в даних умовах альтернативами.

Кріпильні матеріали повинні використовуватися тільки в таких умовах, які відповідають їх технічним характеристикам і їх використанню в таких місцях.

Міцність болтів повинна бути високою і достатньою для забезпечення необхідної опори в гірській породі. Якщо використовуються кріплення з низьким опором, зона опори може витримати значний тиск гірської породи на кріплення і привести виріб в непридатність.

При використанні кріплень з низьким опором перевантаження можуть привести багато частин кріплення до непридатності.

У цьому випадку кріплення може легко зламатися і не підлягає ремонту. Тому при виборі типів, матеріалів і параметрів кріплення необхідне детальне оцінювання гірничо-геологічних умов. На основі цієї оцінки враховуються певні економічні фактори і приймаються певні рішення, наприклад, при виборі елементів кріплення.

Обслуговування та захист виробу здійснюється протягом усього терміну служби (експлуатації), від продажу до утилізації, де б він не був встановлений, наприклад, за межами зони впливу лави або в межах тимчасового утримання порід.

Підготовлені до кріплення виробу, на які не впливає напрямок очисної свердловини, підтримуються постійними кріпленнями. Вони споруджуються під час видобутку.

Залежно від об'єкта і складності можуть знадобитися ремонтні роботи. Також підтримуються залишки і різні камери, які не зачеплені очищенням.

Тимчасовий тиск в зонах впливу лави обумовлений підвищеним навантаженням на елементи кріплення (до трьох разів) і значним зміщенням профілю гірських порід під час видобутку (до декількох десятків сантиметрів).

Це вимагає спеціального аналізу та оцінки гірничо-геологічних і технічних умов для правильного та обґрунтованого вибіру типу, матеріалу та несучої здатності основних опорних колон. При використанні металевих опор стійкість виробу можна підтримувати за рахунок збільшення несучої здатності опор, і це можна зробити без подальшого збільшення перерізу. В випадках, особливо в складних геомеханічних умовах, поширеним є додаткове армування основних опорних колон. Для підсилення використовують балки, що складаються з дерев'яних брусів і круглих балок, між якими монтують гідравлічні рами з внутрішніми кришками. Під час експлуатації встановлюються датчики для контролю перехідних значень гірського тиску. Кількість їх залежить від умов підтримки виробу. Гідравлічні опори можна використовувати замість дерев'яних для підтримки робіт в зонах гірського тиску, що дозволяє вдвічі знизити трудомісткість робіт.

Також можна використовувати таке обладнання, що входить в комплект анкерного кріплення, наприклад, МІК-4S і МІК-5. Вони розміщуються під бічними опорами під час анкерування. Ці пристрої використовуються в міру необхідності, але не в зонах значного тиску.

Для використання у важких геологічних умовах доступні спеціальні опори (сегменти) з несучою здатністю до 550 кН/м². Вони встановлюються в зоні гірського тиску додатково до основної опори і відчують основний вплив гірського тиску. Сегменти анкера переміщуються по мірі просування виїмки.

При роботі в міцних породах основним фактором, що забезпечує її стійкість, є правильний підбір форми перерізу виробу.

У випадку слабких і нестійких порід досягти цього неможливо. Однак, через відсутність кривизни стінок, форма перерізу виробу має значний вплив на стійкість виробу. Це пов'язано з великою кількістю порід в геометрії тунелю.

Відповідно до гірничо-геологічних і технічних умов, для полегшення роботи основної стійки додаються підсилюючі розпірки. Полегшення напруженого стану в породі може бути досягнуто за рахунок вивільнення частини робочого профілю проміжних опорних елементів. Якщо глинистий шар схильний до пластичних деформацій, на незв'язаній стороні виробу створюється розвантажувальне вікно. Видалить з виробу породу, щоб зменшити тиск.

Згуртованість і якість виконання земляних робіт мають значний вплив на стабільність роботи, тобто під час руйнування і консолідації породи не відбувається сильних зсувів і підвищених горизонтальних переміщень. Тому необхідно забезпечити (не перевищувати) мінімальний часовий інтервал між оголенням гірського масиву (руйнуванням породи) і установкою кріплення. У слабких або нестабільних породах слід залишати тимчасові та основні залізобетонні анкери.

На практиці часто виникають розбіжності між поперечним перерізом виробу і встановленим кріпленням. Зазори можуть досягати 25-40 см. Такі зазори збільшують площу впливу на болт і спричиняють дуже нерівномірне навантаження на болт, що призводить до зниження ефективності. Це може пошкодити кріплення і зробити виріб непридатним для використання протягом тривалого часу.

Щоб підтримувати виріб у належному стані без шкоди для якості, важливо усунути ці зазори під час встановлення кріплень. Це забезпечить більш рівномірний перерозподіл навантажень і меншу деформацію. І навпаки, погана конструкція збільшить концентрацію зусиль на кріпленні, що призведе до більших напружень і деформації елемента.

При роботі на майданчику в напрямку очищення котловану це знаходиться в зоні тимчасової опори робочої платформи і не може бути підтримано без спеціальних захисних заходів. Більшість виробів знаходяться в такому стані.

При плануванні гірничих робіт дуже важливо забезпечити безпечні умови праці. Дозвіл на переміщення контурної породи в межах секції, в поєднанні з іншими заходами, може забезпечити довгострокову надійність кріплення.

Досліди підтверджують, що збільшення витрат на реалізацію більших секцій може призвести до значного скорочення витрат на технічне обслуговування і подальший ремонт.

Під час будівництва слід вжити заходів (монтаж) для запобігання утворенню куполів на покрівлі і для їх видалення, якщо вони утворилися.

На нашій шахті ми випробували метод, який запобігає вибуху глинистих порід внаслідок ущільнення шляхом детонації замаскованої вибухівки.

В результаті міцність гірської маси збільшилася, а сила удару зменшилася.

Широко використовується модифікація гірських порід заморожуванням і хімічними речовинами, що не впливає на ефективність металевих кріплень (рам). Металеві кріплення компенсують майже всі недоліки, що знижують їх ефективність.

Конструкція окремих кріплень має певну схему розташування елементів відносно один одного. Пластикові компоненти розміщуються в них по профілю, і порода збільшується в розмірах без урахування напружень руйнування. Таке з'єднання має малу швидкість нанесення і високий аеродинамічний опір. Спеціалізовані профілі SVP (75% від їх розміру) можуть бути використані для найкращих доступних замкових з'єднань. Однак, у разі використання цих замків, вони вимагають постійного контролю за фактичним використанням і спричиняють зайві виробничі витрати.

Через складну конструкцію ці замки працюють неоптимально, часто дестабілізуючи виріб і вимагаючи нових ремонтних робіт. Нерівномірне навантаження на кріплення по довжині виробу. Хоча ці елементи

кріплення працюють незалежно, вони розташовані в різних положеннях і піддаються різним навантаженням. Управління застібками вимагає значних зусиль.

Конструкція окремих застібок має специфічний малюнок елементів, які змінюються відносно один одного. Пластикові компоненти розміщуються вздовж профілю і збільшуються в розмірах без урахування основних напружень руйнування в породі.

Ще одним недоліком конструкції кріплення є те, що немає можливості контролювати і регулювати силу притискання цих спеціальних профілів. У зв'язку з цим необхідні зусилля по створенню нового рівня технології, що забезпечує відому просторову структуру і схему орієнтації (кінематичну) зі змінними опорними елементами, які забезпечують підтримку в особливо складних умовах і не потребують технічного обслуговування. З цією метою були проведені широкі дослідження, в тому числі взаємодії елементів кріплення з гірською породою для визначення їх оптимальних параметрів. У цій сфері також необхідно продовжувати вдосконалювати замки кріплення для підвищення загальної надійності кріплення і створювати пристрої регулювання і контролю напруги для досягнення більшої стабільності.

При будівництві нових або модернізації існуючих кріплень не слід забувати про сталість продукції. В даний час на наших шахтах зміцнення і модернізація різних конструкцій відбувається в однакових умовах, це вимагає створення виробничих потужностей з необхідними технічними параметрами і розробки удосконалень цих технічних продуктів.

Колони кріплення виготовляються з відкритих спеціальних профілів СВП з низьким опором крученню. Підвищення міцності на кручення цього профілю шляхом зварювання спеціальними пластинами не дало бажаних результатів з необґрунтованої витрати металу і трудовитрат. Сьогодні металургійна промисловість має можливість

виготовляти замкнуті профілі. До них відносяться коробчаті (квадратні або прямокутні) профілі з низьколегованої сталі.

Були протестовані пілотні партії квадратних профільних трапецієподібних і прямокутних кріплень (120x120 мм і 140x140 мм). За цими умовами були отримані дуже хороші результати.

У таблиці 5.1 наведено порівняльні властивості та співвідношення між профілями.

Спеціальний профіль SVP-27 має значно більшу масу порівняно з коробчастим профілем (140x140 мм) з коефіцієнтами використання матеріалу та відновлення масового моменту опору 4,1 і 4,9 відповідно. Цей результат подібний до порівняння параметрів спеціального профілю SVP-22 з коробчастим профілем 120x120 мм. Свідчить це про те, що використання матеріалу такого профілю є набагато вищим, враховуючи його рівень якості, що дозволяє зменшити витрати металу на виробництво цього кріплення.

Профіль 160x160 мм легший на 4,2 кг за спеціальний профіль SVP-33 (в перерахунку на 1 м), має в 1,1 рази більшу захисну силу затягування, в 1,1-1,5 рази вищий опір затягуванню і в 1,4 рази нижчий коефіцієнт металоємності. При цьому його характеристики значно перевершують спеціальну конфігурацію SVP-33. Виробництво кріплень такого розміру (160x160 мм) збільшує несучу здатність при одночасному зменшенні металоємності при виробництві.

Тому для високонавантаженого промислового виробництва і прямого поверхневого кріплення рекомендується використовувати три профілі: 160x160 мм, 140x140 мм і 120x120 мм. Не рекомендується відмовлятися від закритого прямокутного профілю.

