

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет «Гірничий»

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Розробка родовищ корисних копалин»

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ / Єфремов І.О./

“ _____ ” _____ 2021 року

Випускна кваліфікаційна робота

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Вибір та обґрунтування охорони підготовчих виробок на етапі їх проведення в умовах ПрАТ “Шахтоуправління “Покровське”

Виконав: студент 2 курсу, групи РККзм-19

напряму підготовки (спеціальності) 184 «Гірництво», спеціалізація «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Малій Олександр Григорович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доц., к.т.н., Негрій Т.О.

(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент Малій О.Г. _____

(підпис)

Покровськ – 2021

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет Гірничий

Кафедра Розробка родовищ корисних копалин

Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр

Спеціальність 184 «Гірництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / Єфремов І.О./

“ ____ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

Малія Олександра Григоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вибір та обґрунтування охорони підготовчих виробок на етапі їх проведення в умовах ПрАТ “Шахтоуправління “Покровське”

керівник роботи Негрій Тетяна Олександрівна, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом № _____ від “ ____ ” _____ 2021 року

2. Строк подання студентом роботи 07 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити:

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШАХТУ; 2. ДОСВІД ПІДТРИМАННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК В УМОВАХ ПЛАСТА d₄; 3. ПРОГНОЗ ЗМІЩЕНЬ ПОРІД КОНТУРУ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ПІДТРИМАННЯ; 4. АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ЕТАПІ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ; 5. ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СВЕРДЛОВИННОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ В УМОВАХ ПЛАСТА d₄

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. СХЕМА ШАХТНОГО ПОЛЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ГІРНИЧИХ РОБІТ; 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВЕДЕННЯ ОЧИСНИХ РОБІТ; 3, 4, 5. ДОСВІД ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК; 6, 7, 8. АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК; 9. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ЕТАПІ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18 лютого 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ n/n	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШАХТУ	03.03.21	виконано
2	ДОСВІД ПІДТРИМАННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК В УМОВАХ ПЛАСТА d ₄	10.03.21	виконано
3	ПРОГНОЗ ЗМІЩЕНЬ ПОРІД КОНТУРУ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ПІДТРИМАННЯ	31.03.21	виконано
4	АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ЕТАПІ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ	12.04.21	виконано
5	ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СВЕРДЛОВИННОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ В УМОВАХ ПЛАСТА d ₄	26.04.21	виконано
6	Оформлення роботи і підготовка до захисту	29.04.21	виконано

Студент

_____ Малій О.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Негрій Т.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Малій О.Г. Вибір та обґрунтування охорони підготовчих виробок на етапі їх проведення в умовах ПрАТ «Шахтоуправління «Покровське» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 184 «Гірництво» (спеціалізація «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»). – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

Здійснено аналіз умов відпрацювання пласта d₄ «Шахтоуправління «Покровське». Зроблено висновки про те, що технологічна схема шахти є сучасною та необхідно розглянути окремо питання підтримання підготовчих виробок.

Вивчено досвід підтримання підготовчих виробок в умовах підприємства. Встановлено, що на підприємстві використовуються сучасні рішення щодо охорони виробок позаду лави та на її сполученнях. Та є необхідність вивчення причин порушення стійкості виробки на різних етапах її підтримання та впровадження заходів на кожному з цих етапів. Зокрема, на етапі проведення виробки.

Прогноз зміщень порід на контурі виробки, що знаходиться на глибині 1250 м, показав, що зсуви будуть суттєвими. Найбільшу частку мають зміщення підшви. Аналіз існуючих заходів охорони дозволив пропонувати у таких умовах вибухощільне розвантаження та розвантаження свердловинами. При неможливості повністю усунути зміщення треба здійснювати підривку підшви спеціальною машиною.

Вибухощільне розвантаження має тимчасовий ефект до змикання щільності, тому запропоноване свердловинне, для якого визначено параметри в умовах конвеєрного пластового штреку гор.1250 м. На основі розрахунків було запропоновано паспорт проведення й охорони виробки.

Ключові слова: умови, підтримання, охорона виробки, зміщення, розвантаження, параметри.

ABSTRACT

Maliy O.G. Selection and substantiation of protection of preparatory workings at the stage of their carrying out in the conditions of "Shakhtoupravlenie Pokrovske" / Final qualification work for obtaining the educational degree" Master "in specialty 184" Mining "(specialization" Development of deposits and mining "). - DonNTU, Pokrovsk, 2021.

The analysis of working conditions of seam d₄ "Shakhtoupravlenie Pokrovske" is carried out. It is concluded that the technological scheme of the mine is modern and it is necessary to consider separately the issue of maintenance of preparatory workings.

The experience of maintenance of preparatory workings in the conditions of the enterprise is studied. It is established that the company uses modern solutions for the protection of workings behind the lava and its connections. But there is a need to study the causes of violations of the stability of production at different stages of its maintenance and implementation of measures at each of these stages. In particular, at the stage of production.

The forecast of rock displacements on the development contour, located at a depth of 1250 m, showed that the shifts will be significant. Sole displacements have the largest share. The analysis of the existing protection measures allowed to offer in such conditions explosive unloading and unloading by wells. If it is impossible to completely eliminate the displacement, the sole must be blown up by a special machine.

Explosive unloading has a temporary effect before the closure of the gap, so the proposed borehole, for which the parameters are determined in the conditions of the conveyor formation of the mountains. 1250 m. On the basis of calculations the passport of carrying out and protection of working out was offered.

Keywords: conditions, maintenance, protection of production, displacement, unloading, parameters.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШАХТУ	8
1.1 Геологія родовища (характеристика вугільних пластів, межі і розміри шахтного поля)	8
1.2 Розкриття і підготовка шахтного поля	16
1.3 Очисні і підготовчі роботи	19
1.4 Вентиляція	21
1.5 Висновки за розділом 1	24
2 ДОСВІД ПІДТРИМАННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК В УМОВАХ ПЛАСТА d_4	26
3 ПРОГНОЗ ЗМІЩЕНЬ ПОРІД КОНТУРУ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ПІДТРИМАННЯ	51
4 АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ЕТАПІ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ	61
5 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СВЕРДЛОВИННОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ В УМОВАХ ПЛАСТА d_4	82
ВИСНОВКИ	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	100

ВСТУП

У зв'язку з тенденцією збільшення навантажень на очисні вибої вугільних шахт і зростанням концентрації гірничих робіт актуальною є проблема охорони підготовчих виробок та забезпечення їх безремонтного стану на кожному етапі їх підтримання.

Тому метою роботи є вибір та обґрунтування охорони підготовчих виробок на етапі їх проведення в умовах “Шахтоуправління “Покровське”.

Ідея роботи: полягає у визначенні зміщень порід на контурі підготовчої виробки для кожного етапу її підтримання з метою вибору доцільного способу її охорони.

Об'єкт дослідження: стійкість підготовчих виробок.

Предмет дослідження: підготовча виробка.

Задачі дослідження:

- аналіз гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов відпрацювання пласту d₄;
- прогноз зміщень порід на контурі підготовчої виробки для кожного етапу її підтримання;
- аналіз способів охорони підготовчих виробок;
- вибір та обґрунтування способу охорони підготовчої виробки на етапі їх проведення в умовах “Шахтоуправління “Покровське”.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень: отримані результати ґрунтуються на апробованих методиках розрахунків.

Практичне значення: результати роботи можуть бути використані при плануванні робіт в умовах «Шахтоуправління «Покровське».

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШАХТУ

1.1 Геологія родовища (характеристика вугільних пластів, межі і розміри шахтного поля)

Будівництво шахти «Червоноармійська-Західна № 1» (ПрАТ «ШУ «Покровське») здійснювалося з 1974 року відповідно до технічного проекту будівництва, розробленого інститутом «Донгіпрошахт» в 1972 році і затвердженим постановою колегії Міністерства вугільної промисловості СРСР від 31.08.72 №58 / 50. У зв'язку з уточненням в ході будівництва гірничо-геологічних умов відпрацювання запасів, введенням в дію за період 1974-1985 роки ряду нових правил безпеки і директивних документів з проектування та будівництва вугільних шахт, інститутом був скоректований технічний проект будівництва шахти і затверджений постановою Мінвуглепрому СРСР від 30.01.87 №12-50 / 71 за погодженням з Держбудом і Держпланом СРСР.

Скоригованим технічним проектом будівництва шахти (1986р.) Введення шахти в експлуатацію загальною потужністю 2100 тис. тон вугілля на рік передбачався двома пусковими комплексами: перший потужністю 1500 тис. тон з одночасною роботою чотирьох лав в блоках №6 і №4 в 1990 році, другий - потужністю 600 тис. т в складі додатково двох лав в блоках №2 і №3 намічалось ввести в 1994 році. Перший пусковий комплекс введений в експлуатацію в терміни, передбачені проектом в грудні 1990 року виробничою потужністю 1.5 монет на рік.

Ділянка "Шахтоуправління "Покровське" розташована в Вовчанському підрайоні Південно-Донбаського вугленосного району. За адміністративним поділом він відноситься до Червоноармійському району, Донецької області, Україна. У гірничопромисловому відношенні ділянка підпорядкована "Шахтоуправлінню" Покровське ".

В геоморфологічному відношенні ділянка "Шахтоуправління "Покровське" являє собою рівнинну місцевість, має загальний невеликий ухил в південно-західному напрямку в бік течії річки Солоної.

Межами шахтного поля є:

- По повстання – Криворізько - Павловський скид;
- По падінню - Котлинський насув;
- По простяганню - скид № 6 і умовна лінія, яка продовжує його до Криворізько - Павлівського скиду, на півдні - умовна лінія, що проходить через свердловини № 2184 і лінію відклинювання пласта.

Розміри шахтного поля:

- По простяганню - 16 км;
- По падінню - 6 км.

Балансові запаси вугілля на момент початку ведення робіт по шахті затверджені протоколом № 225 ТЕС ПО "Укрвуглегеологія" від 20 грудня 1985 року й становлять 131 389 тис.т вугілля, в тому числі категорій А + В = 76617 тис. т або 50%, категорії А = 26311 тис. т або 20%, що відповідає вимогам нормативних документів.

Поле шахти складено породами нижнього карбону юрського ярусу, представленого свитами С14 і С20, покритими молодшими утвореннями третинного (неогенового) і четвертинного віку.

Четвертинні поклади поширені суцільним покровом і представлені суглинками і глинами з вапняними стягненнями і сланцями залізнення. Потужність четвертинних покладів змінюється від 0 до 59 м, переважно 20-30 м. Четвертинні поклади перекриті ґрунтовим шаром 0,30 - 0,70 м.

Поклади неогенового віку на більшій частині площі представлені тонкозернистим пісками від 0 до 38 м., переважно 15 - 25 м. В нижній частині піски обводнені і здатні до опливу. Вище пісків подібно сланцям залягають сарматські суглинки і глини. Потужність сарматських покладів 4-11 м.

Поклади нижнього карбону свити C_1^4 представлені від вапняку D_4 (Петропавлівського) до вапняку E_1 і складені пластами пісковиків, які прямують сланців піщаних і сланців глинистих, що вміщують вугільні пласти; переважають піщані сланці і пісковики. Вапнякові пласти в підшві містяться до 21 - 27 вугільних прошарків. За загальним літологічним характером вся товщина досить однотипна. Лише в інтервалі вапняків майже немає вугільних пластів, а в нижній частині відсутні потужні товщі пісковиків. Горизонтами, маркованими свитами, служать вапняки D_1 , D_1^{2n} , $D_1^{2в}$, $D_1^{5в}$, $D_{2и}$, $D_{оз}$.

Свита C_3 розкрита не повністю від вапняку E_1 по E_2 і представлена піщаними сланцями, рідше глинистими пісковиками, вапняками і вугіллям.

У цій товщі вугільні прошарки малопотужні і невитримані як по потужності, так і по поширенню. Переважають в підшві піщанисті породи - піщані сланці і пісковики.

В тектонічному відношенні полі шахти розташоване в центральній частині геолого-промислового району між Котлинський насувом на сході і Криворізько-Павловським скидом – на заході. Площа ділянки є дуже пологою антиклінальна складка, витягнута вздовж Криворізько-Павлівського скиду майже в меридіанному напрямку.

Внаслідок підняття і занурення складки антикліналей розпадаються на більш дрібні куполоподібні структури. Крила складки характеризуються пологим падінням.

Дрібні тектонічні порушення послаблюють стійкість покрівлі і підшви, сприяють засміченню вугілля побічними породами.

Промислова вугленосність на поле шахти пов'язана з відкладенням свит C_1^4 і C_1^5 нижнього карбону. З 27 вугільних прошарків, що знаходяться в цьому полі, тільки один пласт d_4 має витриману робочу потужність на всьому шахтному полі. На окремих незначних ділянках робочої потужності досягає пласт d_6^1 (невитриманий). Потужність інших прошарків не

перевищує 0,40 м. Пласт d_4 характеризується простою і складною будовою. Загальна потужність пласта коливається від 0,75 до 1,90 м, зрідка до 2,00. Зменшення потужності пласта відбувається в північному напрямку поступово, в південному - різко. Характерна потужність пласта для північної половини поля - 0,90 м, для південної - 1,50 м.

Проста будова пласта відзначається в північно - східній частині шахтного поля. Потужність вугільної пачки тут змінюється від 0,75 до 1,60 м.

У західній і південній частинах поля пласт складається з двох пачок. Потужність верхньої пачки змінюється від 1,00 м до 1,40 м, нижньої - від 0,05 до 0,55 м. Нижня зольна частина складається з тонкого прошарку вугілля і глинистого сланцю. На окремих ділянках кількість глинистих прошарків настільки велике, що нижня пачка з-за високої зольності втрачає промислове значення. Місцями потужність окремих прошарків сланцю в купі зростає від 0,03 до 0,04 м, розщеплюючи пласт на дві, рідше на три і чотири вугільні пачки: верхньої потужністю 0,55-1,65 м, середньої - 0,10 - 0,20 м і нижній - 0,10 - 0,35 м. У західній частині поля також спостерігаються різкі коливання не тільки потужності, але і будови пласта на досить коротких відстанях (300-500 м). пласт d_1^6 залягає в 220-230 м пласту d_4 . Робочої потужності пласт досягає на невеликих відокремлених площах і промислового значення не має.

Вугілля пласта d_4 є коксівним, марки ГР і частково ОС. На всій площі поля вугілля містить мало сірки, в середньому 0,8%. Зольність пласта коливається і поступово збільшується від центру до периферії.

Як і зольність, збагаченність вугілля на площі шахтного поля неоднакова. У західній і південно-західній частинах, де пласт складається з різних за якістю пачок, зольність вугілля коливається від 16 до 29%. За даними досліджень, вугілля має важку і дуже важку збагаченність. У центральній частині поля, де вугілля пласта однорідне і зольність його не

перевищує 8%, збагаченість вугілля легка. Вугілля шахти є цінною сировиною для коксування.

Підземні води на полі шахти відносяться до відкладів четвертинного і неогенового віку, а також кам'яновугільного.

Четвертинний водоносний горизонт - "верховодка" поширений на вододілах і в знижених частинах рельєфу - долинах річок і великих балок, що відносяться до пісочних прошарків суглинків і глин.

Рівень "верховодки" - непостійний і схильний до різких коливань в залежності від гідрометеорологічних умов.

Води сильно мінералізовані (сухий залишок складає 4-5 г / л), тверді (загальна жорсткість становить 25-32 ммоль / дм³).

За даними геологічної розвідки очікуваний приплив води в шахту складе 400 м³/год при повному розвитку гірничих робіт.

Гідрогеологічні умови пласта d₄ в цілому складні. Причому найбільш тривалі припливи, як показали спостереження, будуть з пісковиків.

Крім проривів з окремих водоносних горизонтів на поле шахти, можливі прориви води з зон тектонічних порушень. Прориви води матимуть короткочасний характер від декількох годин до декількох тижнів. Величина прориву води в шахту складе 80 м³/год. Згодом прориви будуть зменшуватися до незначних, в зв'язку з цим при підході гірничих виробок до тектонічних порушень слід проводити попереднє буріння.

За хімічним складом підземні води до глибини 200 м відносяться до хлорид-сульфато-кальцієвого типу з мінералізацією 1,9-3,3 г/л, лужні і слаболужні рН-8, 3,5-7,7. Загальна жорсткість змінюється від 20 до 32,94 ммоль/дм³. Всі води спінюються і при кип'ятінні відкладають велику кількість котельного осаду.