Досвід використання металевих кріплень за певних умов показав, що вони складніші в установці, ніж дерев'яні, і негативно впливають на швидкість монтажу. Тому необхідно було створити кронштейни, які

максимально полегшують монтаж. Такі кріплення повинні бути збірними, розбірними і складатися з різних елементів.

Однією з причин, чому фортифікаційні споруди не відповідають параметрам армування за певних умов, є неправильно складений паспорт місця застосування, гірничих робіт та фортифікаційних споруд за проектом. Більшість таких паспортів є жорсткими. Це призвело до ситуацій, коли для однакових умов (геометрія перерізу та несуча здатність) передбачається різне армування або навпаки.

Для таких паспортів для прискорення якості проектування було використано системи автоматизованого проектування. Ця система була впроваджена на шахті. Система передбачає збір даних, підготовку їх до завантаження в комп'ютер, визначення і завантаження розрахункових профілів виробничих переміщень і вибір об'ємних даних шляхом генерації кривих потоку. Багатоваріантні розрахунки можуть бути виконані швидко, одночасно оптимізуючи специфікації зшивачів. Розрахунки виконуються як в числовому, так і графічному форматі.

Таблиця 5.1. –

Типорозмір	Площа профілю, см^2	Вага 1 м профілю, кг	Вісь X		Вісь Y		Коеф. використання матеріалу
			момент інерції, см^4	момент опору, см^3	момент інерції, см^4	момент опору, см^3	
СВП17	21,0	17,0	243,0	53,0	382,0	57,0	3,0
СВП22	27,0	21,0	428,0	81,0	566,0	77,0	3,5
СВП27	34,0	27,0	646,0	110,0	731,0	97,0	4,0
СВП33	42,0	33,0	999,0	138,0	1226,0	148,0	4,5
120-120	27,0	21,0	545,0	90,0	545,0	90,0	5,0
140-140	32,0	25,0	890,0	127,0	890,0	127,0	5,5
160-160	37,0	29,0	1365,0	171,0	1365,0	171,0	6,0

З метою зменшення обсягів виробництва металевих кріплень та повторного використання виробів необхідно розширювати наукові дослідження у цій сфері, розробляти засоби механізації, налагоджувати промислове виробництво таких виробів, а також розробляти та впроваджувати відповідні оплати праці на підприємствах. У разі утилізації проводяться технічні огляди на відповідність вимогам встановлених стандартів та продовжується організація утилізації деформованих металевих кріплень.

Під час холодної деформації профілю змінюється фізико-механічні властивості металу з метою отримання необхідної геометрії та параметрів кріплення, що знижує якість кінцевого продукту. Недолік можна подолати, зменшивши кількість кріпильних виробів, що виготовляються в гарячому стані. Рекомендується перейти на виробництво металевих кріплень з попередньо нагрітими гнутими елементами. Як правило, таке виробництво відбувається на металургійних заводах, коли безпосередньо виготовляють кріплення спеціальної форми.

Основним недоліком металевих кріплень є наявність невеликих зазорів на краях вигнутих елементів рами. Це пов'язано з використанням недосконалої технології виробництва металевих кріплень, при якій якість кріплення сильно знижується за рахунок розташування поєднаних елементів, що призводить до деформації профілю і подальшої втрати міцності. Ця технологія зменшує відходи більш ніж на 12%, особливо при виробництві спеціальних профілів.

Розроблено нові технології виробництва металевих кріплень (рис. 5.5). Ці технології певною мірою задіяні у процесі виробництва металевих кріплень, оскільки спеціальні профілі, які відправляються через естакаду, спочатку зварюються в безперервний дріт, який потім подається на прокатний стан перед тим, як перетворитися на окремі вироби.

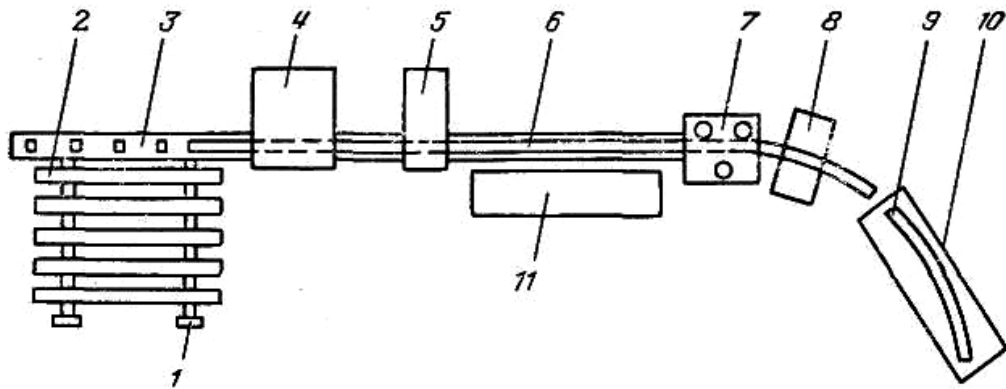


Рис. 5.5. - безвідходна лінія виробництва

1 - стойка; 2 – спец.профіль; 3 - конвейєр; 4 - апарат зварювання; 5 - прес; 6 - стрижні; 7 - машина гнуття; 8 - верст; 9 - готова кріплення; 10, 11 – пакувальники виробу

Така інтеграція лабораторних та виробничих досліджень дозволяє використовувати зварювальні профілі в з'єднувальних виробах і забезпечує вирішальну техніко-економічну перевагу (доцільність) при переході на нову технологію.

Цей технологічний шлях вже впроваджується на кількох заводах. Покращено якість згинальних кріплень, повністю ліквідовано відходи спеціальних профілів та підвищено продуктивність праці майже в 2 рази.

Існує досвід застосування даного типу металевих кріплень для обвалення скельних стінок при використанні підготовчої продукції повторно.

Аналіз попередніх досліджень показує, що через відсутність достатніх досліджень взаємодії бічних компонентів кріплень, встановлених у багатьох очисних вибоях, вони не показують переваг при повторному використанні очисних вибоїв у технології видобутку вугілля і не набули широкого застосування. Тому в деяких випадках їх доповнюють надійними і більш ефективними опорами багаторазового використання, які не потребують обслуговування і ремонту протягом терміну служби і можуть легко замінені в разі необхідності.

Ці дослідження ще тривають. Дві конструкції металевих кріплень - дугоподібні та трапецієподібні - були виготовлені та протестовані в лабораторії та на виробництві. Ці металеві кріплення виготовлені зі спеціального профілю SVP-27, який забезпечує високу несучу здатність в гнучкому режимі (з використанням клинів або графічного замикавання дверей). Завдяки структурі з товщиною до 700 мм по вертикалі і до 300 мм по горизонталі, вони можуть створити стабільність в будь-який момент під час будівництва і подальших робіт, особливо в ґрунтах, які можуть стати крихкими або розширюватися при багаторазовому використанні.

Під час випробувань ці кріплення показали хороший комфорт для користувача за будь-яких умов навантаження та у відповідних режимах експлуатації багаторазового виробу.

На основі цієї методики видобутку зі значним успіхом було проведено пілотне випробування гідравлічного кріплення в основних зонах тиску пустої породи в очисних кар'єрах. Тому, завдяки своїй

надійності, вона може бути використана для зміцнення первинної підтримки виробів, призначених для повторного використання.

Проведені до цього часу дослідження та аналіз результатів цих випробувань дозволили розробити різну підготовку та подальшу розробку родовища або тільки частини родовища і вибрати конкретні технології для повторного використання продукту в м'яких і помірних умовах.

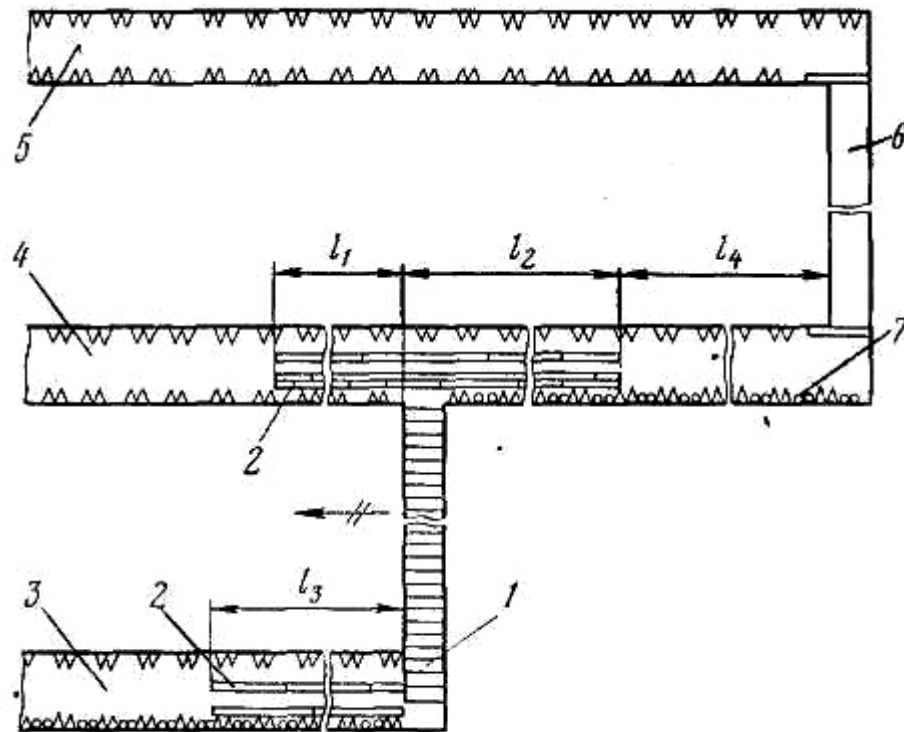


Рис. 5.6. - Схема підготовки використання повторного: 1 – мех.комплекс; 2 - гідралічна рама; 3 - повторне використання; 4 - підтримка; 5 - виріб, для використання повторно; 6 - камера монтажна; 7 - нерухомий ряд; 11, 12, 14 - зона стабільного гірського тиску; 13 - опора для порід у разі використання повторно

На першому етапі реалізації цієї технології запропонований метод передбачає безперервну обробку колон. Перед початком робіт необхідно зібрати кожен колон (рис. 5.6).