Основні відомості про пласти і їх бічні породи, які розробляє шахта, наведені в таблицях 1.1 і 1.2

Таблиця 1.1 – Основні параметри пласта d₄

Найменування показника	Пласт d ₄
Потужність пласта, м	0,6-2,0
Будова пласта	проста, складна (західна і південна частини шахтного поля)
Кут падіння, град	2 - 6
Марка вугілля	К
Щільність вугілля, т / м ³	1,33 – 1,35
Природна зольність, %	9-34
Газоносність, м ³ / т.д.б.м.	10-20
Виділення пилу, г / т	12
Схильність вугільного пилу до вибуху	схильний
Зміст води, %	2,8-3,2
Вміст сірки, %	0,8
Вихід летючих, %	30-32,4
Теплота згоряння, ккал	8150-8350
Потужність вугілля	1,5
Схильність до самозаймання	Ні, крім зон геологічних порушень
Небезпека за раптовими викидами вугілля і газу	Вище ізогіпс 593 м -загрозливий за викидами, нижче - небезпечний
Небезпека по гірським ударам	безпечний

Таблиця 1.2 – Характеристика порід, що вміщують пласт d₄

Назва показника	Характеристика порід
Породи безпосередньої покрівлі	
Літологічний склад	алевроліт
Потужність порід, м	4,0-10,15
Міцність порід	f = 4,57-12,02

Продовження табл. 1.2

Назва показника	Характеристика порід
Категорія стійкості	Б ₃ , Б ₄ - малостійкі, середньої стійкості
Породи основної покрівлі	
Літологічний склад	пісковик
Потужність порід, м	0,0-3,0
Міцність порід	f = 3,42-6,34
Категорія по обваленню	A ₂ – середньообвалюванні
Породи безпосередньої підосви	
Літологічний склад	алевроліт
Потужність порід, м	0,0-1,40
Міцність порід	f = 3,2-4,1
Породи основної підосви	
Літологічний склад	пісковик
Потужність порід, м	5,10-29,40
Міцність порід	f = 5,0-8,6
Категорія стійкості	Схильний до здійснення, П ₂ - малостійкі

Таблиця 1.3 – Розташування зближених пластів щодо розроблюваного пласта d₄

Символ	Свердловина №3665	
	потужність, м	відстань від d ₄ , м
d ₅	0,1	118,5
d ₄ ⁴	0,2	53,3
d ₄ ³	0,15	38,3
d ₄ ²	0,6	27,9
d ₄ ¹	0,35	16,7
d ₄	1,7	-

Таблиця 1.4 – Відомості за діючими очисними вибоями блоку 10

№ п/п	Наименование показателей	Наименование лав													
		1-я южная бл.№10	2-я южная бл.№10	3-я южная бл.№10	4-я южная бл.№10	5-я южная бл.№10	6-я южная бл.№10	7-я южная бл.№10	8-я южная бл.№10	1-я северная бл.№10	2-я северная бл.№10	3-я северная бл.№10	4-я северная бл.№10	5-я северная бл.№10	6-я северная бл.№10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Вынимаемая средняя мощность пласта, ($m_{ср}$), м	1,90	1,96	2,15	2,08	2,24	2,16	2,10	1,70	1,33	1,10	1,14	0,97	1,03	1,17
2.	Угол падения пласта, α , град.	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5
3.	Длина лавы, $l_{ов}$, м	270	300	300	320	300	300	300	300	250	250	250	250	250	250
4.	Минимальная площадь поперечного сечения														
	призабойного пространства, $S_{от.пр}$, м ²	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
5.	Площадь сечения вентиляционной выработки	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
	в свету (по проекту), S , м ²														
6.	Длина столба, $L_{ст}$, м	1995,7	2412,10	2600,00	2667	3008,70	3161,1	3200,00	3300,00	1584,2	1959,2	2164,8	2330	2600,00	2800,00
7.	Глубина разработки, H , м	722	741	791	820	820	828	-	-	820	820	860	860	880	880
8.	Качественная характеристика пласта:														
	- выход летучих, V^{def} , %	28,1-29,9	28,3-30,3	27,3-32,4	27,6-32,5	27,0-30,0	27,0-27,9	25,0-29,5	25,0-27,2	26,6-27,7	25,1-27,3	25,5-26,7	24,7-26,4	23,4-25,9	24,2-26,6
	- плотность угля, ρ , т/м ³	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
	- зольность, A , %	7,2-11,0	6,2-9,7	3,5-12,8	5,5-8,4	7,4-11,0	6,9-15,3	3,3-14,4	5,5-12,2	4,9-5,5	7,5-10,7	3,2-6,8	3,5-4	3,6-7,5	3,2-8,2
	- влажность, W , %	2,7-3,2	2,7-3,2	2,7-3,2	2,7-3,2	2,5-3,0	2,5-3,0	1,9-2,9	1,9-2,9	2,7-3,2	2,7-3,2	2,7-3,0	2,5-3,0	2,5-3,0	1,9-2,9
	- природная газоносность, X , м ³ /т с.б.м.	8,7-21,2	10,0-13,9	9,7-14,2	12,1-14,2	12,0-14,0	10,0-14,2	12,5-15,0	12,5-19,6	13,0-20,0	13,5-22,3	13,4-24,2	12,2-16,8	10,0-17,3	10,8-18,7
9.	Сведения о пластах-спутниках в зоне разгрузки														
	9.1 Количество	6,0	3,0	4,0	6,0	5,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0
	9.2 Общая мощность, м	1,71	0,45	0,85	1,34	1,60	1,45	1,55	1,70	1,31	1,35	1,20	1,20	1,32	1,33
	9.3 Средневзвешенная мощность, м	2,285	0,150	0,210	0,220	0,320	0,240	0,260	0,240	0,260	0,220	0,250	0,190	0,220	0,220

Безпосередня покрівля пласта d_4 представлена газоносним пісковиком $d_4sd_4^1$ потужністю 10,3-25,4 м. На частині виїмкової поля між вугільним пластом d_4 і пісковиком є помилкова покрівля, представлена глинистим сланцем потужністю 7,9 м.

У підосві пласта залягає глинистий сланець потужністю до 0,95 м і пісвик $d_4^1sd_4$ потужністю 6,1-13,2 м.

1.2 Розкриття і підготовка шахтного поля

Шахтне поле розкрите двома центрально - здвоєними стволами - скіповим і клітьового і двома блоковими стволами - повітряподавальним стволом № 1 і вентиляційним стволом № 1. Крім того, на проммайданчику подає повітря стовбура № 2 пройдена вентиляційна свердловина.

Скоригованим проектом будівництва шахти передбачено проходження подає повітря стовбура № 2, на даний час вже пройденого. Його горизонт становить - 815 метрів.

На шахті три основних робочих горизонту - 593 м і 708 м. Горизонт 815 м.

На горизонті 593 м пласт розкритий навколоствольні виробки, на горизонті 708 м - дренажним квершлагом.

Скіповий ствол пройдений до горизонту 708 м. Він служить для видачі вугілля і породи, що виходить струменя повітря з шахти.

Клітьовою ствол служить для спусків - підйому людей, матеріалів і устаткування, подачі свіжого струменя повітря в шахту. Ствол пройдений до горизонту 708 м.

Повітряподавальний ствол № 1 пройдений до горизонту 593 м. Служити для спуску - підйому людей, матеріалів й подачі свіжого струменить повітря в шахту.

Вентиляційній ствол № 1 Призначення для аварійного підйому людей і видачі вихідного струменя повітря, пройдений до горизонту 708 метрів.

Повітряподавальний ствол № 2 служить для спуску - підйому людей, матеріалів, устаткування, подачі свіжого струменя повітря в шахту. Цей ствол пройдено до горизонту 815 метрів.

В існуючих межах підготовка блоку № 10 передбачена панельна. Поле з горизонтом 805 м розділене на бремсбергову та ухилу частини. У бремсберговому полі горизонту 805 м виділена одна одностороння панель, в ухилому полі горизонту 805 м - одна двостороння панель.

Підготовка бремсбергової панелі здійснюється трьома пластовими похилими виробками, що розташовуються в охоронному цілику під залізницю, і фланговими вентиляційними виробками. У ухилій панелі, в центральній її частині, замість трьох похилих виробок за умовами вентиляції передбачаються чотири вироблення, і дві флангові вентиляційні виробки - по одній виробці на кожному крилі панелі.

Порядок відпрацювання шахтного поля - прямий.

Запаси пласта d_4 потужністю більше 1,4 м розташовуються на ділянці овальної форми на всьому протязі шахтного поля в напрямку лінії падіння пласта. Розмір по простяганню цієї ділянки в блоках № 2 і 3 становить в середньому 5300 м, в блоці № 8 - 4300 м, в блоці № 10 - 3500 ... 4000 м. На ділянці «Красноармійський-Західний № 2-3» - 5500 м.

Ділянки з меншою потужністю розміщуються в північній і південній частинах даної площі. У таких гірничо-геологічних умовах ділянки з потужністю пласта понад 1,4 м блоків № 2, 3 і 8, можливі тільки на аналогічних ділянках на початку блоку № 10, а потім і області «Червоноармійський- Західний № 2-3 ».

1.3 Очисні і підготовчі роботи

Система розробки - стовпова по простяганню, блоки 2, 2-3, 5, 8, 10. В блоці 6 система розробки - стовпова по повстанню.

В межах виїмкових полів технологія ведення робіт – безціликова. Конвеєрні виробки повторно використовуються як вентиляційні.

Довжина лав - 240-300 м. Управління покрівлею - повне обвалення.

Механізація очисних робіт при потужності пласта 1,5-2,06 м:

1. механізоване кріплення - ЗКД90Т, MVPO4200, МКЮ
2. комбайни - РКУ13, МВ 12 (450Е), МВ-320
3. конвеєри - СПЦ-230, CZK228

Механізація очисних робіт при потужності пласта 0,8-1,5 м:

1. механізоване кріплення - ДМ, MVPO3200X
2. комбайни - УКД-200/250
3. конвеєри - СП-251, СП-326

Способи охорони і підтримки виробок, що прилягають до очисних вибоїв:

- конвеєрні штреки - проведення в масиві вугілля і підтримка позаду вибою лави для повторного використовуються при відпрацюванні суміжного стовпа. Параметри охорони зберігаються існуючі і уточнюються в процесі ведення очисних робіт;

- подає повітря або вентиляційні (колишні конвеєрні) штреки повторно використовуються і погашаються позаду вибоїв лав.

Кріплення штреків, що прилягають до очисних вибоїв, проводиться металевим аروحним кріпленням у комбінації з анкерним.

Спосіб проведення, механізація підготовчих робіт і доставка на поверхню гірської маси з підготовчих вибоїв:

- проходка підготовчих виробок - вузьким ходом. Спосіб проведення пластових виробок - комбайновий, польових виробок - буропідливний і комбайновий;

- механізація гірничопрорідницьких робіт при комбайновому способі проходки- прорідницькі комбайни типу КСП42, КСП32, П-110, при

буропідривному способі проходки - породонавантажувальні машини типу 2ПНБ2Б, МБП, 1ППМ5;

Перетини виробок приймаються з умови розміщення обладнання, подачі необхідної кількості повітря для провітрювання очисних і підготовчих забоїв і складають 15,5-18,3 м² в світлі до осідання.

Залишення породи в шахті не передбачається.

Роботи в лаві виконуються добовою бригадою. Режим роботи ділянки - безперервний робочий тиждень, у робочих три робочих дні, четвертий вихідний. Протягом доби роботи в лаві ведуться в чотири зміни: одна - ремонтна, три - по видобутку.

Організація робіт в ремонтно-підготовчу зміну.

Для забезпечення нормальної роботи механізованого комплексу щодоби в ремонтну зміну проводиться профілактичний огляд і поточний ремонт усіх машин і механізмів комплексу, ремонт гірничих виробок.

Для виконання ремонтних робіт організовуються ремонтні ланки. З метою відповідальності все обладнання закріплюють за окремими робітниками.

Ведення ремонтних робіт в лаві:

1. Ремонтні роботи проводяться в ремонтно-підготовчу зміну згідно письмовим нарядом, складеним начальником дільниці і під безпосереднім керівництвом технічного нагляду ділянки - механіка або гірничого майстра.

2. У цю зміну проводиться профілактичний огляд і ремонт комбайна, електроапаратури, маслостанції, приводів стрічкових і скребкових конвеєрів, телефонного та освітлювальної мереж, ремонт секцій кріплення, заливки масла в редуктора комбайнів і конвеєрів, заміна зубків на комбайні.

3. Виконавцями ремонтних робіт є електрослюсарі і ГРОВ ділянки. З числа робочих, виділених для виконання ремонтних робіт, призначається старший робітник, найбільш досвідчений, відповідальний за дотримання

Таблиця 1.5 – Графік організації робіт

Професія	Вид робіт	Кількість виконуючих роботи
Організація робіт в I зміну:		
МГВМ	Працюють відповідно до графіка планово-попереджувальних ремонтів.	2
ГРОВ	Роблять профілактичний огляд і поточний ремонт кріплення і гідросистеми комплексу, конвеєра лави і штреку, оформлення верхнього і нижнього сполучення лави, здійснюють постановку підсилюючого кріплення у виробках попереду і за лавою, роботи з охорони виробок. Комплекс робіт з охорони праці.	18
ГРП по РГВ	Погашення тупика виробки	3
ГРП	Зачистка виробки, доставка і видача матеріалів.	4
Робочі зі встановлення анкерів	Буріння шпурів, встановлення анкерів.	2
Електрослюсар	Обслуговування очисного комплексу і електроустаткування ділянки, відкачка води.	11
МПУ	Обслуговування конвеєрів.	3
Організація робіт в II-IV зміну:		
МГВМ	Виймка вугілля і обслуговування комбайна.	2
ГРОВ	Кріплення привибиїного простору, пересування конвеєра лави і штреку, обслуговування кріплення і гідросистеми комплексу оформлення верхнього і нижнього сполучення лави, здійснюють постановку підсилюючого кріплення у виробках попереду і за лавою, роботи з охорони виробок. Комплекс робіт з охорони праці.	12
ГРП по РГВ	Погашення тупика вироблення.	3
ГРП	Зачистка виробки, доставка і видача матеріалів.	2
Робочі зі встановлення анкерів	Буріння шпурів, установка анкерів.	2
Електрослюсар	Обслуговування очисного комплексу і електроустаткування ділянки, відкачка води.	2
МПУ	Обслуговування конвеєрів.	5

технологічного паспорта даного процесу роботи і дає команду на виконання окремих операцій.

Проведення гірничої виробки - комплекс процесів відбивки, транспортування гірської маси, кріплення, вентиляції, нарощування комунікацій, забезпечення просування забою.

Проведення гірничої виробки включає в себе виконання основних і допоміжних виробничих процесів. До основних відносяться відбивка гірської маси, її навантаження і транспортування, кріплення виробки. Допоміжні - доставка матеріалів, нарощування комунікацій.

Проведення всіх підготовчих виробок приймають вузьким забоєм.

Механізація гірничо-прохідницьких робіт:

- при комбайновому способі проходки приймаються комбайни КСП42, КСП32, 2П-110, що дозволяють проводити виробки пластові і породні з міцністю порід до 12 одиниць за шкалою М.М. Протод'яконова. Продуктивність становитиме 02-1,8 м³/хв.

- при буропідривному способі проходки - породонавантажувальні машини типу 2ПНБ2Б, МБП, 1ППМ5.

Перетини гірничих виробок прийняті з умови розміщення обладнання, подачі необхідної кількості повітря для провітрювання очисних і підготовчих забоїв.

1.4 Вентиляція

На головному стволі встановлено два вентилятори типу ВЦД-47, 5У з електродвигунами типу СДСЗ-17-76-12УХЛ4, потужністю по 4000 кВт і розгінними електродвигунами типу АКН2-17-41-16УХЛ4, потужністю по 1250 кВт.

На майданчику вентиляційного стволу № 1 встановлено два вентилятори типу ВЦД-31, 5М з електродвигунами типу АКН2-16-69-10УХЛ4, потужністю 1250 кВт. Близько вентиляційної свердловини

встановлено два вентилятори типу ВЦД-31, 5М з електродвигунами типу СДСЗ-17-41-16УХЛ4, потужністю по 1600 кВт.