Програма повинна забезпечувати постійне вдосконалення в обслуговуванні виробу і в нормальних умовах, необхідних для виробництва арматури в основних колонах. Це дозволить підвищити

якість очисних робіт на довгих стінах з урахуванням необхідних умов розташування, підготовлених для проведення робіт, можливості подальшої розвідки для виявлення геологічних розломів і одночасного видобутку з двох або більше суміжних родовищ.

З точки зору загальних технічних рішень щодо повторного використання продукту, ми схилиємося до двох варіантів.

У першому варіанті (див. рис. 5.7) використовуються лише вентилявані вироби. Цей виріб має велику конвеєра знаходиться на робочій платформі. Це дозволяє переміщати стрічку конвеєру без необхідності знімати опори основної ланки.

Згідно з рекомендаціями, первинну опору слід посилювати тільки там, де гірський тиск активний, в тому числі до і після очищення свердловини.

Опори можуть бути посилені гідравлічними рамами, встановленими під дерев'яними рейками або на поздовжніх дерев'яних рамах. Одна гідравлічна рама встановлюється на погонний метр на кожну виробничу лінію. Всього є три ряди. Всі вони встановлюються одночасно на краю граничної зони порід перед лавою і знімаються в стаціонарній зоні різання порід у проміжку лави. Після зняття гідравлічної рами її переміщують вперед і встановлюють в робоче положення (висунуте) перед очисним вибоєм.

Виріб фіксується одним рядом дерев'яних кріплень (органічних кріплень) і забезпечується зазор між парою рам, утворених рухомими кріпленнями, встановленими впритул до гідравлічної рами.

Ця технологія збільшує можливість багаторазового використання виробу шляхом з'єднання його з промивним отвором і гарантує, що контакт з породою постійно збільшується і не утворюються петлі. Зокрема, це усуває трудомістке завдання демонтажу та монтажу бічних елементів обсадної колони. У разі збільшення довжини порожнини під

час очищення шахти необхідно регулярно додавати шланги від насосної станції до точок приєднання гідравлічної підвіски.

Це технічне рішення вже випробувано на кількох підприємствах. Гірничо-геологічні умови, де проводилися експериментальні випробування, середньої складності. Поверхневий кар'єр обладнаний 1 механізованим комплексом МКМ і комбайном КШГ. Довжина фронтального кар'єру становить 100 метрів, а довжина експлуатаційної колони - 600 метрів.

Роботи тривають на всій території шахти. Досягнуто хороших результатів в основних і додаткових роботах з безпеки. Добове навантаження на очисні роботи перевищує 700 тонн, іноді досягаючи 1200 тонн, а продуктивність праці шахтарів становить 40 тонн на зміну. Економічний ефект становить 25 мільйонів гривень. Якщо такі технології застосовувати в ефективних умовах праці, можна зробити висновок, що продукт може бути використаний повторно.

Згідно з іншим варіантом цієї методики, планується повторне використання продукції (вентиляційних стрічок і конвеєрних стрічок) (див. рис. 5.7). Ця продукція має більший поперечний переріз і вимагає специфічних з'єднань. Рами збираються індивідуально попарно з щільністю два на метр.

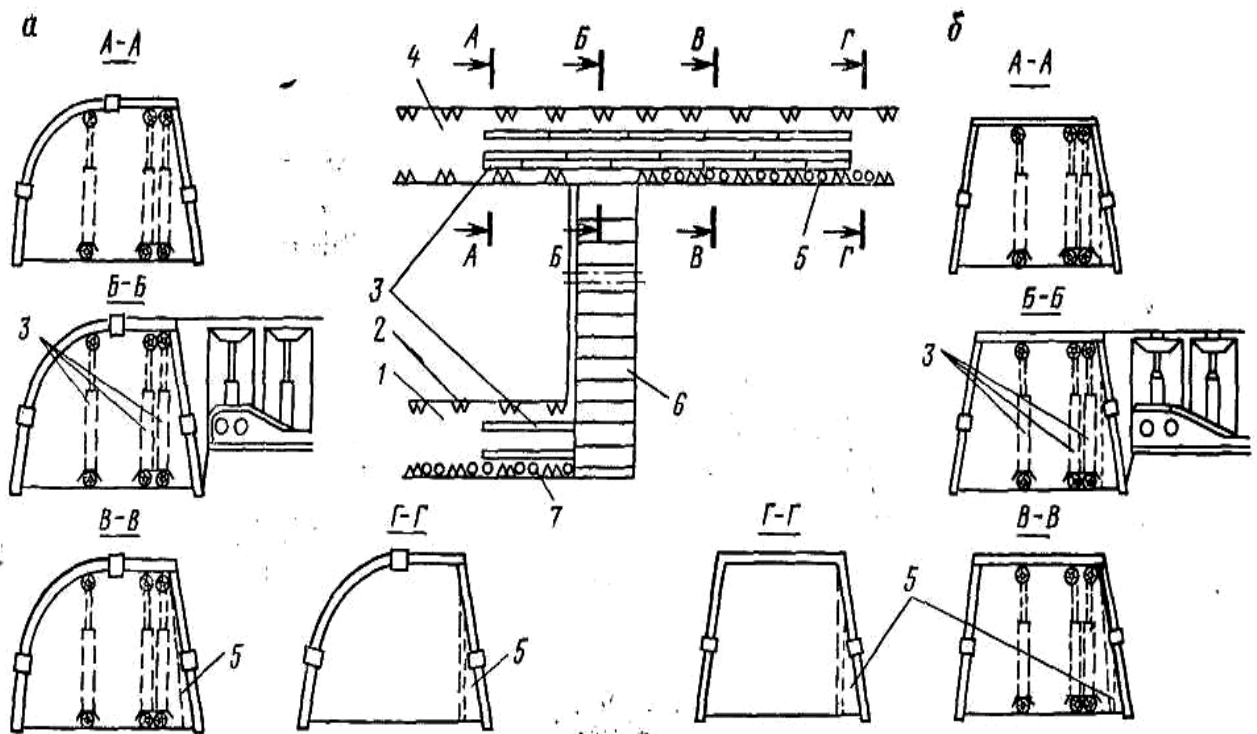


Рис. 5.7. - Схема кріплення виробів використання багаторазового: а - кріплення трапецією арковою; б - трапецієподібна; 1 - багаторазова; 2 - кронштейн; 3 - посилені кріплення; 4 - захищений виріб; 5, 7 - органка; 6 - лавовий мех.комплекс

Натяжна головка скребкового конвеєра знаходиться над робочим столом. Перед переміщенням його на іншу смугу число гідравлічних стійок, що підтримують бокові сторони столу, було зменшено, але після переміщення конвеєра збільшено. Одночасно зі встановленням гідравлічної рами було також встановлено ряд дерев'яних стійок для органу. Після того, як стійки були зняті, виробничий дах був закріплений спеціальним механічним з'єднанням, яке також діяло разом з мийкою.

Як і в першому способі, рухомі металеві опори були посилені гідравлічними підпорами. Перед входом в очисну розташовані два ряди дерев'яних балок і вертикальних рам, а за трьома рядами опор - три ряди дерев'яних балок і вертикальних рам. У зоні стабілізації на зсув арматурні опори повністю опускаються і транспортуються до нового місця

встановлення. Перевага цього технічного варіанту полягає в тому, що конвеєр, а також вентиляційні вироби можна використовувати повторно. Однак застосування цієї технології вимагає використання додаткового кріплення, що може погіршити стан лавової покрівлі.

Цей метод деформації також був випробуваний на деяких шахтах і показав хороші результати повторного використання продукції.

Гірничі та геологічні умови під час випробування середньої складності. Довжина опорної колони становить 250 метрів. Технологічний шурф довжиною 100 метрів обладнаний 2 комплексами КМТ і 1 комбайном ГШ68. На стику переробної ями і вторинної продукції перед навантажувачем встановлено механізований з'єднувальний пристрій, скребковий конвеєр і стрічковий конвеєр; добова продуктивність становить 700 тонн, максимальна продуктивність - 1500 тонн, продуктивність за зміну - 33 тонни.

Перероблені вироби видаляються одночасно з просуванням довгих стін, залишаючи металеві залишки.

Під час операції деякі вироби були в хорошому робочому стані. Основна робота полягала у видаленні уламків (менше 0,2 метра) з основи. У деяких місцях вибухнула порода зачепила рейки. Це також потребує часу для ремонту. Вартість підготовчих робіт на один метр продукції склала 10 000 гривень.

Всі роботи з захисту та обслуговування продукції проводяться без затримки розмінування. Відбувся невеликий витік води, але він не вплинув на роботу обладнання. Ефект від використання повторно продукту за певних умов вище 1 500 000 гривень.

Випробування показали доцільність цього технічного рішення, яке дозволяє повторно використовувати виріб при заміненні гідравлічної рами рухомої опори. Захисні елементи забезпечують збереження багаторазових виробів з мінімальними матеріальними та трудовими витратами.

Належна стабільність зберігання багаторазових виробів значною мірою залежить від відповідної величини зони протитиску для зміцнення первинного кріплення і запобігання його пошкодженню. Ретельне дослідження силових навантажень на ці рухомі опори і тиску обваленої породи в порожнечі, що утворилася, дозволило визначити довжину зон протитиску. Для полегшення умов ведення гірничих робіт були прийняті наступні значення: 8 м для зони безпосереднього гірського тиску до першої лави, 50 м для зони активного зсуву в породі і 15 м для зони гірського тиску до другої лави на старій ділянці. За інших умов ці значення становлять 10 м, 60 м і 80 м відповідно.

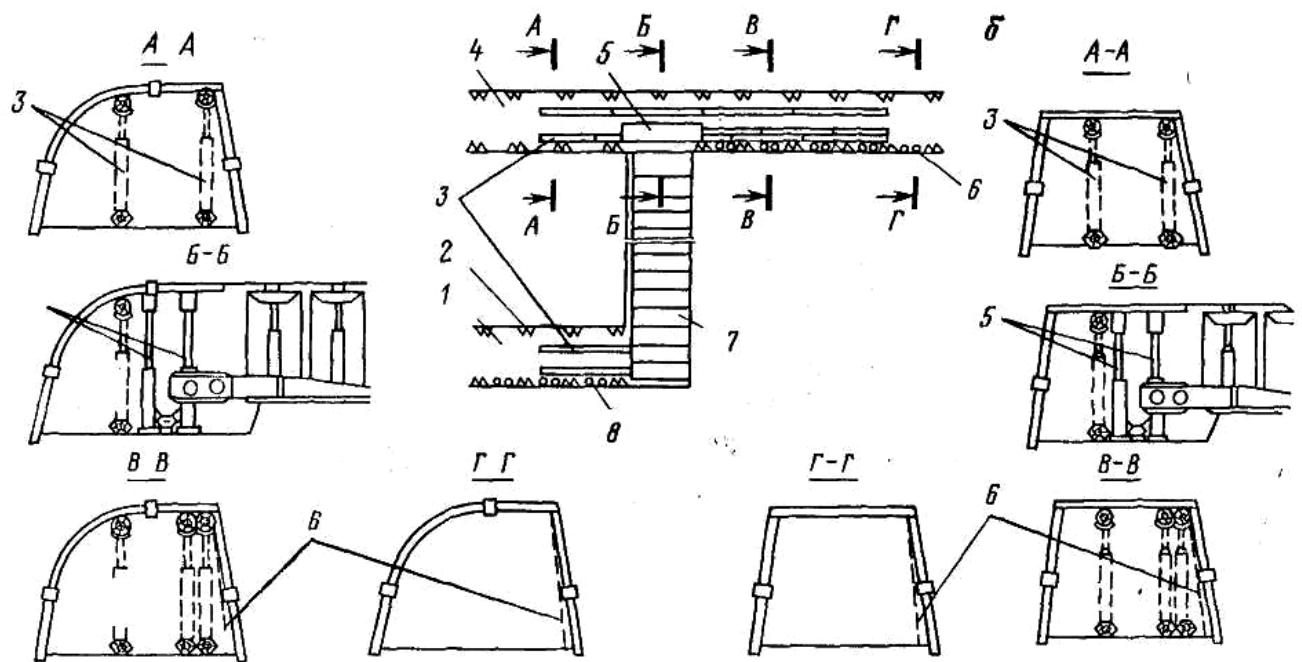


Рис. 5.8. Кріплення, багаторазово використовуваних виробів, захист, опора: а - арочне трапецієподібне; б - трапецієподібне; позиції 1-4 (рис.5.7); 5 - сполучне кріплення; 6, 8 - органка; 7 – мех.комплекс.

Ці технічні можливості дозволяють використовувати повторно вентиляційні та конвеєрні тунелі, а тунелі з більшим поперечним перерізом потребують використання кріплень гнучких для збільшення несучої здатності, додаткових зон активного гірського тиску та захисту

покрівлі від обвалу породи для забезпечення технічного обслуговування. Експлуатація. Дані технічні рішення застосовуються для розробки сировинних родовищ в легких і середніх умовах.

При повторному використанні виробів в гірничо-геологічних умовах розроблені спеціальні композитні кронштейни, які підтримують і захищають вироби, гарантуючи вентиляцію і повторне використання конвеєрних виробів.

При встановленні зв'язків між поверхневим очисним отвором і продуктом багаторазового використання механічні опори зв'язків зміцнюються в зоні тиску опорної породи за очисним отвором. Як тільки досягається перший чистий отвір, з'єднаний з камерою кріплення, негайно встановлюється армуюча опора. Арматура встановлюється окремо між монтажною камерою і сусідньою пультованою колоною. Кожні 1 м встановлюється одна секція в залежності від опори арматури, яка може складатися з 40-70 секцій в залежності від проекту.

Після того, як весь комплект арматурних кронштейнів встановлений, рухомі кронштейни переставляються так. Секція 3 (Етап 1) встановлюється там, де зона зсуву знаходиться зовні. Потім вона вставляється поздовжньо (Етап 2) і переміщується в нове монтажне положення в зоні з'єднання з муфтою 1. Вставлення та зміна монтажного положення здійснюється за допомогою крана 5, з'єданого з шарнірним з'єднанням. Після того, як секція 4 прикріплена до муфти 1 (етап 3), вона повертається у виробництво (етап 4) і вводиться в експлуатацію (етап 5).

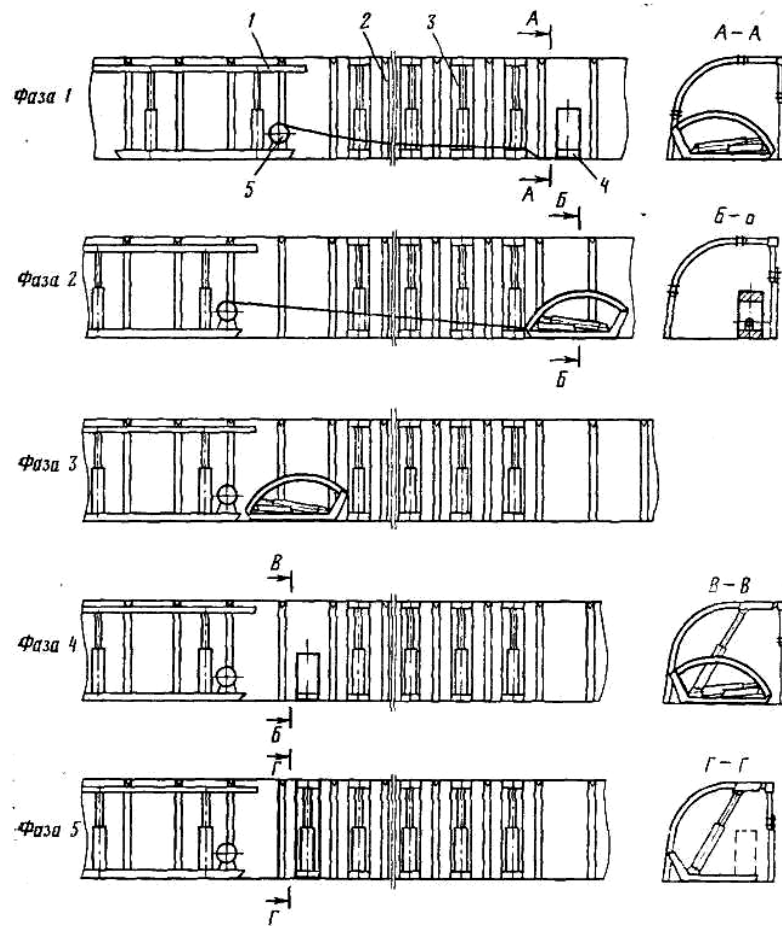


Рис. 5.9. - Збереження виробок при секційній арматурі

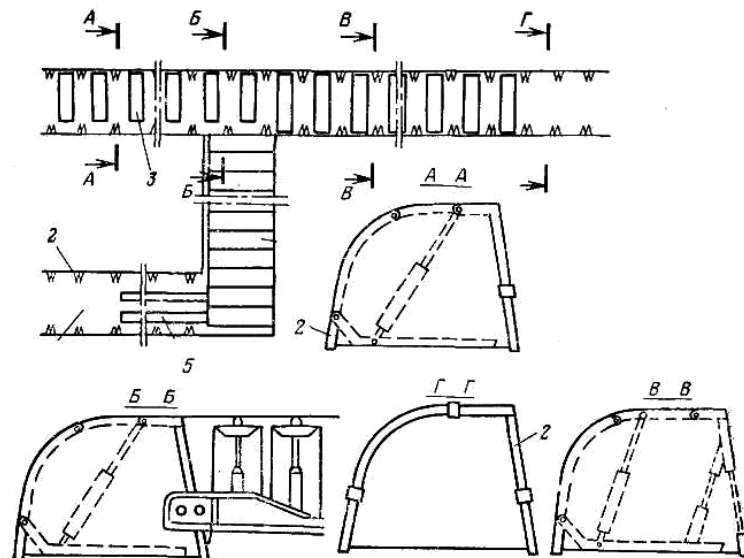


Рис. 5.10. - Зберігання в зоні армування: 1 - вироби, які повторно використовуються; 2 - пересувні аксесуари; 3 - кріплення; 4 - комплекси механізовані; 5 - армування.

Секції монтуються одна за одною за допомогою крана, що входить до комплекту поставки.

Комбінації автомобільного або монорельсового крана і лебідки можуть використовуватися як секції багаторазового використання для механізованих процесів.

При підтримці секцій конвеєра не встановлюються ні монтажні колони, ні кріплення, а сегментна арматура виконує роль переходу від чистої свердловини до зони гірського тиску тимчасової опори (див. рис. 5.10).

Щоб забезпечити вільне переміщення з поверхні, сегменти встановлюються близько до конвеєрної стрічки, щоб забезпечити підтримку в зоні тимчасового тиску. Коли секції досягають стабілізованої зони, їх демонтують і транспортують на нове місце установки, при цьому всі секції знаходяться в робочому положенні.

Виробами багаторазового використання можуть мати жорсткі конструкції (див. табл. 5.11).

У виробництві ливарних стрічок можуть використовуватися суміші різних матриць (цементу, гіпсу, фосфогіпсу і різних інертних наповнювачів). Широко використовуються суміші на основі шлаку, що залишається від металургійного виробництва.

Ширина такої стрічки розраховується, але не менше 1,0 м. Ширина смуги, заповненої матеріалом з швидким співвідношенням, визначається наступним чином:

R_{pl} - стандартна міцність затверділого через 1 добу після заливки стрічки.

Для стабільних покрівель відстань від натягнутого профілю до заливальної стрічки (ширина берми) повинна бути не менше ширини основи виробу. Для нестабільних покрівель формувальну смугу слід накладати безпосередньо вздовж профілю виробу (див. Малюнок 5.7).