Основні дані вентиляторних установках наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Дані вентиляційних установок шахти

Місце встановлення	Кількість повітря, м ³ /с		Депресія, даПа	Тип вентилятора	Кількість вентиляторів в устаткуванні, шт.	
	Розрахункове по шахті	з урахуванням підсосів в надшахтну будівлю			Працюючи x	Резервних
Головний ствол	274,4	324,1	440,0	ВЦД 47,5В	1	1
Вент. ствол	220,0	267,8	329,0	ВЦД 31,5М	1	1
Вент. свердловина	157,6	169,5	449,0	ВЦД 31,5М	1	1

Зберігається всмоктуючий спосіб провітрювання шахти і комбінована схема провітрювання.

Подачу в шахту свіжого повітря передбачається робити по допоміжному і повітроподавальному № 1 стволах. Вихідний вентиляційний потік буде видаватися на поверхню по головному і вентиляційному № 1 стволах і вентиляційній свердловині № 1, а з 2007 року і по скіповому стволі № 2.

Допоміжний ствол використовується для подачі свіжого повітря в гірничі виробки блоків № 2 (північне крило), № 3, № 5 і № 8(центральна панель).

Повітряподавальний ствол № 1 використовується для подачі свіжого повітря в гірничі виробки блоків № 2 і № 6.

Повітряподавальний ствол № 2 використовується для подачі свіжого повітря в гірничі виробки блоків № 8 (південна панель) і № 10.

По головному стволу здійснюється вихід вихідного струменя повітря на поверхню гірничих виробок блоків № 3, № 5 і № 8 (північне крило центральної панелі).

З вентиляційної свердловини № 1 здійснюється вихід вихідного струменя повітря на поверхню гірничих виробок блоків № 2, № 3 та № 6.

По вентиляційному стволі № 1 здійснюється вихід вихідного струменя повітря на поверхню з гірничих виробок блоків № 8 і № 10.

Схема провітрювання виїмкових діляниць - зворотньоточна і прямоточна з видачою вихідного струменя повітря на вироблений простір і відсвіженням виходить з лави струменя повітря.

При схемах провітрювання виїмкових діляниць типу 3 передбачається дегазувати зближені шари і породи покрівлі свердловинами, які пробурених з вентиляційних виробок за очисними вибоями. У виїмкових діляницях, провітрюваних за схемою 1-М, необхідно дегазувати покрівлю свердловинами, які пробурені з вентиляційних виробок попереду очисних вибоїв і здійснюють ізольований відвід метану з виробленого простору підземними газовідсмоктувальним вентиляторами.

За ступенем стійкості провітрювання шахта відноситься до II категорії, що відповідає вимогам «Керівництва з проектування вентиляції».

Для підвищення ефективності та надійності провітрювання виїмкових діляниць, а також для зниження витоків повітря на перетинах свіжого і вихідного потоків, передбачається застосування автоматичних шлюзових пристроїв з металевими вентиляційними блоками типу БВД (транспортним) і БВК (конвеєрним).

Провітрювання підготовчих вибоїв здійснюється вентиляторами місцевого провітрювання типу ВМ6В, ВМЕ2 / 8 і ВМЕ2 / 10 в залежності від довжини тупикового забою в комплекті з вентиляційними прогумованими трубами діаметром 800 ... 1200 мм. Вентиляційні труби -

комбіновані, що складаються з гнучких труб і введених всередину їх поліетиленових рукавів, діаметр вентиляційних труб - 800 ... 1200 мм.

1.5 Висновки за розділом 1.

У результаті аналізу гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов відпрацювання пласту d_4 можна зробити висновки про те, що наявні технологічні рішення задовільняють висунутим проектним показникам. Це дозволяє забезпечувати заплановану виробничу потужність підприємства наявною довжиною фронту очисних робіт та кількістю прохідницьких вибоїв, які дозволяють виконувати план-введення-виведення очисних вибоїв.

Незважаючи на це, не можна казати про відсутність проблем щодо ведення гірничих робіт, оскільки відомими ускладненнями для даного підприємства є забезпечення експлуатаційного стану виробок, зокрема підготовчих, які знаходяться у зоні впливу очисних робіт і потребують ремонтних робіт впродовж терміну підтримання. Для цього необхідно розглянути окремо питання підтримання підготовчих виробок.

2 ДОСВІД ПІДТРИМАННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК В УМОВАХ ПЛАСТА d₄

В умовах «Шахтоуправління «Покровське» здійснюється виймання єдиного вугільного пласта d₄, який в межах шахтного поля змінюється за потужністю. Глибина розробки пласта змінюється у широкому діапазоні. Все це пов'язано з тим, що розміри шахтного поля доволі великі, що потребує відпрацювання шахтного поля з поділом його на блоки.

На даний момент інтенсивно відпрацьовується блок 10 (рис. 2.1), після якого гірничі роботи будуть заглиблюватися нижче на блоки 11-12 (рис. 2.2, 2.3). Це вплине на погіршення гірничо-геологічних умов і ускладнення умов підтримання підготовчих виробок. При цьому потужність пласта коливається від 0,7 до 2,0 м, будова пласта переважно складна, рідше проста.

У безпосередній покрівлі залягають алевроліти і аргіліти (табл. 2.1) потужністю до 12 м, в основний - пісковики потужністю від 8 до 28 м. За обвалюваністю основна покрівля відноситься до середньообвалюваних, безпосередня - стійка і малостійка, місцями нестійка і вельми нестійка. При невеликій потужності шару безпосередньої покрівлі до 0,5 м він дуже нестійкий і відноситься до «помилкової покрівлі».

При веденні робіт зустрічаються мілкоамплітудні порушення, як правило скидного характеру, з амплітудами не більше 1 м.

Пласт небезпечний щодо вибухів вугільного пилу, не схильний до самозаймання.

Кліваж переважно орієнтований по простяганню шахтного поля і напрямками великих тектонічних порушень пласта.

При відпрацюванні блоку 10 по комбінованій системі розробки з повторним використанням дільничних штреків (рис. 2.4) для відпрацювання подальшого стовпа існують проблеми із забезпеченням їх експлуатаційного стану, особливо позаду лав. спостерігаються значні деформації кріплення

виробки на протяжних ділянках і втрата експлуатаційного перетину. Варто відзначити, що збільшенням глибини робіт і погіршення гірничо-геологічних умов виникне необхідність у розгляді ефективних способів охорони виробок в даних умовах.

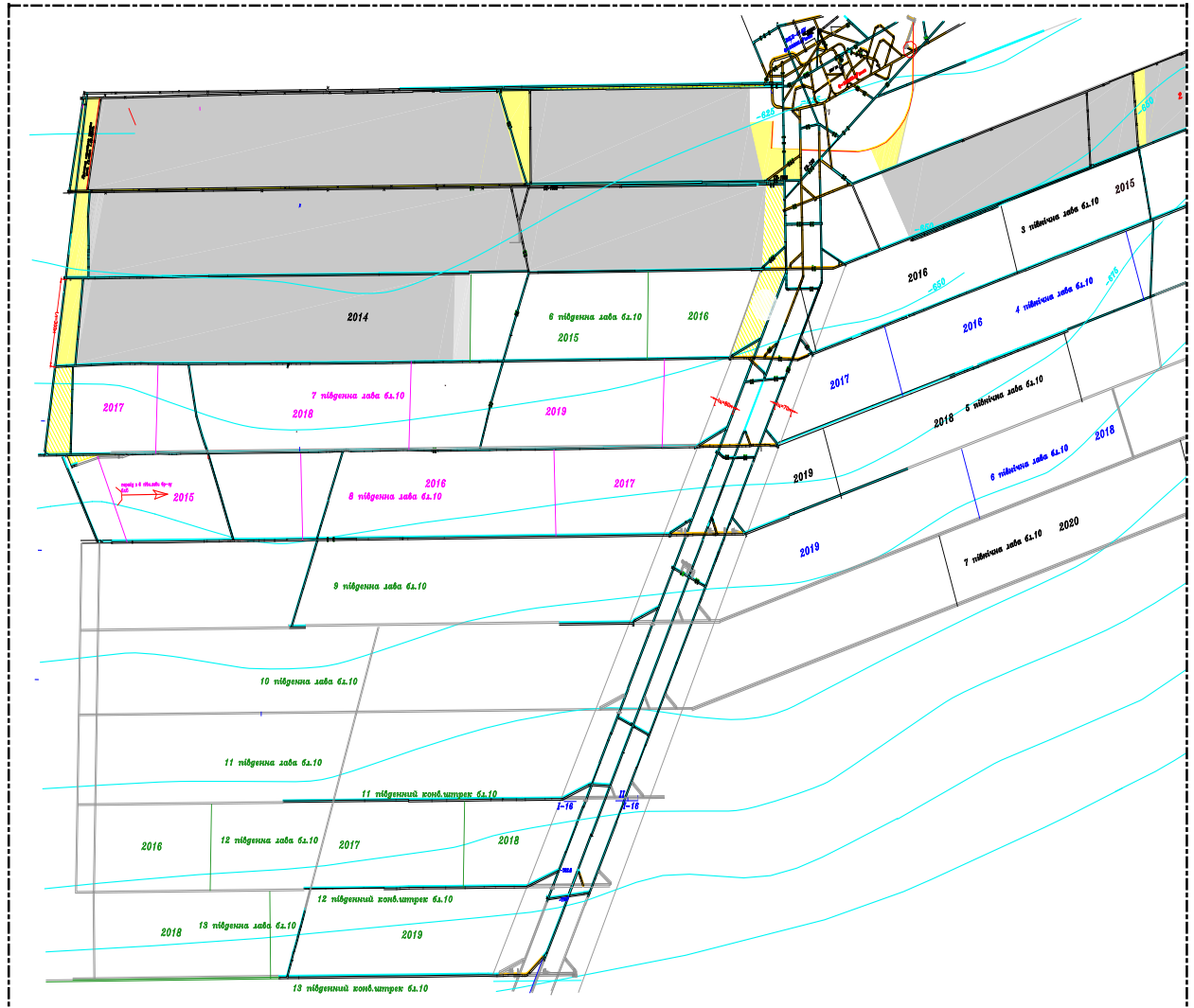


Рисунок 2.1 — Календарний план розвитку гірничих робіт по блоку 10

В умовах виїмкових виробок блоку №10 застосовується металеве арочне кріплення КШПУ-М (шатрова податлива подовжена) (рис. 2.5 -2.6) перетином у світлі $20,3 \text{ м}^2$ (табл. 2.2).

Кріплення КШПУ-М (кріплення шатрове, податливе, подовжене, модернізоване) відрізняється від відомих арочних кріплень збільшенням

висоти за рахунок подовження прямолінійною частини стійок кріплення, що забезпечує компенсацію здимання порід; нахилом стійок кріплення під кутом $80-82^\circ$ до площини підшви виробки для підвищення її відсічі боковому

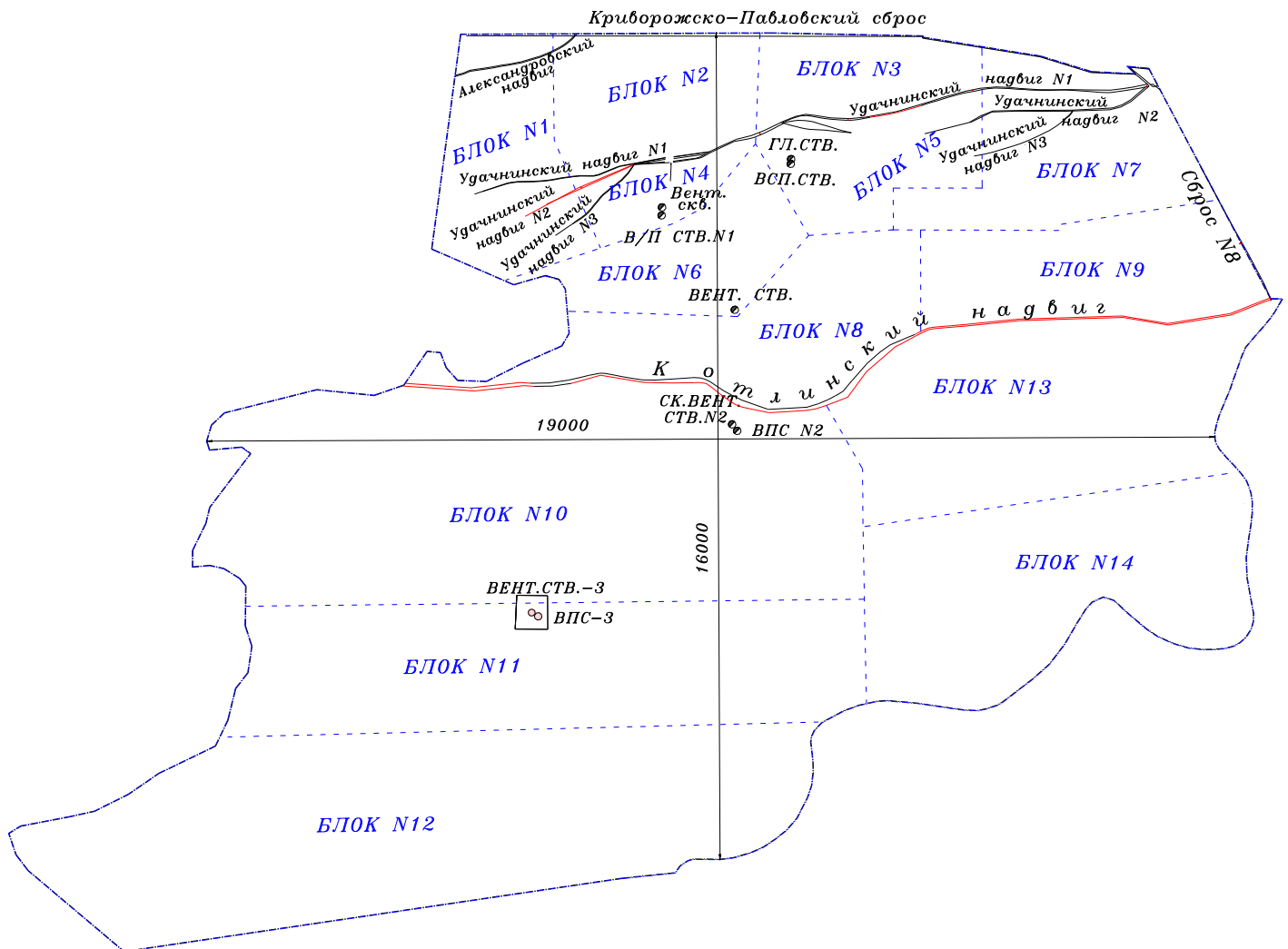


Рисунок 2.2 – Схема шахтного поля

тиску порід; зменшенням довжини і радіусу верхняка з метою зменшення верхнього прольоту і підвищення відсічі тиску з боку порід покрівлі; раціональним ставленням радіусів стійки і верхняка, при якому забезпечується самозапиранням кріплення. Оптимальна форма кріплення і співвідношення параметрів її елементів підвищують ефект аркових,