Використані повторно

Вид посилення	Товщина пл., м	Кут пад., град.			Міцність підшви, МПа
			Покрівля безпосередня	Покрівля основна	
Лита смуга (швидко твердіє)	< 2,50	< 18,0	Стійка (середня)	Будь-яке (обвалення)	> 30,0
Лита смуга (швидко твердіє)	< 2,50	< 35,0	Не стійка (середня)	Будь-яке (обвалення)	> 30,0
Литі смуги (торпедування)	< 2,50	< 18,0	Стійка (середня)	Обвалюється (важко)	> 30,0
Труби з блоків	< 1,50	< 18,0	Не стійка (середня)	Обвалюється (легко та середньо)	> 30,0
Труби з блоків (торпедування)	< 1,50	< 18,0	Стійка (середня)	Обвалюється (важко)	> 30,0
Органка	< 2,50	< 35,0	Стійка (середня)	Обвалюється (легко та середньо)	> 10,0
Органка (торпедування)	< 3,50	< 18,0	Стійка (середня)	Обвалюється (важко)	> 10,0
Одностороння смуга (з кострами)	< 1,50	< 35,0	Стійка (середня)	Будь-яке (обвалення)	Будь-яка
Двостороння смуга	< 1,50	< 35,0	Не стійка (середня)	Будь-яке (обвалення)	Будь-яка
Костри (з круглого лісу)	< 3,50	< 35,0	Будь-яка	Обвалюється (легко та середньо)	Будь-яка
Бутові костри	< 3,50	< 35,0	Стійка (середня)	Обвалюється (важко)	Будь-яка

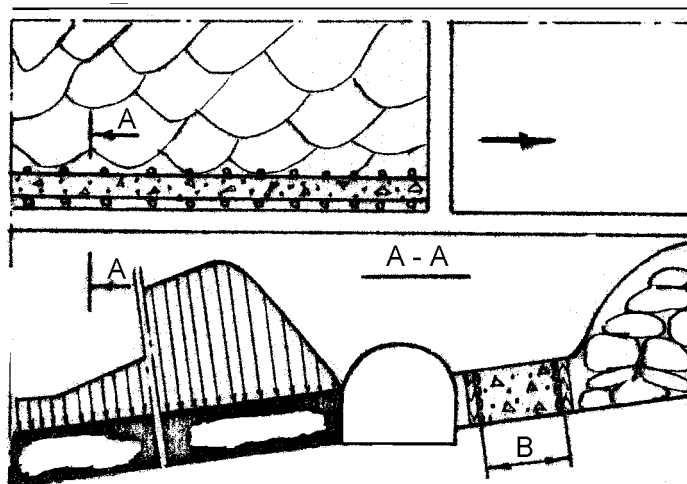


Рис.5.11. - Захист багаторазового використання литими смугами з матеріалу (швидкоотвердіючого)

Конструкції залізобетонні з дерев'яними розпірками встановлюються в один (два ряди). Кількість їх на 1,0 м визначається наступним:

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

де P - навантаження на залізобетонну конструкцію(розрахункове), кН/м;

R_t - навантаження на залізобетонну конструкцію(нормативне), кН/м²;

F - площа конструкції, м².

Загальна товщина дерев'яної подушки в залізобетонних конструкціях повинна становити 10-15% від товщини розроблювального шару. Для стаціонарних дахів залізобетонні конструкції встановлюють в один ряд суцільних конструкцій на відстані 1,20-1,50 м від контуру скатного даху, якщо дах недостатньо стійкий і має помірну вагу. п. Залізобетонні з'єднувальні конструкції встановлюють у два ряди: один ряд суцільних, а другий - пробивних конструкцій.

Для середніх і важких залізобетонні конструкції встановлюються в два сусідні ряди. Для дуже важких дахів товщина дерев'яних прокладок між дахом та конструкцією збільшується в 1,50 рази.

Для запобігання проникненню потоку води з лавових пустот у залізобетонну конструкцію передбачено ряд органічних опор (див. рис. 5.12).

Кількість органічних опор в один або два ряди на метр розраховується:

$$n = \frac{P}{P_{орг}}$$

де P –навантаження розрахункове на органку, кН/м; $P_{орг}$ – несучча здатність однієї органки.

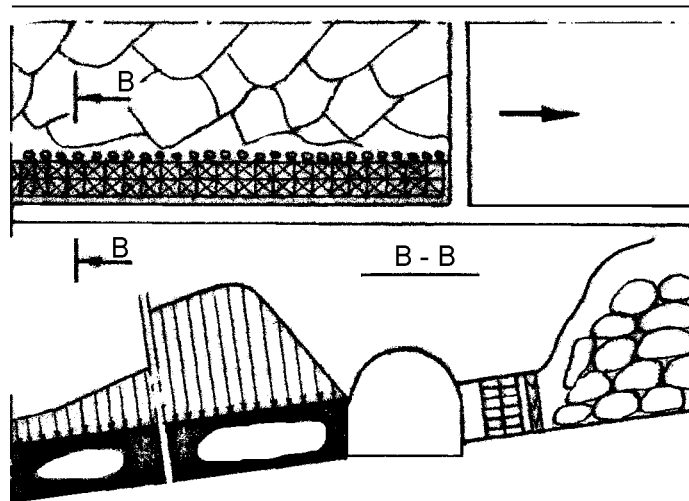


Рис. 5.12. Залізобетонна конструкція.

Якщо товщина шару досягає 2 м, стійку для органу слід розмістити під дерев'яною балкою товщиною 15 см; якщо товщина шару досягає 2,5 м, стійку для органу слід розмістити під дерев'яною балкою товщиною 15 см, коли вона знаходиться над грядкою.

Якщо є нестійкий (фальцевий) дах і товщина шару від тонкого до середнього, на межі між кріпленнями виробу та органічним матеріалом слід встановити ремені для кріплення башмаків.

Стійки для кріплення тонких і середніх шарів органіки слід встановлювати на рівній основі на відстані 0,5-1,5 м від використовуваних кріплень виробів. Якщо міцність скельної основи менше 20 МПа, стелаж для органної фурнітури слід встановлювати на дерев'яній основі.

Для розбірних дахів і міцних фундаментів слід використовувати комбінацію з одного або двох рядів органних і металевих стійок типу КПО-4,0 або КПО-5,0.

Для нестійких шарів основи слід використовувати дерев'яне органне кріплення з "кишенями" (нішами). Для тонких і середніх шарів на відстані 1,0-2,0 м від робочого шару в робочу сторону слід розміщувати двобортні гудзики. Для багаторазового використання зміцнити рядами

розпірок діаметром 12-16 см. За необхідності заповніть порожнечі породою з подрібненої основи (див. рис. 5.9).

Необхідно використовувати жорсткі конструкції, а саме бруси з швидкозастигаючого матеріалу та збірні залізобетонні конструкції. У таких конструкціях використовується невелика кількість матеріалу, який укладається на дах над утвореною порожнечею. Якщо на даху є шар породи середньої міцності, шифер слід укладати на шар вугілля з одного боку і на штучну конструкцію з іншого боку. Повторно використовуваний продукт знаходиться в хорошому стані. Це пояснюється тим, що це зручна конструкція з хорошим контактом з горою.

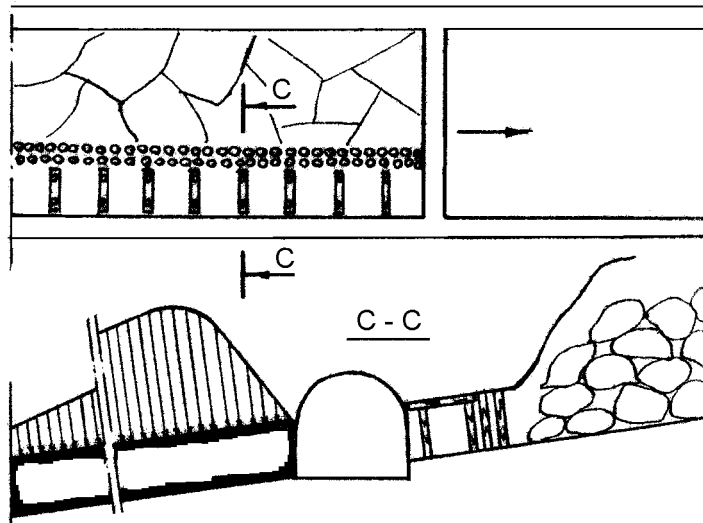


Рис. 5.13. виробни, закріплені органкою «кишенями» (нішами).

Середній опір породи по контуру з тією породою, R_c , МПа:

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

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

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

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

$$R_{сб} = \frac{R_{с1} + R_{с2}}{2} = \frac{28,3 + 27,2}{2} = 27,8$$

Пісковик $R = 65,5$ Мпа, $k_w = 1,1$, $K_c = 0,82$

Алевроліт $R = 46,5$ Мпа, $k_w = 1,1$, $K_c = 0,82$

Вугілля $R = 16,5$ Мпа, $k_w = 1,1$, $K_c = 0,82$

Алевроліт $R = 52,0$ Мпа, $k_w = 1,1$, $K_c = 0,82$

Пісковик $R = 61,0$ Мпа, $k_w = 1,1$, $K_c = 0,82$

Різниця становить понад 35%. Тому ми коригуємо це.

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

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

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

Покрівля середня по стійкості. Обвалився посередині. Міцність порід підпошви:

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

Породи схильні до набряків.

Розрахувати безпечну висоту підробки порід.

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

де $h'_{с.н.} = 105$ м

$$K_{кр} = 1,25$$

$$K'_n = 1,1$$

$K_{под}$ приймаємо 0,60 (піддатливість більше 500 мм)

$$K_{зал} = 1,1$$

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

Безпечна висота 60 метрів, відстань між шарами – 20. Приймаємо це в подальшому.

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

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

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

$$k_{np} = 0,9$$

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

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

$$t_0 = 25 \text{ мс.}$$

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

$$K_K = 0,6$$

Тоді,

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

$$u_n = 400 \text{ мм (т.к. } K_K = 0,6)$$

Зрушення:

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

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

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

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

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

$$k' = 0,8 \text{ (при цілини)}$$

Тоді,

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

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

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

$$u_K = 0,8 \left\{ \left[k_{np} u_{np} + V_0 t_0 + (u_1 + u_2) k_{kp} \right] k_s (1 - k_K) + V_1 t_1 k_s k_{kp} \right\}$$

де $u_2 \approx u_1 = 550$ мм,

$m = 1250$ мм,

$K_{\text{охр}} = 0,25$ (органка),

$K_{\text{охр}} = 0,2$ (залізобетонні),

$K_{\text{охр}} = 0,7$ (костри),

$K_{\text{охр}} = 0,5$ (костри в сполученні зі смугою),

$K_{\text{охр}} = 0,2$ (литі смуги)

Це можливе до застосування.

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

$t_1 = 19$ міс. (час відробки стовпа).

При застосуванні органки

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

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

Так розраховуємо параметри інших штучних конструкцій, що встановлені у виробках;

- залізобетонні конструкції 800 та 15000 мм;
- дрова 1400 і 1600 мм;
- багаття з дерева та в комбінації зі смугами 1100 і 1400 мм;
- литі стрічки 750 і 1400 мм з твердіючого швидко матеріалу.

Після оцінки цих результатів було зроблено висновок, що найкращий четвертий варіант. Ширина смуги дорівнює товщині плити - 1,5 м. Загальна вартість цього методу є високою, тому було обрано армування двома розпірками з навантаженням 250 кН. Розмістивши їх над повторно використовуваними арками виробів, очікувані зміщення вдалося зменшити вдвічі - до 370 мм і 730 мм відповідно.

Засувки були встановлені у вентиляційній секції за 30 м до і 70 м після стовбура свердловини та за 35 м до стовбура свердловини наступним чином.

Всього було використано 250 стійок. Зміщення башмаків по їх днищах незначне. У цих умовах вживаємо певні заходи для захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів (метан, шум, вібрація під час роботи обладнання, недостатнє освітлення та інш.).

На підприємстві є система управління охороною праці. За забезпечення функціонування системи відповідає служба охорони праці відповідного персоналу та інших осіб.

Положення про цю службу розроблено з урахуванням специфіки діяльності підприємства та затверджено керівником підприємства.

Служба охорони праці пов'язана з основними службами охорони праці промислової технології.

У компанії також є відділ техніки безпеки та вентиляції. Кількість гірничих наглядачів розраховується відповідно до процедур, викладених у національному законодавстві.

У разі виникнення пожежі для захисту органів дихання працівників від отруєння газами використовуються ізолюючі саморятівники ШСС-1У; для видалення газів (що утворюються при вибухах) і подачі повітря з шахти застосовуються вентилятори ВМ-6 та інші місцеві вентилятори ВМ-6

Для запобігання пожежам у шахті використовувалися вибухові пристрої та механізми.

Для моніторингу рівня метану під час зміни оператори екскаваторів і прохідницьких комбайнів зобов'язані мати при собі сигналізатор, який безперервно відстежує "сигнал" метану, і вивішувати його в радіусі трьох-п'яти метрів від себе під час роботи.

Усі підземні обладнані пожежними трубопроводами, пожежними гідрантами з рукавами та первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками, піском) відповідно до вимог Правил безпеки у гірничих виробках та Правил пожежної безпеки у вугільних шахтах.

Завдяки великому досвіду в гірничій справі, гідравлічне розривання вугільних пластів є одним з методів, що застосовуються для боротьби з раптовими коливаннями.

Основними параметрами гідророзриву є діаметр, довжина свердловини, глибина її закриття, відстань між ними, мінімальний коефіцієнт тяги, кількість води, дренажний тиск. На основі фактичних даних, отриманих під час розробки родовища, були прийняті наступні параметри: діаметр свердловини 50 мм, довжина свердловини 10 м, глибина стиснення 5 м.

1. всі працівники повинні розуміти правила поведінки в аварійній ситуації, чітко уявляти собі розташування протипожежного інвентарю, правильно ним користуватися і вміти користуватися аварійними виходами.

2. про будь-які ознаки аварії (наприклад, пожежа, вибух газу або вугільного пилу, обвалення породи, затоплення робочого місця, раптовий викид різних газів, раптове відключення головної вентиляційної системи, відключення електроенергії, отруєння тощо) необхідно повідомляти диспетчеру шахти або черговому інженеру.

3. будь-яка раптова зміна напрямку вентиляційного потоку повітря буде сигналом для того, щоб покинути поверхню будь-яким способом

4. всі підприємства повинні дотримуватися таких основних правил поведінки в аварійних ситуаціях

У разі появи диму з підземних тунелів при видобутку корисних копалин працівники повинні негайно включити саморятівники і за допомогою розпилювальної системи перейти до найближчого тунелю і слідувати по ньому на поверхню.

У випадку пожежі в західному крилі працівники піднялися на поверхню, як зазвичай, через допоміжні тунелі.

У разі пожежі на східному боці, працівники повинні були б подавати свіже повітря до робочої зони, а також у допоміжні тунелі, перш ніж спуститися на рівень землі.

Зміна напрямку вентиляційного потоку під час видобутку вказує на те, що пожежа почалася в основній робочій зоні, де знаходиться джерело свіжого повітря. Тому необхідно рухатися назустріч свіжому повітрю в напрямку до основного джерела повітря.

Напрямок потоку вентиляційного повітря змінюється на протилежний у разі виникнення аварії (пожежі) в наступних випадках: допоміжних будівель, допоміжних доріг, виробничих приміщень, що забезпечуються свіжим повітрям, та інших ситуаціях, зазначених у плані ліквідації аварійних ситуацій.

Слід зазначити, що при нормальному режимі вентиляції допоміжні витяжні канали є вторинними основними, а при зміні напрямку вентиляції основні витяжні канали стають попередніми витяжними каналами.

При виявленні пожежі на робочому місці з припливною вентиляцією необхідно увімкнути вогнегасник (дихальний) і за допомогою основних засобів і матеріалів (вогнегасник, пісок, вода, що знаходяться найближче до місця пожежі) розпочати гасіння пожежі (бойовий ствол).

Якщо пожежа виникла від електричного приладу або кабелю живлення, необхідно негайно відключити електроживлення приладу.

Якщо пожежа виникла в стовбурі свердловини, оператор повинен надіти респіратор і почати використовувати первинні засоби пожежогасіння. Якщо це неможливо, слід покинути свердловину і вийти в зону з припливом свіжого повітря (де встановлені місцеві витяжні вентилятори) та вимкнути електроживлення всіх механізмів у свердловині. При цьому вентилятор часткової вентиляції слід увімкнути в тому ж режимі.

На випадок виникнення пожежі на виході з тунелю працівники повинні мати наготові та увімкнені рятувальні засоби (саморятівники, дихальні апарати). При появі полум'я або диму спробувати пройти крізь полум'я або загасити пожежу через виробничий тупиковий вихід. Якщо пройти крізь полум'я або загасити пожежу неможливо, необхідно використовувати тимчасові перекриття (дошки, вентиляційні труби, спецодяг, цвяхи). Після того, як подача повітря з вентиляційних каналів вичерпана, виставити біля полум'я трьох перемичок і чекати прибуття гірничорятувальної команди, продовжуючи використовувати саморятівники, дихальні палиці та інше рятувальне спорядження.

У разі виникнення пожежі в зоні зберігання вибухових речовин дилер повинен негайно повідомити про це керівника шахти. Якщо можливо, перемістити вибухові речовини в безпечну зону подалі від полум'я і продовжити гасіння пожежі всіма доступними засобами. Якщо загасити пожежу неможливо, зачиніть вхідні двері до сховища вибухових речовин, вийдіть зі сховища, забезпечте доступ свіжого повітря і повідомте керівника шахти. Обмежити пересування осіб, які не беруть участі в ліквідації аварії.

Працівники, які потрапили в завалену зону, повинні вжити заходів для зменшення впливу перешкоди, визначити характер перешкоди і забезпечити безпечний вихід через зону, доступну з даху. Якщо виходу дійсно немає, слід забезпечити укріплення та усунути перешкоду. Якщо це неможливо, вихід - дочекатися прибуття гірничорятувальної команди, подати спеціальний сигнал і вдарити по металу або абразивному матеріалу.

Аварійна сигналізація У кожному випадку сигнали передаються послідовно:

Група 1: відповідна кількість клацань з інтервалом в одну або дві секунди, що вказує на кількість людей в завалі;

Друга група: передається через 15 секунд після подачі першого сигналу і вказує на те, де знаходяться працівники в пачці. Кожен сигнал подається з інтервалом 5-7 секунд.

Якщо в тупику виникає завал, виробник повинен розмістити накриття з тимчасового матеріалу на 5-10 метрів від моста, щоб запобігти потраплянню метану всередину.

При цьому працівники повинні були перебувати між мостом і воротами. У разі великого витoku під час роботи необхідно було піднятися на високу робочу поверхню з саморятівником і пройти в шахту ліфта.

У разі раптового великого виділення газу необхідно включити ізольоване самовитяжне обладнання, покинути виробничу зону, де утворився газ, вимкнути електропостачання виробничої зони і виставити знаки, що забороняють його включення. Про виділення газу необхідно повідомити диспетчеру шахти.

У разі ураження працівника електричним струмом кожен, хто впізнав потерпілого, повинен від'єднати від струму кабелі, які торкаються потерпілого, відключити потерпілого від струму і надати йому медичну допомогу, наприклад, зробити штучне дихання (на відкритому повітрі).

Якщо підйомник зупинився, оператор підйомника повинен повідомити, що підйомник зупинився, і дочекатися прибуття іншої машини. Оператор підйомника інформує про зупинку керівника шахти. Запобігти контактам з населенням.

Після прибуття іншої клітки робітників переводять у неаварійну клітку, як запобіжний захід, і виводять на поверхню. При виявленні будь-яких ознак токсичних хімічних речовин слід негайно зв'язатися з керівником шахти або відповідальним інженером і вийти на свіже повітря.

У разі виявлення токсичних речовин у зоні Прохідницького кар'єру електропостачання місцевого вентилятора відключається, щоб запобігти

транспортуванню токсичних речовин в інші виробничі зони.

Відповідно до Гірничого кодексу, до перепустки має бути додано розділ "Аварійний захист", який дозволяє проводити ремонтні роботи та очистку оголовка шахти. Цей розділ повинен включати наступне:

1. повідомлення всіх працівників у разі аварії; і
2. запобіжні заходи, яких повинні вживати працівники у разі нещасного випадку; і
3. забезпечення колективного захисту працівників; та
4. забезпечення працівників засобами захисту.