Рисунок 2.3 – Викопіювання з плану гірничих виробок блоків 11 та 12

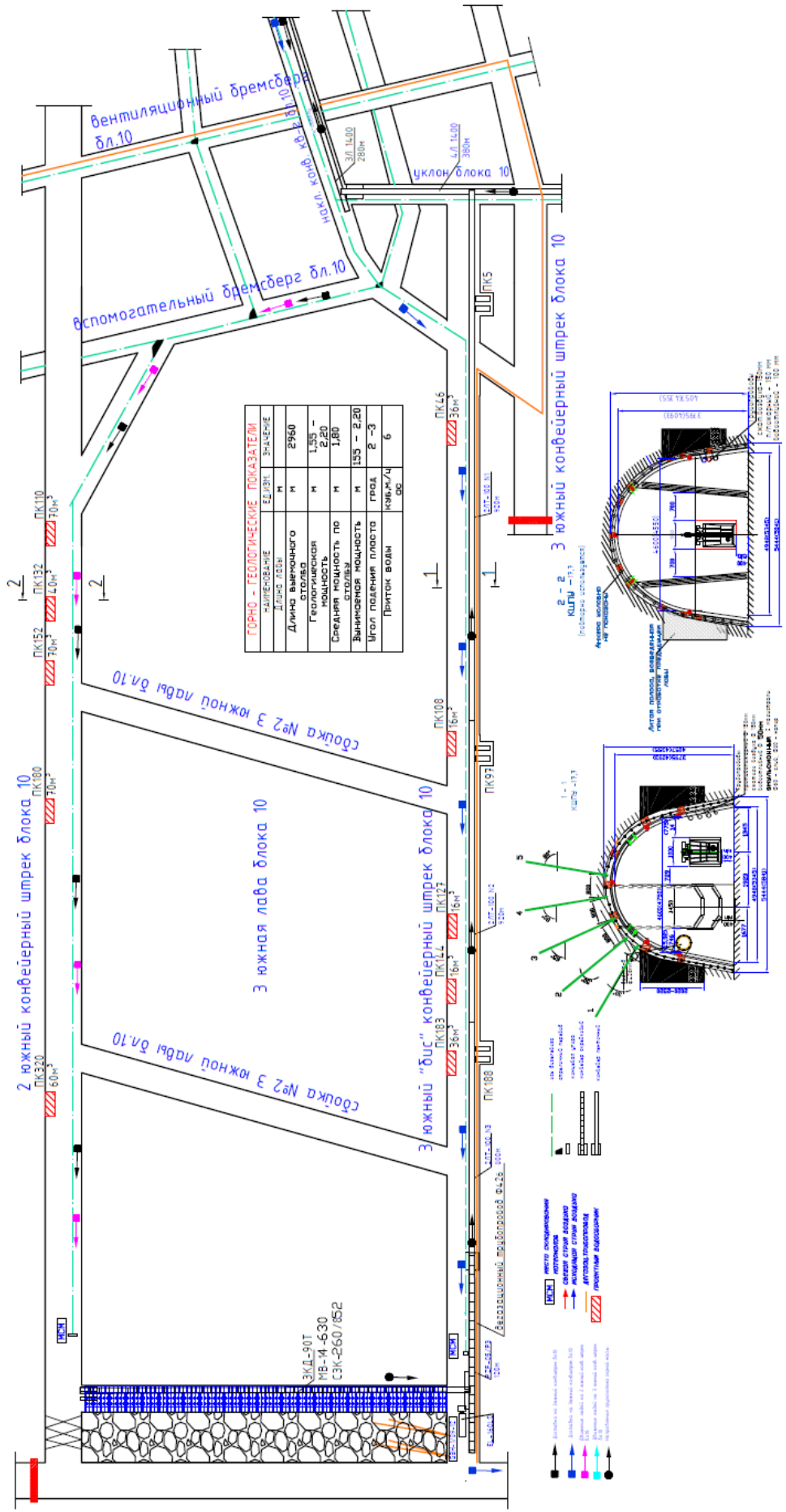


Рисунок 2.4 – Схема комбінованої системи розробки 3 південної лави блоку 10

Таблиця 2.1– Характеристика вміщуючих порід

Найменування (літологічний склад)	Потужність шару, м	Тимчасовий опір стисканню, МПа
Основна покрівля:		
Пісковик	0,4-27	78
Алевроліт	1,0.17,0	50
Аргіліт	1,5.11,7	34
Вапняк	до 0,5	159
Безпосередня покрівля:		
Пісковик	до 8	63
Алевроліт	1,0.17,0	51
Аргіліт	0,1-11	25
Безпосередня підшва:		
Пісковик	0,8-33,5	62
Алевроліт	0,1-20,9	40
Аргіліт	0,1-11,7	25

забезпечуючи залучення в роботу приконтурного масиву шляхом формування навколо виробки консолідованої породної оболонки.

Конструктивна податливість кріплення по замкам - 300 мм, технологічна з урахуванням впровадження стійок в підшва - 600-700 мм. Призначена для умов, коли бічний зсув порід становить 300-400 мм, а величина здирання порід підшви досягає 800 мм. Дуже ефективною при вертикально-бічних зсувах породного масиву. Несуча здатність кріплення в 1,2-1,3 рази вище в порівнянні зі звичайною арочним кріпленням.

З досвіду роботи більшості шахт, які використовують кріплення КШПУ-М, багато хто з них добилися поліпшення техніко-економічних показників в кріпленні і підтримці гірничих виробок. Кріплення має запас площі поперечного перетину, зберігає експлуатаційні параметри

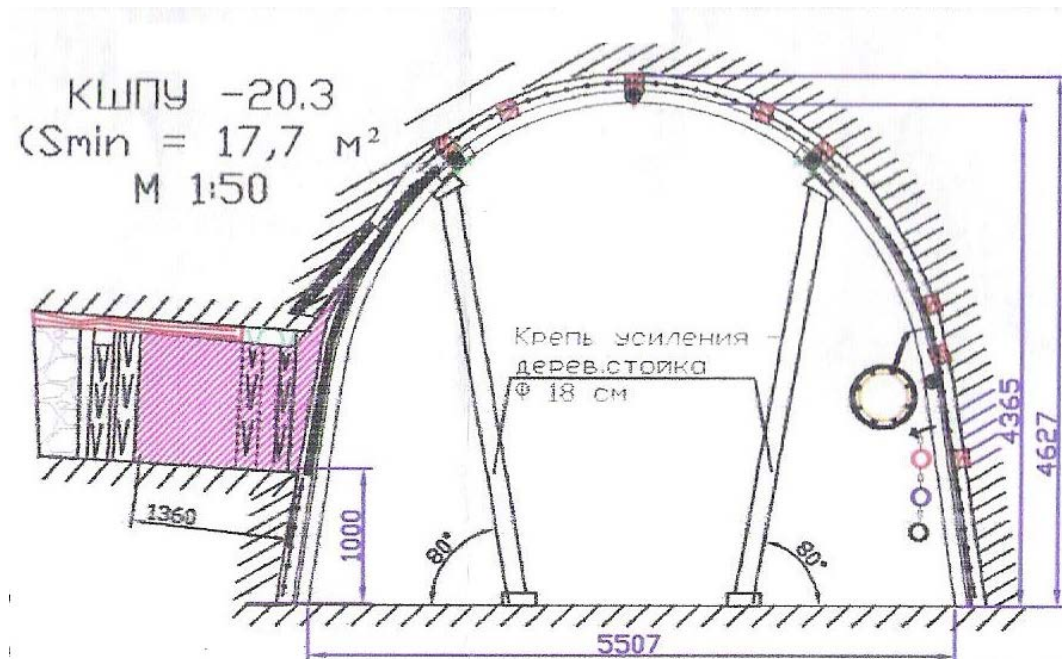
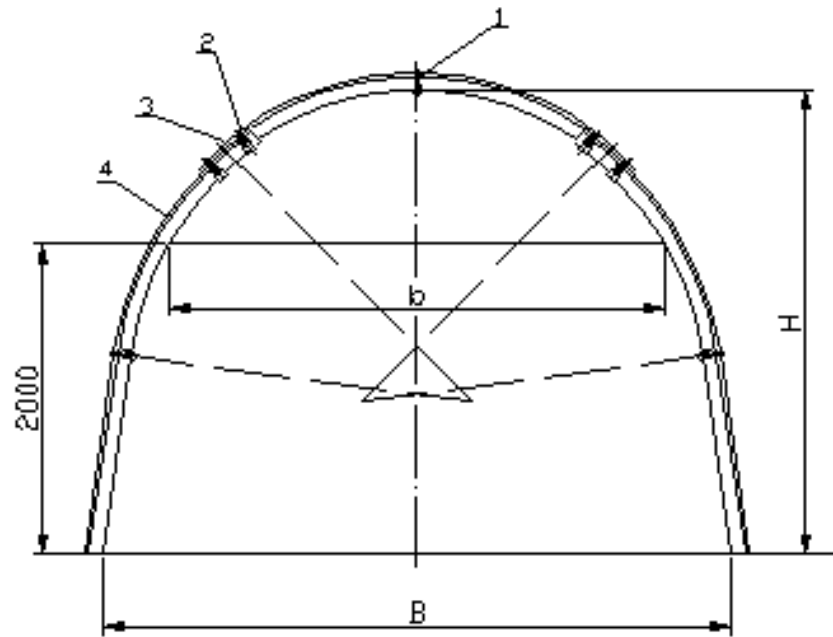


Рисунок 2.5 – Кріплення КШПУ-М, застосовується в умовах пласта d_4 (1-тяжка; 2 - замок; 3 - верхняк; 4 - стійка)



Рисунок 2.6 – Загальний вид кріплення КШПУ

виїмкових штреків на весь термін служби, забезпечує ресурсозбереження та безпеку їх експлуатації. І, як показала практика застосування даного кріплення, вона цілком задовольняє виробничі процеси і вписується в технологічну схему ведення гірничих робіт в блоці №10 по пласту d₄ (рис. 2.7-2.8), тому немає необхідності в її заміні.

Як правило на шахті застосовується спосіб охорони виробок литими смугами. Він є найбільш ефективним, хоча потребує істотних коштів на реалізацію. Як показує досвід роботи [1], при експлуатації 2-й південної лави бремсбергового поля блоку № 5 (рис. 2.9) ця технологія охорони підготовчих виробок показала свою ефективність. Була забезпечена прямоточна схема провітрювання виїмкової ділянки.

Довжина виїмкового стовпа по простяганню становила 1370 м, лави - 310 м. Застосовувався механізований комплекс ЗМКД-90Т з механізованим кріпленням ЗКД-90Т, скребковим конвеєром СЗК і комбайном РКУ-13. Приводні станції були винесені на штреки. Площа поперечного перетину конвеєрного штреку становила 13,7 м², вентиляційного 12,1 м² кріплення - триланкові металеві арки.

Таблиця 2.2- Технічні характеристики кріплення КШПУ

Кіль-ть ланок кріплення	Перетин в світлі, м ²	В, мм	Н, мм	b, мм	Робочій опор на кріплення, кН/арку	Гранична несуча здатність, кН/арку	Тип спецпро-філю	Маса спецпро-філю рами, кг
3	6,5	3204	2553	2150	318	520	СВП 22	170
	7,9	3669	2746	2626	219	447	СВП 22	183
	9,1	3848	2985	3020	209	425	СВП 22	196
	9,5	3873	2990	3037	260	443	СВП 22	198
	10,5	4028	3313	3288	230	451	СВП 22	209
	11,1	4462	3050	3540	250	404	СВП 22	209
		4464	3043	3523	270	550	СВП 27	257
	11,7	4304	3403	3552	250	421	СВП 22	220
		4314	3396	3542		589	СВП 27	271
	12,1	4400	3379	3558	244	403	СВП 22	220
		4407	3370	3546		564	СВП 27	271
	13,7	4928	3438	4235	250	395	СВП 22	232
		4931	3430	4220	270	540	СВП 27	284
	14,4	4644	3812	4000	249	560	СВП 27	298
		4657	3803	3993		670	СВП 33	369
	15,1	5217	3667	4393	268	490	СВП 27	298
		5223	3658	4382		586	СВП 33	369
	17,7	5335	4103	4631	268	490	СВП 27	325
		5345	4093	4624		586	СВП 33	402
	20,3	5707	4464	5137	300	560	СВП 33	436
	25,5	6612	4824	6018	480	675	СВП 33	473
5	25,5	6626	4819	6060	315	680	СВП 33	501

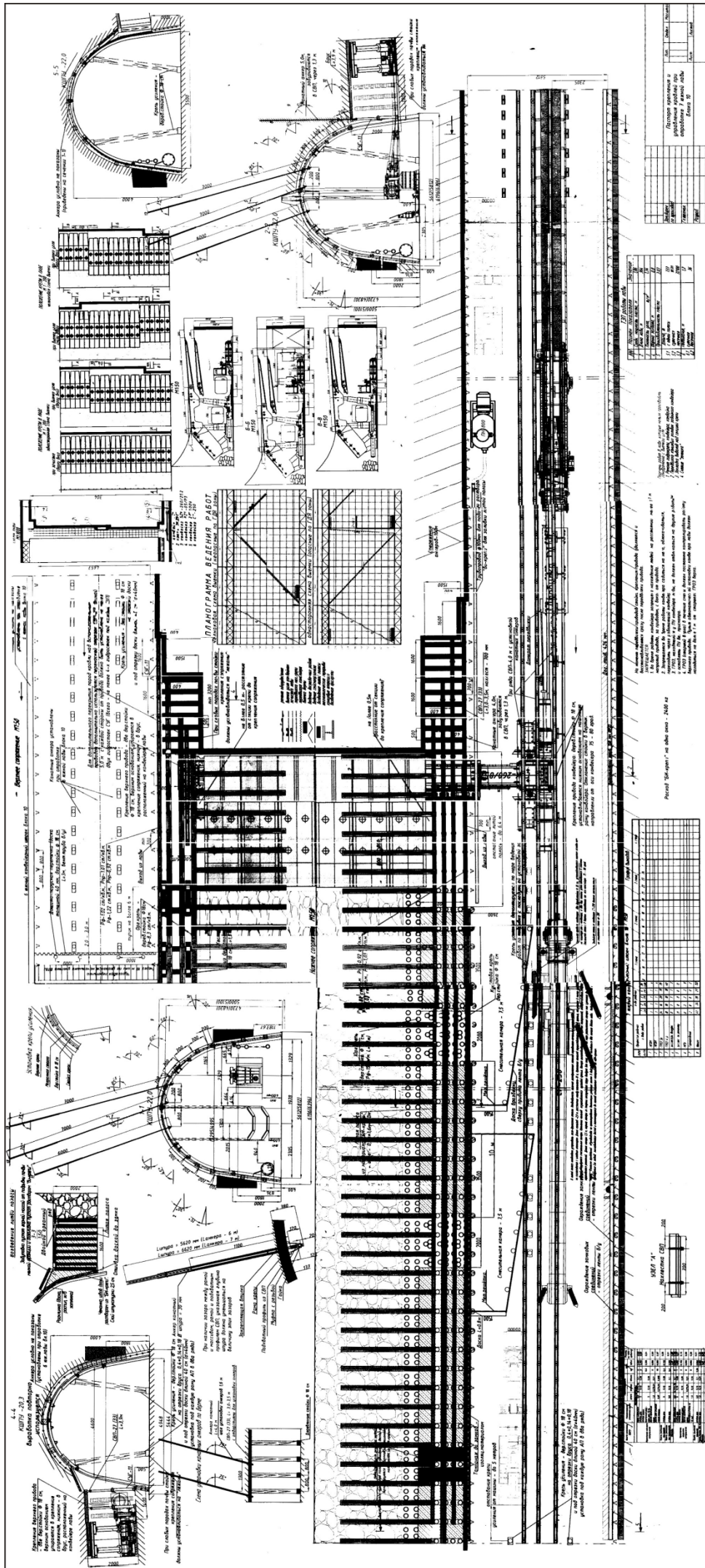


Рисунок 2.8 – Паспорт кріплення і управління покрівлю 7 південної лави блоку 10 «Шахтоуправління» «Покровське»

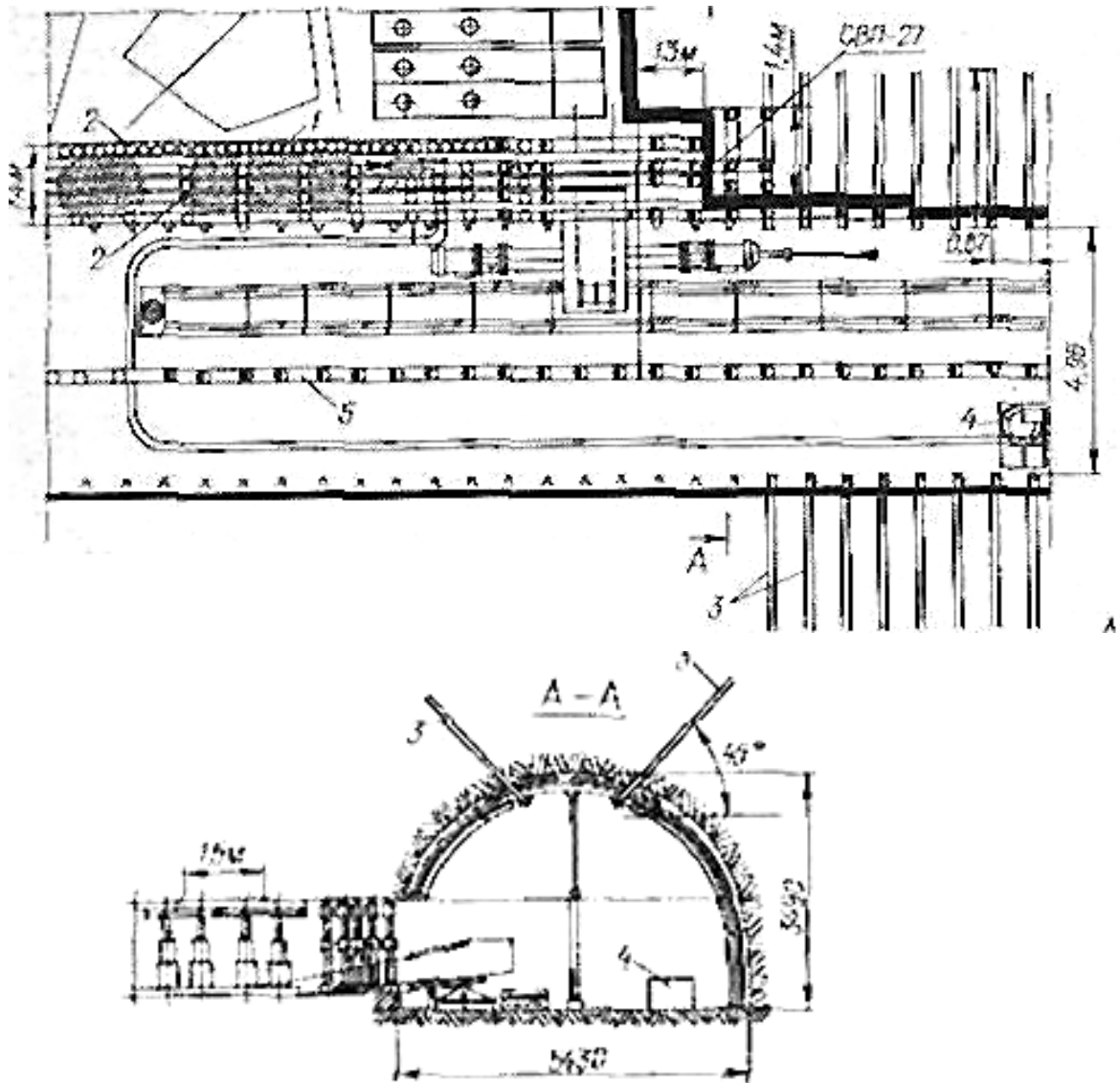


Рисунок 2.10 – Схема зведення литої смуги у конвеєрного штреку з боку виробленого простору: 1 - лита смуга; 2 - органна кріплення; 3 - анкери; 4 - насосний агрегат; 5 - кріплення посилення штреку на протязі 60 м [1]

Це запобігало просіданню верхніх елементів основного кріплення при демонтажі ніжки для пересування конвеєра. Також в штреку встановлюють підсилене кріплення зі стійок ЗВГ-17. Поєднання анкерного кріплення зі стійками ЗВГ-17 з випередженням лави 60 м дозволило підвищити стійкість сполучення лави зі штреком.