У разі нещасного випадку диспетчер шахти сповіщає працівників через гучномовець, розташований поруч з електриком. Сигнал ставлять на паузу до наступного виклику. Всіх інформують про те, що відбувається внизу. Оператор також надсилає повідомлення.

У разі виникнення аварії дії працівників повинні здійснюватися відповідно до розробленого "Кодексу поведінки працівників підприємства при виникненні аварій", "Плану запобігання аваріям на підземних підприємствах" або інструкцій керівника. Відповідальними за ліквідацію аварій можуть бути інженери підприємства.

Колективні заходи, що вживаються компаніями для захисту працівників від нещасних випадків, включають

а) Водні бар'єри та заходи щодо захисту від вугільного та кам'яного пилу використовуються для запобігання вибухам і пилоутворенню.

б) Пожежні труби, вогнегасники, ящики з піском, що розміщені по всій території кар'єру, використовуються для гасіння пожеж.

в) Контроль за допомогою газових щитків, портативних детекторів метану та їх вимірювання здійснюється в міру необхідності для запобігання скупченню газу та забезпечення необхідної кількості свіжого повітря.

Контроль за виконанням цих вимог щодо комплексного захисту є обов'язковою вимогою до кожного працівника.

До засобів самозахисту відносяться апарати самозахисту ШСЗ-1У та ШСЗ-1Т.

Засоби захисту органів дихання використовуються для протидії наслідкам аварії на ранній стадії.

Засоби самозахисту необхідно завжди носити на плечі. Засоби захисту органів дихання зберігаються на робочому місці.

Дотримуйтесь вимог "Правил безпеки для місць вибуху вугільного пилу" у всіх процесах, що утворюють пил (наприклад, видобуток і транспортування вугілля, дроблення, навантаження і транспортування породи, буріння):

- Покриття підземних виробок;
- Очищення підземних труб водою;
- Використання інертних завіс та водяних завіс на даху виробу.

Встановлення інертних і водяних завіс, інші заходи проводяться відповідно до правил безпеки та вимог "Методичних вказівок для місць вибуху вугільного пилу".

Для нагнітання води в жилу використовується спеціальна техніка: нагнітання рідини в свердловину. Це забезпечує змочування вугілля, що руйнується, під час руйнування пласта. Це зменшує утворення вугільного пилу. При бурінні використовується бурова установка діаметром 50 мм і довжиною 100 м. У наших умовах свердловина має довжину 85 м, що простягається від вентиляційного отвору до пласта вугілля. Відстань між свердловинами - 25 м, глибина свердловини - не менше 10 м, швидкість нагнітання рідини - 2 м³/год, насосне обладнання - високопродуктивне, час нагнітання рідини - 45 хв.

Враховуючи ці параметри, тобто час буріння та час закачування рідини в свердловину, було визначено відстань між свердловиною та чистою рудою. Ця відстань становить 20 метрів.

До води додається 0,2% пом'якшувача, щоб збільшити ефект утримання вологи вугіллям. Якщо в свердловину закачується 80

кубометрів рідини, то кількість зволожувача на свердловину становить 170 кг. Ефективність зменшення пилу за допомогою методу становить щонайменше 65%.

Вода береться безпосередньо з труб на електростанції.

6. ВАРТІСНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ДОБРУ СТІЙКІСТЬ ПІДОШВИ В ВИРОБКАХ З МЕТОЮ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПОВТОРНО

Проведемо розрахунки для вартісного обґрунтування:

1. Проведення виробок

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

де n - кількість;

$$S = 13,60 \text{ м}^2 - \text{перетин};$$

$$L = 1700,0 \text{ м} - \text{довжина};$$

$$C_{np} = 30000 \text{ грн./метр} - \text{вартість проведення метра виробки}$$

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

2. Вартість підривання:

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

де $n_{под}$ - кількість;

$$u_{под} = 0,45 \text{ метра} - \text{глибина};$$

$$B = 4,60 \text{ м} - \text{ширина виробки};$$

$$L = 1700,0 \text{ м} - \text{довжина виробки};$$

$$C_{под} = 1500 \text{ грн/м}^3$$

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

3. Вартість встановлення кріплення посилення:

$$C_{кру} = ntc_{кру}$$

де n - кількість стійок;

t - час існування;

$$c_{кру} = 5500 \text{ грн/шт.} - \text{вартість використання стійки};$$

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

4. Використання розвантаження вибухового:

$$C_{вцр} = 2,75SL$$

де L - довжина виробок, 3400 м.

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

5. Зведення литої смуги

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

де $b_{\text{лп}}$ — ширина смуги;

$c_{\text{лп}} = 4500$ грн./м³ — вартість зведення

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

ВИСНОВОК

1. інструментальні спостереження показують еволюцію динаміки деформацій масиву гірських порід і фізичного стану поверхні в зоні впливу очисного тунелю. Періоди інтенсивного деформування порід спостерігаються на відстані 100 м від очисного вибою. Сумарне розширення порід у підшві шахти перевищило 7 м за період експлуатації шахти.

2. лабораторні дослідження показали, що формування зон змінення опорного тиску призводить до зміни величини коефіцієнта передачі гірського тиску

3. також встановлено, що форма ділянки, закріпленої на підшві виробки, змінюється і впливає на напрямок вибуху породи. При створенні цієї ділянки вершина нижнього трикутника була орієнтована в бік породи на дні кар'єру, що є оптимальним, оскільки зменшує розширення породи в кар'єрі.

4. розрахунок раціональних параметрів укріплення гірської породи навколо ущільненої породи під проїзною частиною.

5. стійкість гірського масиву в нижній часті робочої зони дозволяє застосовувати цей метод при використанні сумішей для створення зон армування. Економічна ефективність цього методу досягає 4500 грн/м.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Янко С.В. Состояние и перспективы приватизации угледобывающих предприятий Украины / С.В. Янко, Е.С. Чуприна // Уголь Украины. – 2007. – № 3. – С. 17–22.
2. Парижская COP21: Достигнуто соглашение по изменению климата [Электронный ресурс], 2015 г. Режим доступа: <http://embassynews.net/2015/12/13/the-paris-cop2-agreement-reached-on-climate-change/>, бесплатно. Название с экрана.
3. Информация об угле 2016: Статистика. Международное энергетическое агентство. 2016, 543 с.
4. Конти Дж., Холтберг П., Дифендерфер Дж., ЛаРоуз А., Тернер Дж., Вестфолл Л. (2016). International Energy Outlook 2016 с прогнозами до 2040 года.
5. Основные тенденции развития рынка коксующегося, энергетического угля и кокса на рынке Украины. [Электронный ресурс], 2017. Адрес электронной почты: <http://coal-coke.at.ua/>.
6. Исаенков О.О. Состояние Вуголь Галузии Украины в свете светлых тенденций и перспектив / О.О. Исаенков, С.В. Сахно, О.С. Яковенко // Проблемы городской технологии: сборник научных трудов. Зб. наук. отвали. – Покровск: ДВНЗ «ДонНТУ», 2016. – С. 7-10.
7. Мизин В.А. Творческое сотрудничество института, завода и рудника – залог успеха / В.А. Мизин, А.В. Сытник, А.В. Нагорный // Уголь Украины. – 2003. – № 8. – С. 43-44.
8. Сахно И.Г. Научное обоснование управления станом гирских пород невыбуховских разорительных сумм при подземном развитии родов [Текст]: автореф. дис. ... док. тех. наук: Сахно Иван Георгиевич. – Днепропетровск, 2015. – 36 с.
9. Климов С.В. Угольная промышленность и энергетическая безопасность мира / С.В. Климов // М.: Издательство МГУ, 2002. – 672 с.

10. Лазарев В. [Рецензия] // Горный журнал. – 1914. – Т. II, № 6. – С. 316-317. – Рек. к статье: Рогалевич А.О. Некоторые данные о стоимости ремонта крепи подземных шахт / А.О. Рогалевич // Горный журнал. – 1914. – Т. II, № 2. – С. 166-189.

11. Гершкович Л.И. Некоторые замечания о пучении грунтов в подземных рудниках и мерах борьбы с этим явлением / Л.И. Гершкович // Машиностроитель. – 1925. – № 9.

12. Гаркави А.А. Из наблюдений за пучением грунтов / А.А. Гаркави // Инженер-механик. – 1925. – № 2.

13. Бокий Б.И. К вопросу борьбы с набуханием горных пород / Б.И. Бокий // Машиностроитель. – 1926. – № 4.

14. Пинекер П.З. К вопросу борьбы с вспучиванием горных пород / П.З. Пинекер // Машиностроитель. – 1926. – № 8.

15. Миненко К. Некоторые наблюдения по пучению грунта подземных шахт и борьбе с ним / К. Миненко // Машиностроитель. – 1926. – № 8.

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

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

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

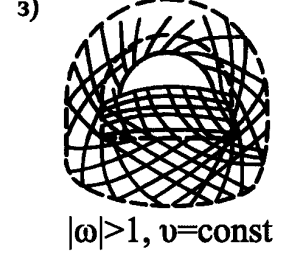
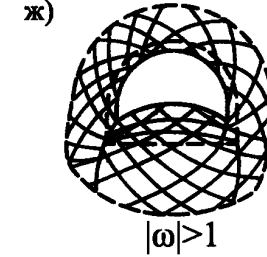
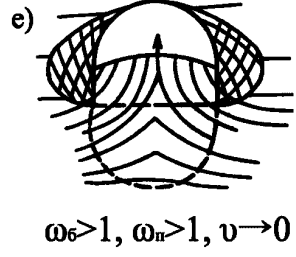
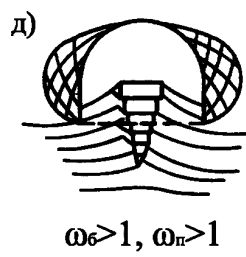
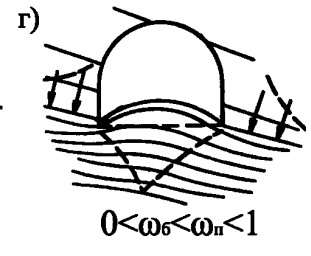
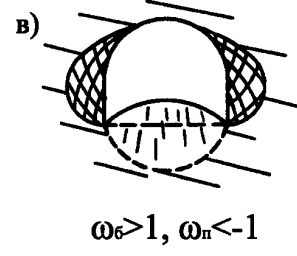
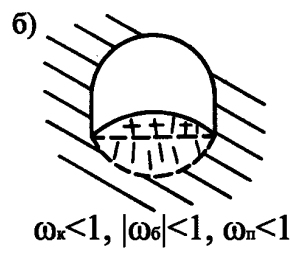
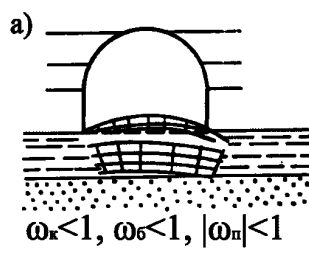
19. Бокий, Б.И. Практический курс по горному искусству. Т. III. Разработка месторождений / Б.И. Бокий – 3-е изд. – М. 1923. – 680 с.

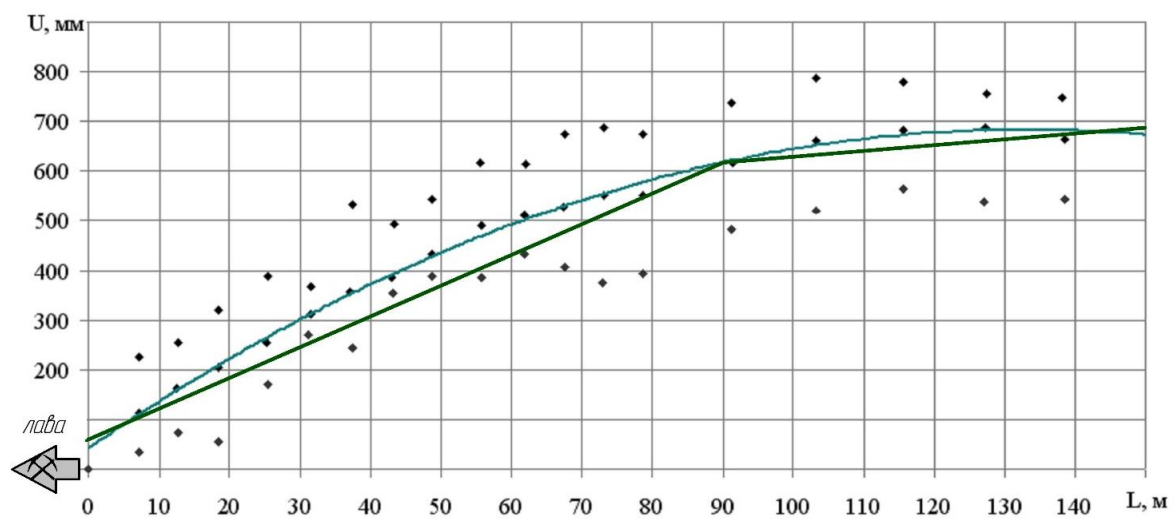
20. Протоdjяконов М.М. Горное давление и горная поддержка. Часть 1. Горное давление / М.М. Протоdjяконов. – М.: Гостехиздат. – 1930. – 93 с.

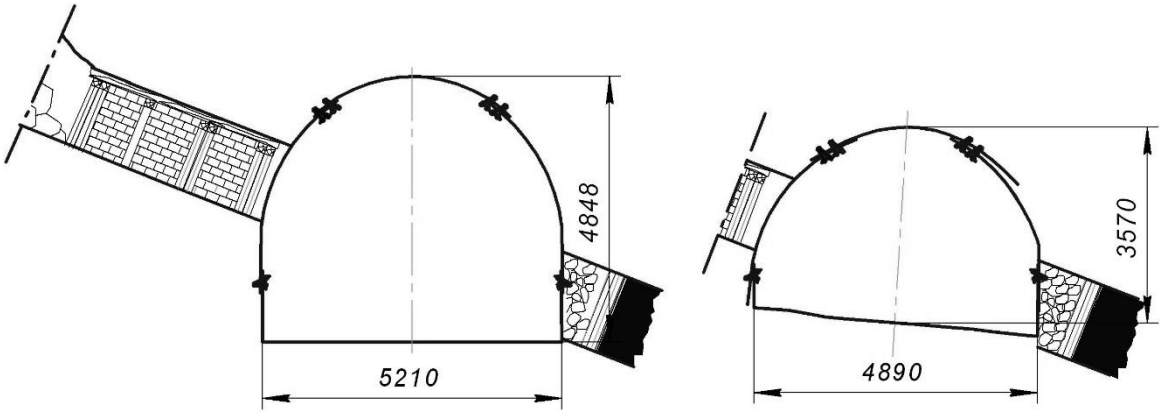
21. Городничев В.М. Пучение пород и меры борьбы с этим явлением / В.М. Городничев. – М.: Центр. Технологический институт информации, 1954. – 130 с.

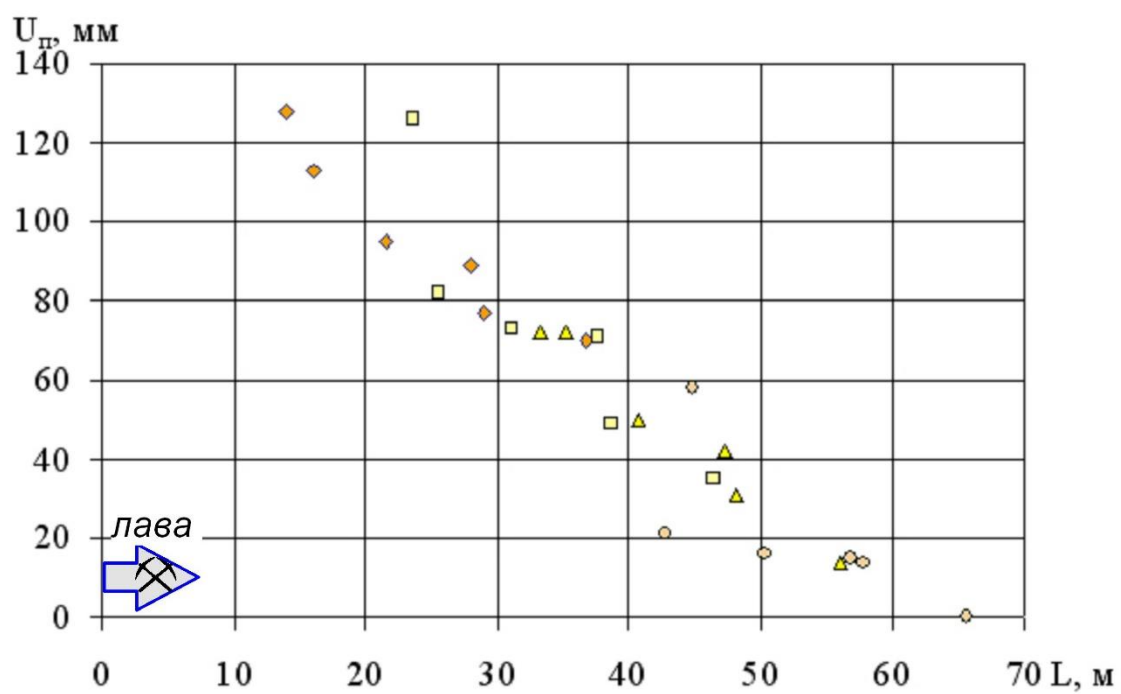
22. Городничев В.М. Современные методы борьбы с пучением горных пород / В.М. Городничев. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 100 с.
23. Гурдус А.В. Исследование причин разбухания пород угольной формации Донбасса и мер борьбы с этим явлением / А.В. Гурдус. – Харьков: Гос. научно-техническое издательство, 1933. – 85 с.
24. Заславский Ю.З. Расчет смещений грунта при раскопках, расположенных в слоистом горном массиве / Ю.З. Заславский, В.П. Киндур // Проектирование и строительство горнодобывающих предприятий. – 1970. – № 2. – С. 51-53.
25. Глушко В.Т. Измерения горного давления на кольцеобразные жесткие и податливые 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 сильнопучинистых 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 разработке угольных месторождений / М.В. Сыроватко. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу, 1960. – 499 с.
31. Покровский Н.М. Ведение горных работ / Н.М. Покровский. – М.: Углетехиздат, 1954. – 832 с.
32. Леонов П.В. Пучение подугольных глин и мероприятия по увеличению срока службы крепи при разработке шахт Нелидовского месторождения / П.В. Леонов Н.В. Лифтеры // Вопросы

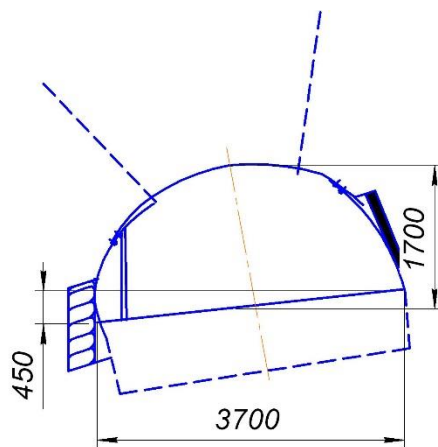
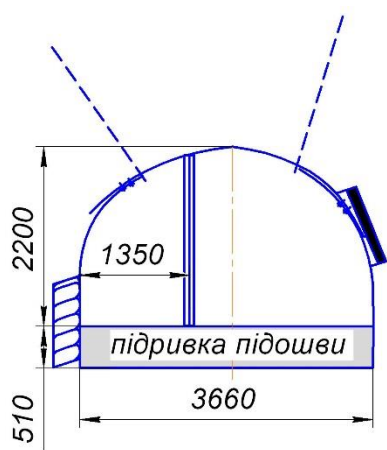
ДОДАТКИ











Спосіб забезпечення стійкості підшви гірничих виробок
в зоні повторного порушення рівноважного стану.



*Механізм реалізації способу забезпечення стійкості підшви гірничих
виробок за рахунок створення локально укріплених зон*

1 – зона зруйнованого порід; 2 – укріплена зона; 3 – область підвісу ЗЗП при
порушенні напружено деформованого стану; 4 – первинна виробка; 5 – «створо» – клина