Зведення литої смуги включає:

- підвіску петель гнучкою опалубки до стійок органної кріплення;

- засипку (до 25 кг) мінерально-сполучного речовини (цементно-будівельну суміш) в спеціальну установку;
- перемішування мінерально-сполучної речовини з водою;
- подачу за допомогою агрегату "Моноліт 830" і гнучкого шлангу розчину в поліетиленову ємність;
- промивка гнучкого шлангу водою для усунення з нього твердого розчину.

Відставання литої смуги від лави не перевищувало 4-6 м. Лита смуга зводиться за допомогою негроміздкого і зручного обладнання, яке відносно легко встановлювати заново при посуванні лави. По конвеєрному штреку пакети мінерально-сполучної речовини доставлялися монорельсовою дорогою ДМКУ.

Співвідношення води з цементно-будівельною сумішшю становило 1,1: 1. Сполучний розчин транспортувався трубопроводом. Розчин швидко твердів і вже через 2 год. його міцність на одновісний стиск досягала 4-4,5 МПа, через 1-3 дні - 11-16 МПа. При такій технології швидкість посування очисного забою досягає 8 м/добу.

При впровадженні способу охорони литою смугою були отримані такі результати:

- доведена можливість застосування прямоочної схеми провітрювання ділянки на пласті потужністю 1,6-2м;
- забезпечено збільшення навантаження на лаву більше ніж на 500 т/добу .;
- підвищений рівень безпеки гірників;
- забезпечена збереження і працездатність дегазаційних свердловин;
- середня втрата проектної площі поперечного перетину штреку не перевищила 35%;
- підтверджена можливість повторного використання штреку в якості вентиляційного і зменшення витрат на підготовку виїмкового стовпа.

Таким чином, дана технологія охорони штреків дозволила досягти високих показників, тому широко застосовується на підприємстві. Проте, в процесі відпрацювання виїмкових стовпів були складності з застосуванням литої смуги, що потребувало в окремих випадках переходу на охорону дерев'яними вогнищами або в даного способу.

Вдосконалений способу охорони полягає у застосуванні смуг зі змінною жорсткістю або залишення компенсаційних порожнин.

Для охорони 1-го південного конвеєрного штреку блоку 8 (рис. 2.11) споруджувалась жорстка приштрекова смуга із залізобетонних тюбінгів (1,2 м) і мінерально- зв'язуючої суміші (1,6 м) [2]. Також для запобігання розвитку значних деформацій порід покрівлі в конвеєрному штреку застосовувалося анкерне кріплення з металевими анкерами довжиною 2,4 м (рис. 2.12) та 2,7 м. Випередження очисного вибою анкерами було прийняте не менше 100 м [2].

За результатами впровадження таких рішень було досягнуто збільшенням залишкової площі поперечного перетину штреку. Площа поперечного перетину з $15,25 \text{ м}^2$ зменшилася до $11,8 \dots 13,9 \text{ м}^2$. Через 14 міс. експлуатації площа склала $11-11,8 \text{ м}^2$. Поєднання арочного кріплення з анкерами та литою смугою і залізобетонними тюбінгами підвищила стійкість виробок і дала можливість використовувати на шахті комбіновані системи розробки. Та не завжди такі заходи ефективні. Але такі заходи були ефективними при легкообвалюваній покрівлі, при середньообвалюваній експлуатаційний стан не забезпечувався (рис. 2.13) [2]. Також ситуація була у 2-ому конвеєрному штреку південної панелі блоку № 8, де були значні деформації рам, а також руйнування затяжки (рис. 2.14). Тоді у покрівлі залягали важкообвалювані породи.

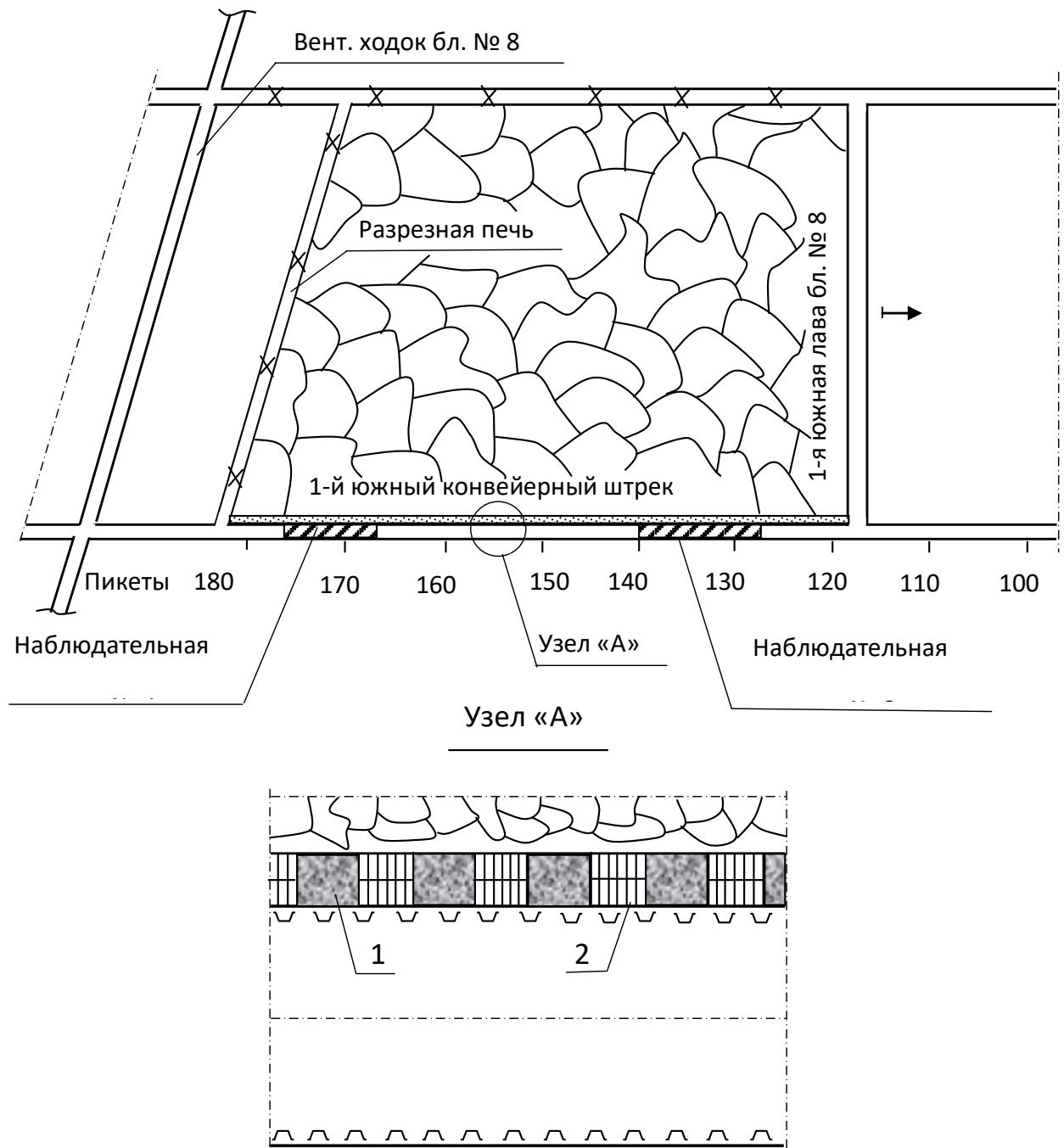


Рисунок 2.11 – Схема охорони 1-го південного конвеєрного штрёку центральної панелі блоку № 8 і закладення станцій спостереження [2]: 1 - лита смуга; 2 - тумби з тубінгів.

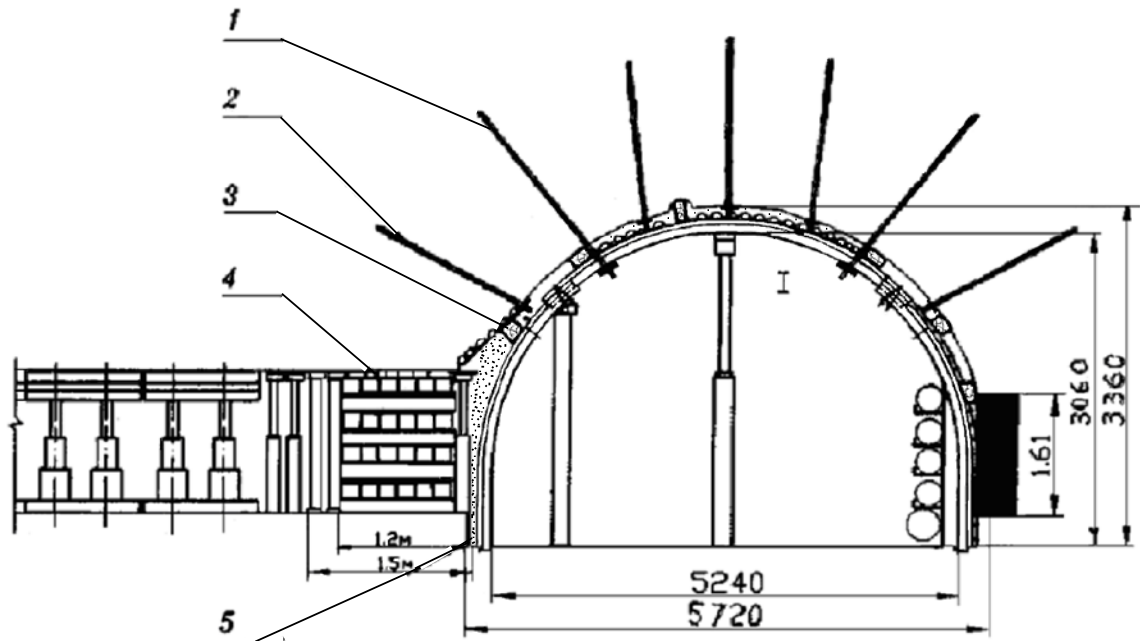


Рисунок 2.12– Схема підтримання виробки: 1 - анкера підхоплення верхняків довжиною 2,7 м; 2 - анкер «лава-штрек» довжиною 2,4 м; 3 - розклинювання, що встановлюються при проходці; 4 - охоронна смуга із залізобетонних тюбінгів і «Бкріплення»; 5 - герметизація виробленого простору гіпсом і глиною [2].

Тому було запропоновано для легкообвалюваної основної покрівлі застосовувати підсилену однорядну литу смугу (рис. 2.15, 2.117, 2.18) [2]. Ця смуга була доповнена двома рядами подвійного органного кріплення з перекриттям ніші, а у складних умовах – застосовувалась дворядна лита смуга з різними за піддатливістю рядами (рис. 2.16, 2.19). Жорстка частина розташовувалась з боку виробленого простору та була відділена від піддатливої рядом органки.

У всіх випадках з використанням литих смуг будь-яких конструкцій додатково використовувались анкерні системи спільно з арковим піддатливим кріпленням.

а)



б)



Рисунок 2.13– Результат дії бокового тиску на раму при легкообвалюваній покрівлі (а) та середньообвалюваній покрівлі (б) у 1- ому північному конвеєрному штреку блоку № 4 [2]



Рисунок 2.14 - Неефективність використання однорядної смуги при важкообвалюваній покрівлі виїмкового штреку [2]

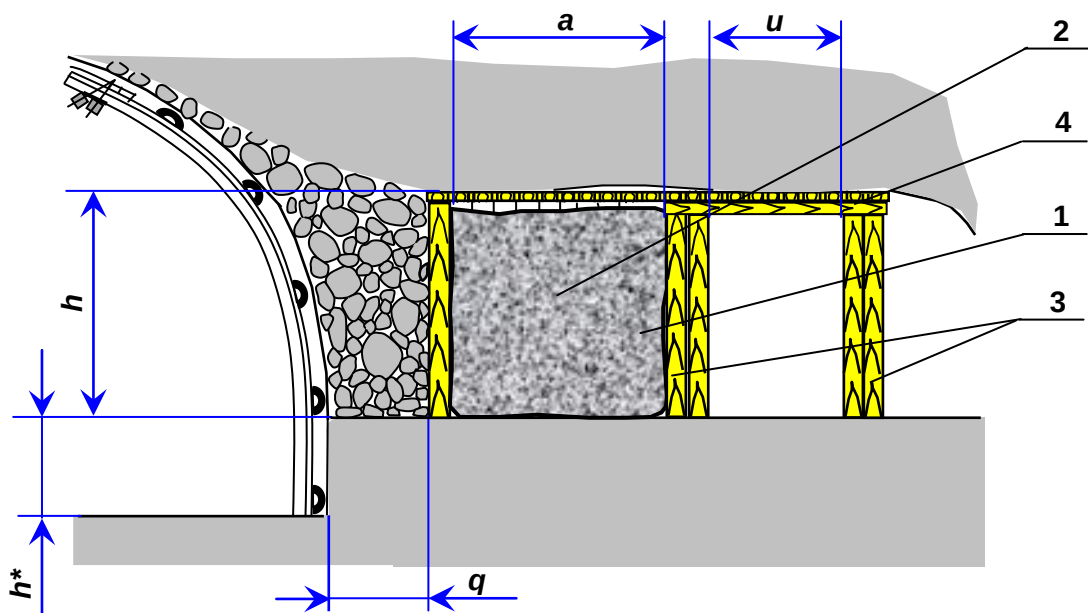


Рисунок 2.15 - Конструкція підсиленої однорядної литої смуги [2]: 1 – мішок для заливання суміші, 2 – жорстка лита смуга, 3 - дерев'яне органне кріплення, 4 – дерев'яна затяжка покрівлі

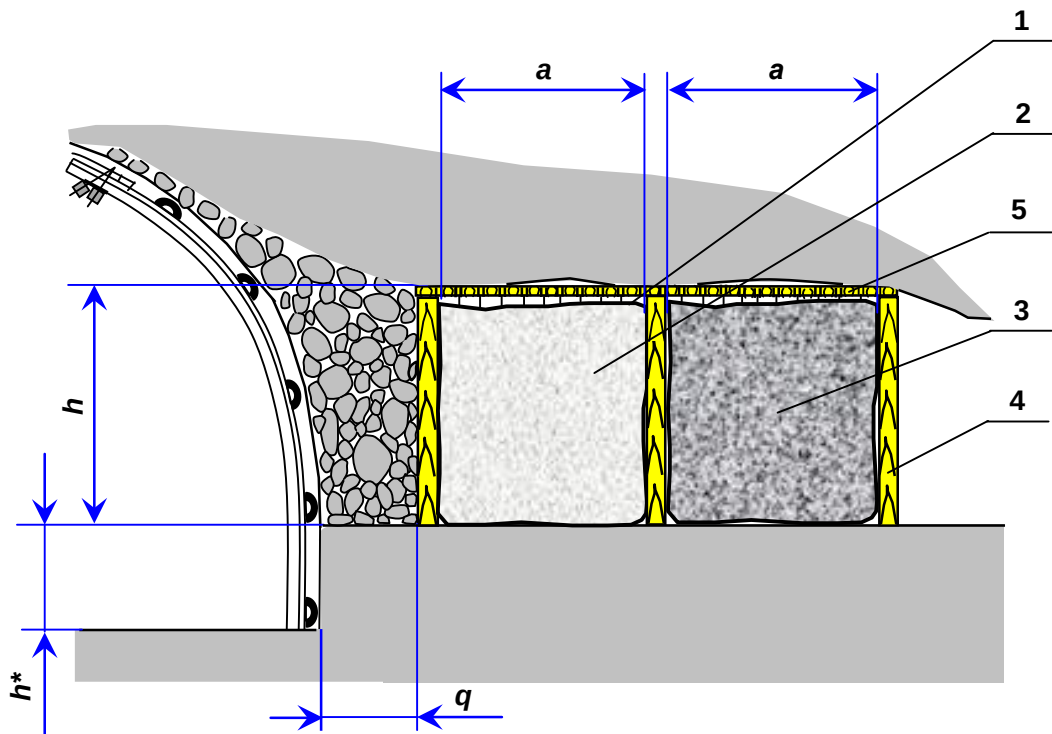


Рисунок 2.16 - Конструкція дворядної литої смуги [2]: 1 – мішок для заливання суміші, 2 – піддатлива частина, 3 – жорстка частина, 4 – дерев'яне органне кріплення, 5 – затяжка покрівлі

Таким чином, в умовах даного підприємства використовуються всі новітні технології щодо підтримання підготовчих виробок для повторного використання. Але не завжди вони приносять бажаного результату, що позначається на стані виробок та обсязі ремонтних робіт. Можливо дані технології є локальними і дозволяють зменшити деформації порід контуру на локальних ділянках. А охорону виробок необхідно розглядати на регіональному рівні або для умов поетапного підтримання. Наприклад, на етапі проведення виробок розглядається тільки розташування виробки відносно пласта та проведення її більшим перетином. Інші заходи впроваджуються на етапі підтримання виробки, зокрема при наближенні окремих ділянок у зону впливу лави. Враховуючі, що з переходом робіт у блоки 11 та 12 буде збільшення глибини робіт та ускладнення гірничо-геологічних умов, то такі питання стають вкрай актуальними.

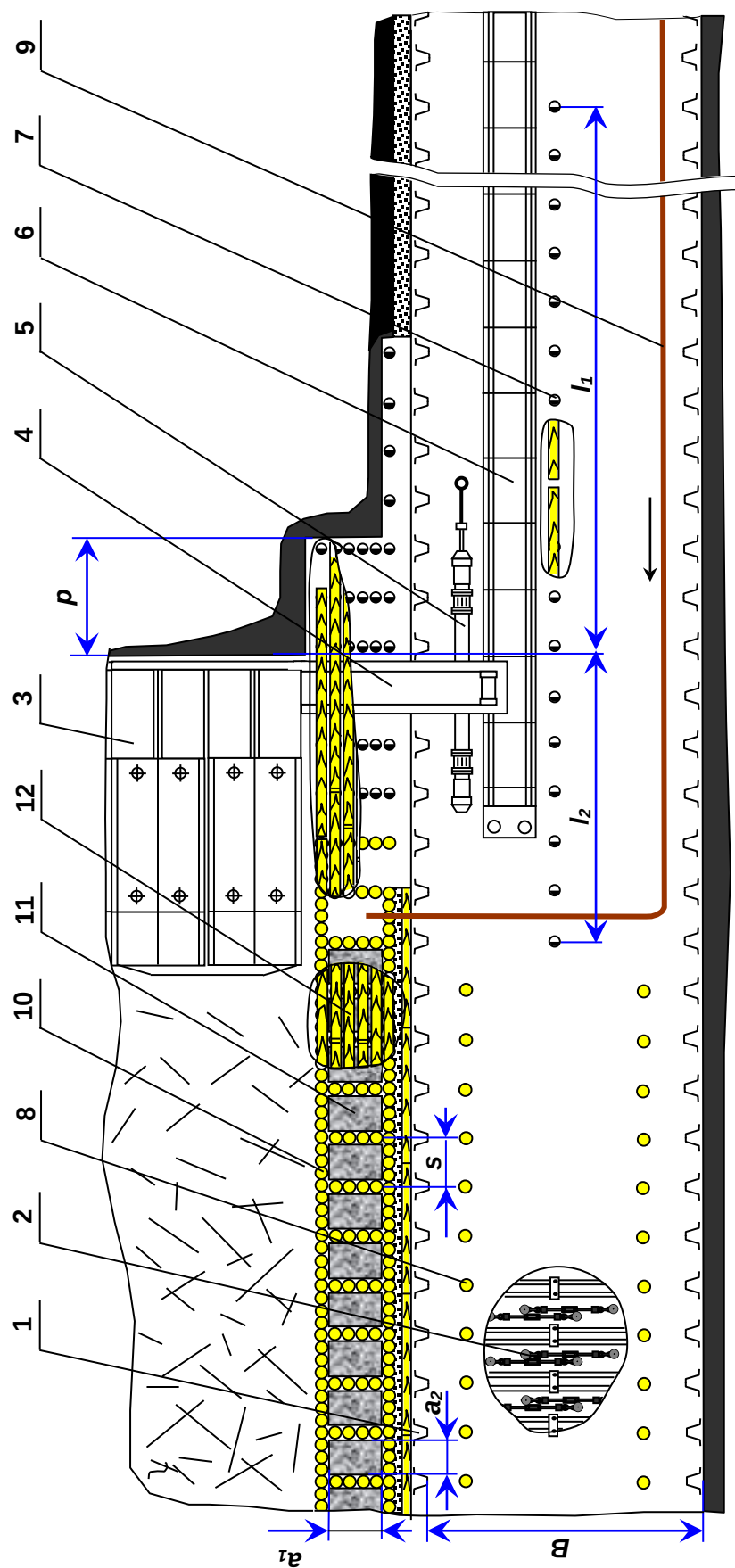


Рисунок 2.17. Заключний етап формування комбінованої охоронної системи по першому варіанту [2]: 1 – рамне кріплення, 2 – анкерне стяжне кріплення, 3 – щитове лавне кріплення, 4 – лавний конвеєр, 5 – домкрат пересування лавного конвеєра, 6 – штрековий конвеєр, 7 – гідростійки, 8 – дерев'яні стояки підсилюючого кріплення, 9 – трубопровід для подачі розчину, 10 – однорядне органне кріплення, 11 – жорстка лита смуга, 12 – затяжка покрівлі

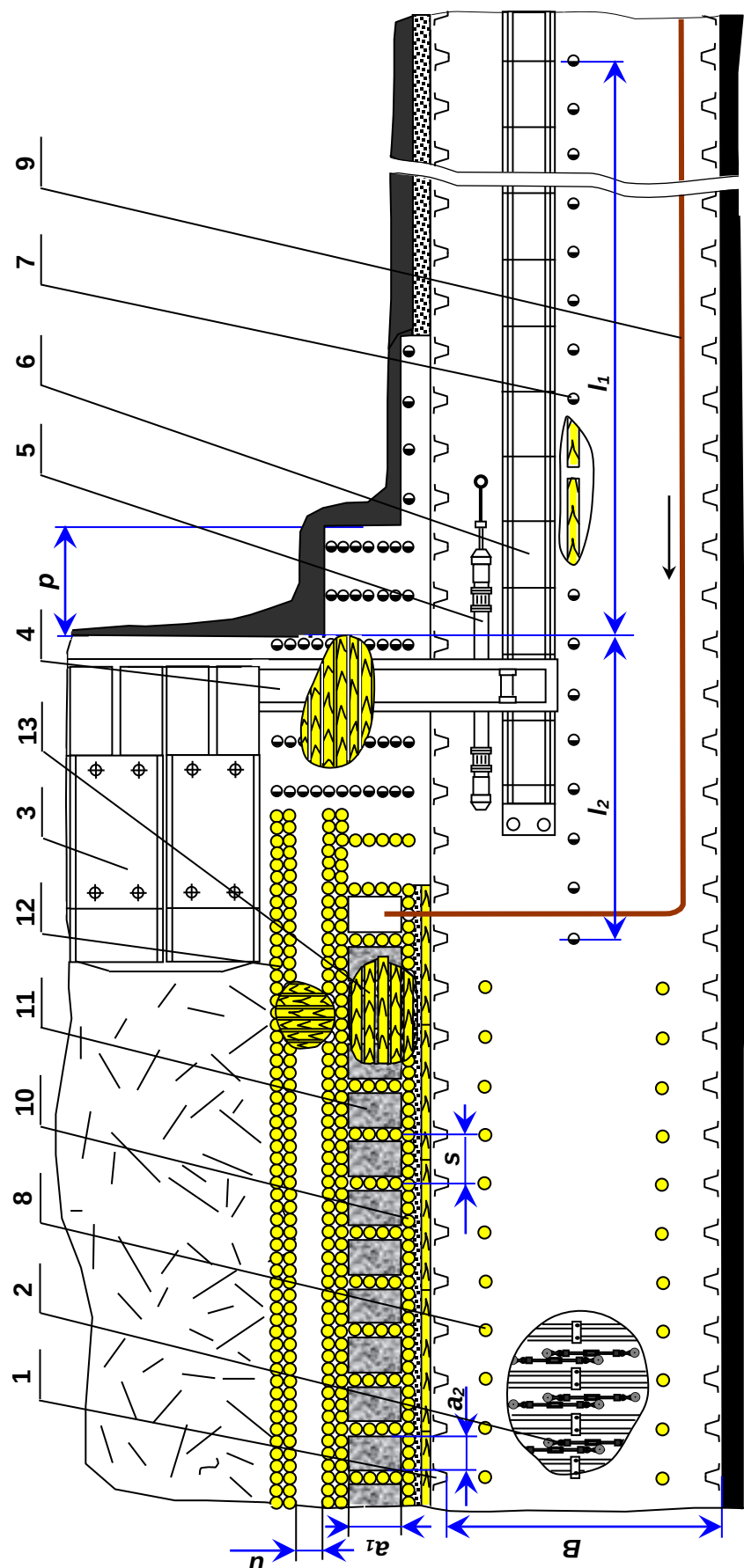


Рисунок 2.18 - Заключний етап формування комбінованої охоронної системи по другому варіанту [2]: 1 – рамне кріплення, 2 – анкерне стяжне кріплення, 3 – щитове лавне кріплення, 4 – лавний конвеєр, 5 – домкрат пересування лавного конвеєра, 6 – штрековий конвеєр, 7 – гідростійки, 8 – дерев’яні стояки підсилюючого кріплення, 9 – трубопровід для подачі розчину, 10 – однорядне органне кріплення, 11 – жорстка літа смуга, 12 – дворядне органне кріплення, 13 – дерев’яна затяжка покрівлі

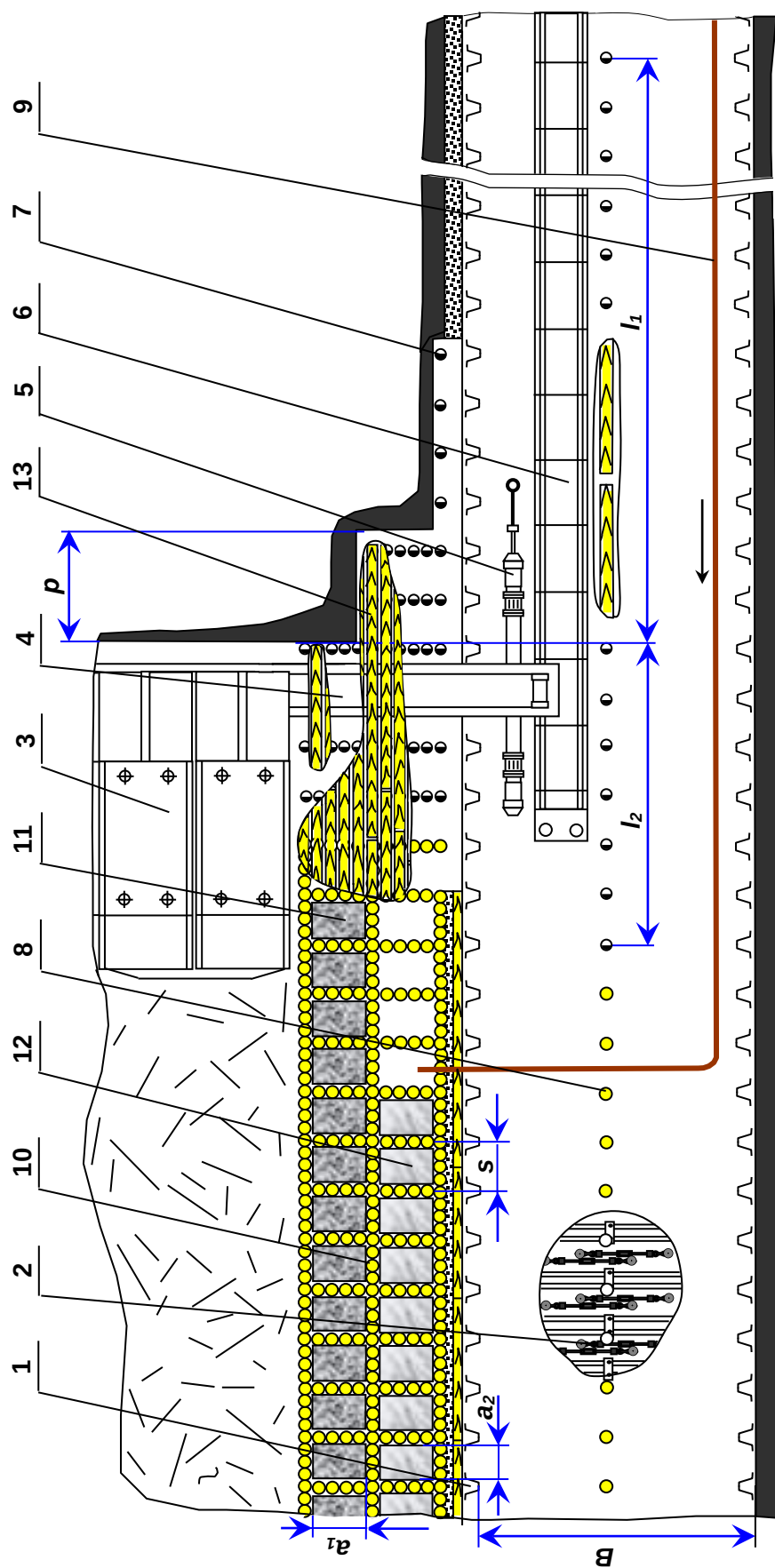


Рисунок 2.19 - Заключний етап формування комбінованої охоронної системи по третьому варіанту [2]: 1 – рамне кріплення, 2 – анкерне стяжне кріплення, 3 – щитове лавне кріплення, 4 – лавний конвеєр, 5 – домкрат пересування лавного конвеєра, 6 – штрековий конвеєр, 7 – гідростійки, 8 – дерев'яні стояки підсилюючого кріплення, 9 – трубопровід для подачі розчину, 10 – однорядне органне кріплення, 11 – жорстка частина літої смуги, 12 – піддатлива частина літої смуги, 13 – дерев'яна затяжка покрівлі

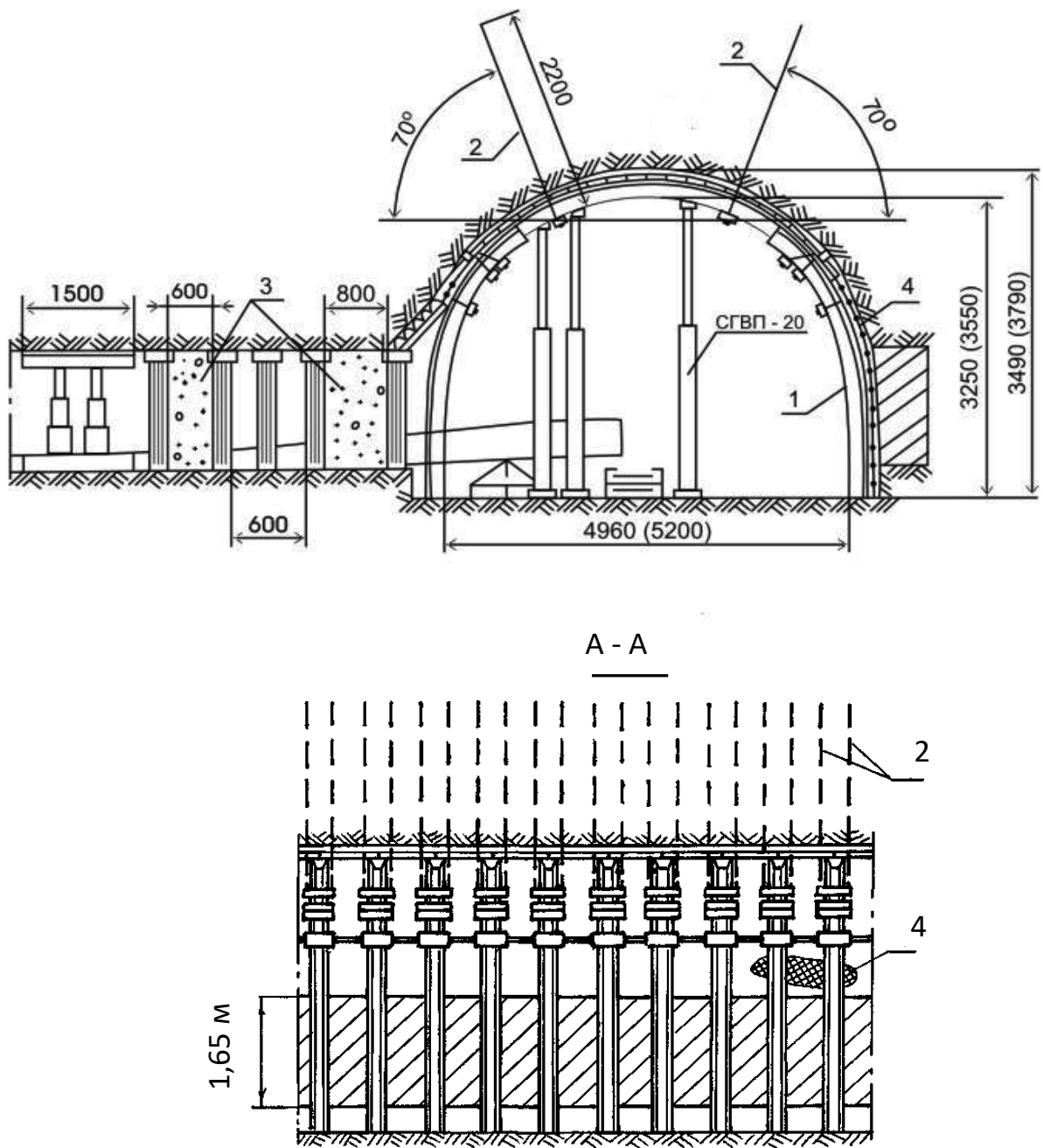


Рисунок 2.20 - Спосіб охорони і підтримання 2 південного конвеєрного штреку бремсбергового поля блоку № 5 [3]: 1 - арочне кріплення; 2 - анкер довжиною 2,2 м; 3 - лита смуга; 4 - металева сітка

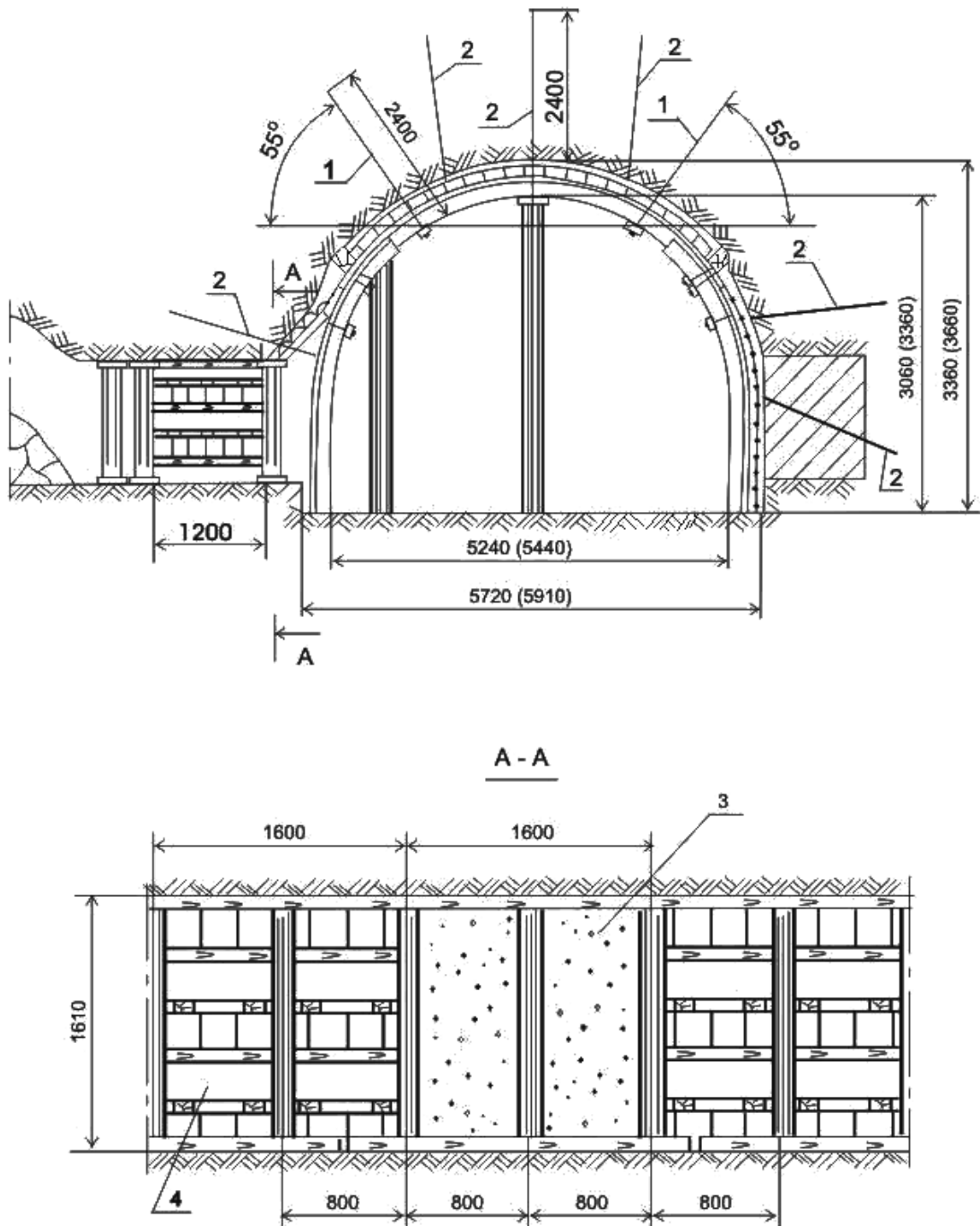


Рисунок 2.21 - Спосіб охорони і підтримання 1 південного конвеєрного
штреку блоку № 8 [3]: 1 - анкер під зчеплення; 2 - анкер; 3 - лита смуга; 4 -
тумби з тюбінгів.

3 ПРОГНОЗ ЗМІЩЕНЬ ПОРІД КОНТУРУ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ПІДТРИМАННЯ

При розрахунку межа міцності на одновісний R_c порід, що вміщують гірничу виробку, враховуються всі шари порід, що перетинаються виробкою, а також потрапляють в область, обмежену лініями, що проходять від контуру виробки на відстань в покрівлі рівному $m_k = 1,5 \cdot B$, у підшві - $m_n = 1,0 \cdot B$ і боках - $m_b = 1,0 \cdot B$ (де B и h - відповідно ширина і висота виробки в проходці).

З урахуванням порушеності і обводнення міцність порід покрівлі, підшви і боків розраховується за формулою [4]

$$R_c = \frac{k_c k_w (\sum R_i m_i)}{\sum m_i}, \quad (3.1)$$

де k_c – коефіцієнт структурного ослаблення масиву гірських порід;

k_w – коефіцієнт, що враховує обводненість порід;

R_i – міцність i -го шару порід, МПа;

m_i – потужність i -го шару порід, м.

Потужність відповідних шарів m_i для покрівлі та підшви береться по центру перетину виробки, а для боків - по вертикальних лініях, проведеним з боків виробки.

Для R_{ck} враховуються шари порід і пласти вугілля, починаючи від підшви виробки, а при розрахунку від покрівлі, тобто

$$\sum m_{ik} = h + m_k \text{ и } \sum m_{in} = h + m_n.$$

Розрахуємо середній опір порід по контуру штреку – R_c и також для покрівлі та підшви – R_k, R_n (рис. 3.1).

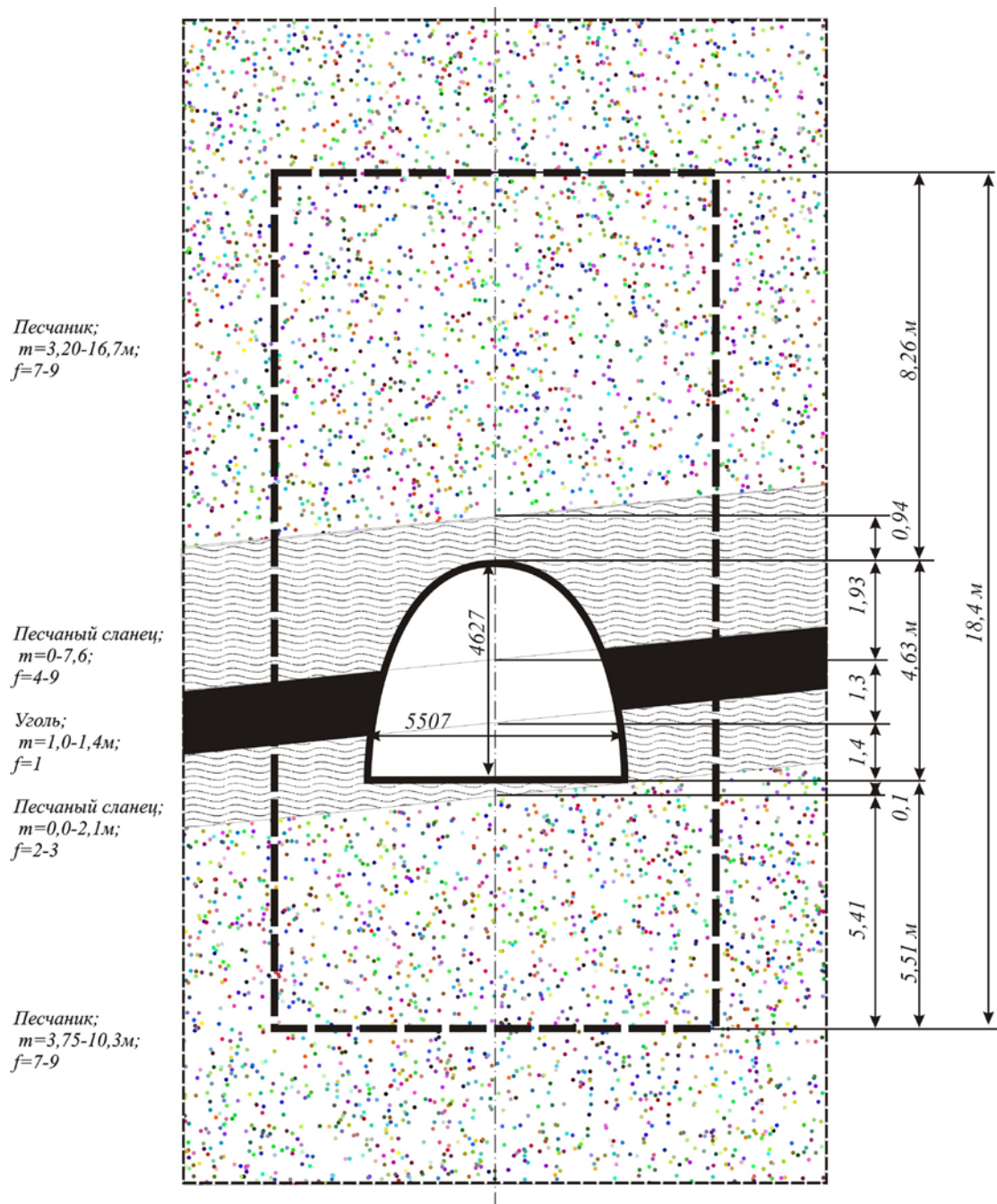


Рисунок 3.1 - Схема до розрахунку міцності порід по контуру штреку

$$R_{ск} = \frac{1,0 \cdot 0,8 \cdot 25 \cdot 1,4 + 1,0 \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot 1,3 + 1,0 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 2,87 + 1,0 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 7,32}{4,63 + 8,26} = 52,8 \text{ МПа},$$

$$R_{сн} = \frac{1,0 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 1,93 + 1,0 \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot 1,3 + 1,0 \cdot 0,8 \cdot 25 \cdot 1,5 + 1,0 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 5,41}{4,63 + 5,51} = 50,0 \text{ МПа},$$

$$R_{сб} = \frac{1,0 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 1,93 + 1,0 \cdot 0,8 \cdot 10 \cdot 1,3 + 1,0 \cdot 0,8 \cdot 25 \cdot 1,4}{4,63} = 25 \text{ МПа}.$$

З розрахунків випливає, що: безпосередня покрівля пласта відноситься до класу - середньостійка; тип основної покрівлі - середньообвалювана; підшва, виходячи з критерію $\frac{H}{R_{сж.п.}} = \frac{1250}{50} = 25 > 15$ відноситься до тих, які видавлюються.

Так як підготовчі виробки проводяться заздалегідь і пласт одиночний, то вирази для розрахунку зсувів в них матимуть вигляд:

$$U_K = ([K_{PP}U_{PP} + V_0t_0 + (U_1 + U_2)K_{KP}]K_S K_K + mK_{oxp}K_S K_{KP}), \quad (3.2)$$

$$U_{II} = ([K_{PP}U_{PP} + V_0t_0 + (U_1 + U_2)K_{KP}]K_S (1 - K_K) + V_1t_1K_S K_{KP}), \quad (3.3)$$

де U_K, U_n – зміщення порід покрівлі та підшви, мм;

k_{np} – коефіцієнт, що враховує спосіб проведення виробки, од.;

U_{np} – зміщення порід під впливом проведення виробки, мм:

$$\text{при } R_c > 15 \text{ МПа} \quad U_{np} = 22624 \cdot \sqrt{0,001344 + 0,0000884 \left(\frac{H_p}{R_c} \right)} - 966; \quad (3.4)$$

V_0 – середня швидкість зсувів порід виробки поза зоною впливу очисних робіт, мм/міс.:

$$V_0 = 0,6447 \left(\frac{H_p}{R_c} \right) - 2,65; \quad (3.5)$$

t_0 – час підтримання виробки поза зоною впливу очисного забою, міс.;

$$\text{для початку виробки} \quad t_0 = \frac{L_{ст.}}{v_{пр}} + \frac{L_{ст.} - L_{оп.}}{v_{оч}} = \frac{2500}{600} + 2 \frac{2500 - 60}{200} = 29 \text{ міс},$$

$$\text{для кінця} - t_0 = \frac{L_{\text{кр.}} - L'_{\text{оп.}}}{v_{\text{оч}}} = \frac{2500 - 60}{200} = 12 \text{ міс.}$$

U_1 – зміщення порід виробки в зоні тимчасового опорного тиску лави, мм:

$$\text{при } R_c > 15 \text{ МПа} \quad U_1 = 10 \sqrt{-2,44 \left(\lg \frac{H_p}{R_c} \right)^2 + 10 \lg \frac{H_p}{R_c} - 1,1}; \quad (3.6)$$

$U_2 = U_1$ – зміщення порід за період впливу тимчасового опорного тиску другої лави, мм;

$k_{кр}$ – коефіцієнт, що враховує вплив типу покрівлі пласта;

k_s – коефіцієнт, що враховує вплив площі перетину виробки в світлі S , од.:

$$k_s = 0,33 \cdot S^{0,467}; \quad (3.7)$$

k_k – коефіцієнт, що враховує частку зсувів порід покрівлі виробки в загальних зсувах, од.:

$$k_k = 0,64 \cdot \lg \left(\frac{R_n}{R_k} \right) + 0,526; \quad (3.8)$$

m – потужність пласта, мм;

$k_{охр.}$ – коефіцієнт, що враховує вплив податливості штучних споруд на опускання покрівлі виробки, од. ($K_{охр.}=0,1$ для литих смуг, $K_{охр.}=0,15$ для тумб БЗБТ, $K_{охр.}=0,2$ для органного кріплення, $K_{охр.}=0,4$ для кострів із шпального бруса, бутокострів и бутових полос, $K_{охр.}=0,6$ для кострів із круглого ліса);

V_1 – середня швидкість зсувів порід в зоні залишкового опорного тиску, мм/міс.:

$$V_1 = 101 \cdot \lg \left(\frac{H_p}{R_c} \right) - 69,3; \quad (3.9)$$

t_1 – час підтримання виробки в зоні залишкового опорного тиску, міс.

$$\text{для початку виробки } t_1 = \frac{L_{\text{кр.}} - L'_{\text{оп.}}}{v_{\text{оч}}} = \frac{2500 - 40}{200} = 12 \text{ мес.},$$

для кінця – $t_0 = 0$ мес.

Якщо по доданком розглянути вирази (3.2) і (3.3), то можна виділити зміщення на різних етапах існування виробки:

- при проведенні:

$$U_k^{нов} = K_{\text{пп}} U_{\text{пп}} K_s K_k, \quad (3.10)$$

$$U_n^{нов} = K_{\text{пп}} U_{\text{пп}} K_s (1 - K_k), \quad (3.11)$$

- з моменту проведення до моменту потрапляння в зону впливу очисних робіт:

$$U_k^{мас.} = V_0 t_0 K_s K_k, \quad (3.12)$$

$$U_n^{мас.} = V_0 t_0 K_s (1 - K_k), \quad (3.13)$$

- в зоні впливу лави

$$U_k^{вл.} = U_{1...2} K_{\text{кр}} K_s K_k, \quad (3.14)$$

$$U_n^{вл.} = U_{1...2} K_{\text{кр}} K_s (1 - K_k), \quad (3.15)$$

- в зоні впливу лави позаду неї і в зоні встановленого тиску:

$$U_{\kappa}^{ycm.} = mK_{exp} K_S K_{KP}, \quad (3.16)$$

$$U_n^{ycm.} = V_{11} K_S K_{KP}, \quad (3.17)$$

Отримаємо:

- для порід покрівлі:

$$U_{np} = 22624 \cdot \sqrt{0,001344 + 0,0000884 \cdot \left(\frac{1250}{52,8}\right)} - 966 = 360 \text{ мм},$$

$$V_0 = 0,6447 \cdot \left(\frac{1250}{52,8}\right) - 2,65 = 12,6 \text{ мм/мес.},$$

$$U_1 = U_2 = 10^{\sqrt{-2,44 \left(\lg \frac{1250}{52,8}\right)^2 + 10 \cdot \lg \frac{1250}{52,8} - 1,1}} = 683 \text{ мм},$$

$$k_s = 0,33 \cdot 20,3^{0,467} = 1,35,$$

$$k_{\kappa} = 0,64 \cdot \lg \left(\frac{50}{52,8}\right) + 0,526 = 0,51,$$

- для порід підшви:

$$U_{np} = 22624 \cdot \sqrt{0,001344 + 0,0000884 \cdot \left(\frac{1250}{50}\right)} - 966 = 383 \text{ мм},$$

$$V_0 = 0,6447 \cdot \left(\frac{1250}{50}\right) - 2,65 = 13,5 \text{ мм/мес.},$$

$$U_1 = U_2 = 10^{\sqrt{-2,44 \left(\lg \frac{1250}{50}\right)^2 + 10 \cdot \lg \frac{1250}{50} - 1,1}} = 705 \text{ мм},$$

$$V_1 = 101 \cdot \lg \left(\frac{1250}{50}\right) - 69,3 = 72,0 \text{ мм/мес.}$$

Тоді зміщення по етапах підтримання складуть:

- при проведенні:

$$U_{\kappa}^{пров} = K_{ПП} U_{ПП} K_S K_K = 1,0 \cdot 360 \cdot 1,35 \cdot 0,51 = 245 \text{ мм},$$

$$U_n^{npoe} = K_{PP} U_{PP} K_S (1 - K_K) = 1,0 \cdot 383 \cdot 1,35 \cdot (1 - 0,51) = 254 \text{ мм};$$

- з моменту проведення до моменту потрапляння в зону впливу очисних робіт:

$$\text{від } U_K^{mac.} = V_0 t_0 K_S K_K = 12,6 \cdot 12 \cdot 1,35 \cdot 0,51 = 104 \text{ мм до}$$

$$U_K^{mac.} = V_0 t_0 K_S K_K = 12,6 \cdot 29 \cdot 1,35 \cdot 0,51 = 252 \text{ мм},$$

$$\text{від } U_n^{mac.} = V_0 t_0 K_S (1 - K_K) = 13,5 \cdot 12 \cdot 1,35 \cdot (1 - 0,51) = 107 \text{ мм до}$$

$$U_n^{mac.} = V_0 t_0 K_S (1 - K_K) = 13,5 \cdot 29 \cdot 1,35 \cdot (1 - 0,51) = 259 \text{ мм};$$

- в зоні впливу лави

$$U_K^{gl.} = U_{1...2} K_{KP} K_S K_K = 683 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 0,51 = 471 \text{ мм},$$

$$U_n^{gl.} = U_{1...2} K_{KP} K_S (1 - K_K) = 705 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 0,49 = 467 \text{ мм};$$

- в зоні впливу лави позаду неї і в зоні встановленого тиску:

$$U_K^{yct.} = m K_{oxp} K_S K_{KP} = 1600 \cdot 0,1 \cdot 1,35 \cdot 1,0 = 216 \text{ мм},$$

$$\text{від } U_n^{yct.} = V_1 t_1 K_S K_{KP} = 72 \cdot 12 \cdot 1,35 \cdot 1,0 = 1166 \text{ мм},$$

$$\text{до } U_n^{yct.} = V_1 t_1 K_S K_{KP} = 72 \cdot 29 \cdot 1,35 \cdot 1,0 = 2819 \text{ мм}.$$

Тоді:

Для початку виробки:

$$U_K = 245 + 104 + 471 + 216 = 1036 \text{ мм},$$

$$U_{II} = 254 + 107 + 467 + 1166 = 1994 \text{ мм}.$$

для кінця виробки:

$$U_K = 245 + 252 + 471 + 216 = 1184 \text{ мм},$$

$$U_{II} = 254 + 259 + 467 + 2819 = 3829 \text{ мм}.$$

Як бачимо, більшу частину зсувів в конвергенції покрівлі і підосви займають зсуви підосви 66-76%, а по етапах підтримання: при проведенні - 10 ... 16%; при підтримці в масиві - 7 ... 10%; в зоні впливу лави - 19 ... 31%; позаду лави - 46 ... 61%. Таким чином, більша увага повинна приділятися підтриманню виробок позаду лави. Але, як вказувалося раніше, в умовах

підготовчих виробок даного пласта застосовуються новітні технології охорони, які не приносять бажаного результату. Ці технології застосовуються безпосередньо в зоні позаду лави. Але попередні заходи, які також мають загальний вплив на зменшення зсувів у виробці, не розглядаються.

Тоді при застосуванні анкерування та кріплення посилення в зоні впливу лави і позаду неї:

для початку виробки:

$$U_K = 245 + 104 + \frac{471}{1,5} + \frac{216}{1,5 \cdot 1,3} = 774 \text{ мм},$$

$$U_{II} = 254 + 107 + \frac{467}{1,5} + \frac{1166}{1,5} = 1450 \text{ мм}.$$

для кінця виробки:

$$U_K = 245 + 252 + \frac{471}{1,5} + \frac{216}{1,5 \cdot 1,3} = 945 \text{ мм},$$

$$U_{II} = 254 + 259 + \frac{467}{1,5} + \frac{2819}{1,5} = 2704 \text{ мм}.$$

Згідно розрахунків застосовуються заходи, що дозволяють зменшити зміщення порід покрівлі нижче допустимих для даного типу кріплення з піддатливістю 1000 мм, але не дозволяють це зробити для порід покрівлі, у яких допустимі зміщення не перевищують 500 мм. Таким чином, можна стверджувати, що в даних умовах необхідно використання методи охорони, при яких можна забезпечити зниження здимання порід підосви.

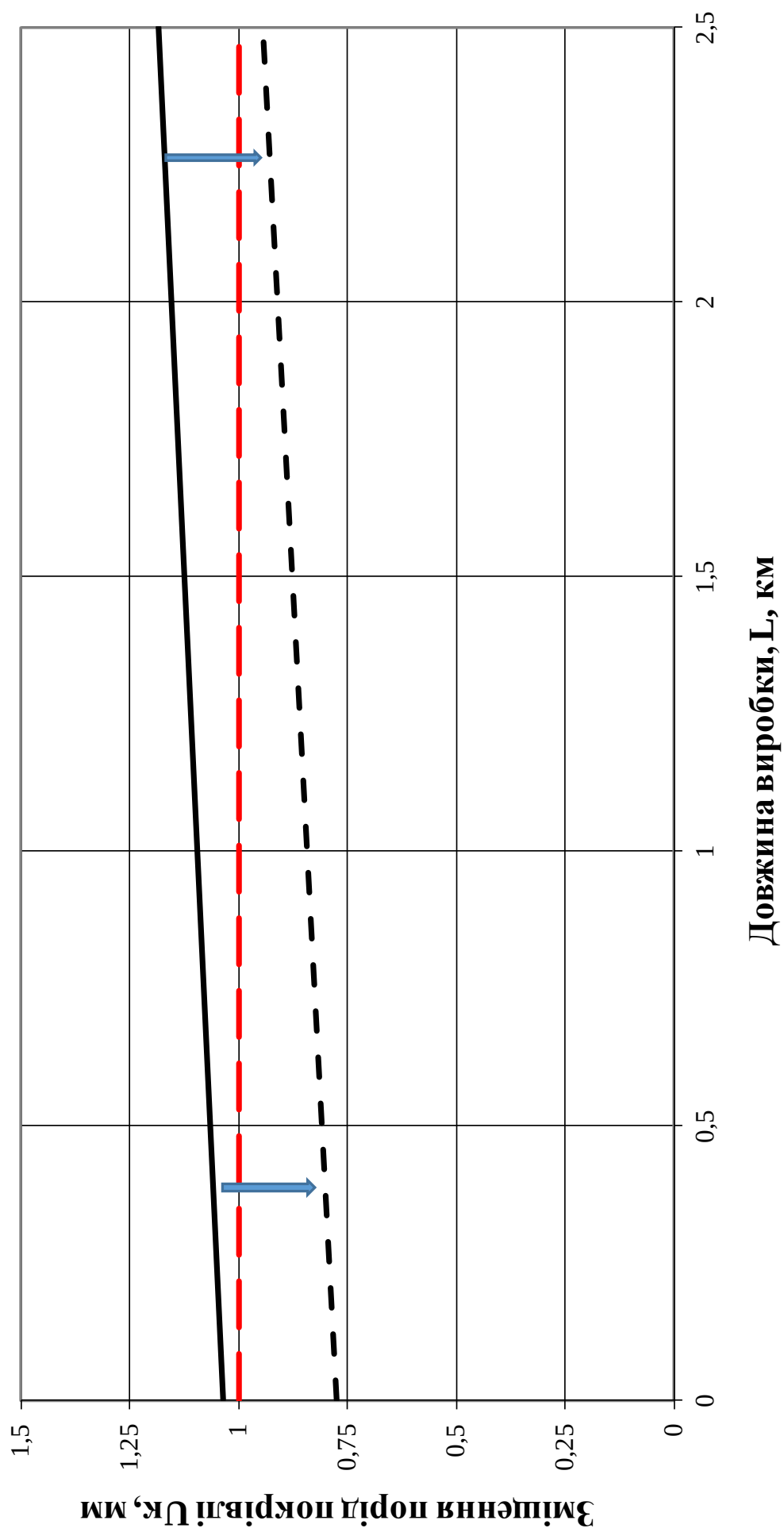


Рисунок 3.2 - Діаграма зсувів порід покритті конвеєрного штреку

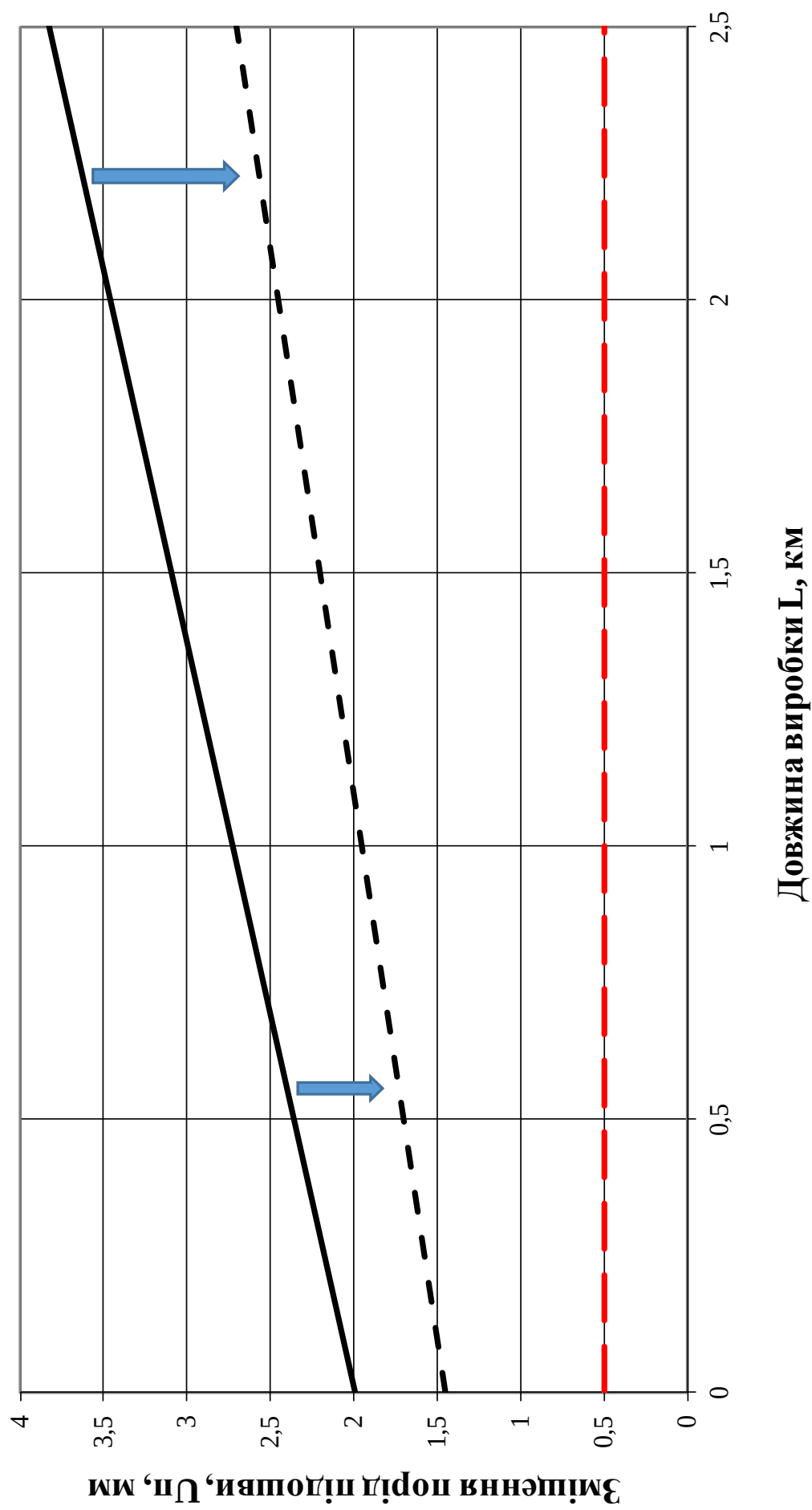


Рисунок 3.3 – Діаграма зсувів порід підшви конвеєрного штреку

4 АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК НА ЕТАПІ ЇХ ПРОВЕДЕННЯ

Відповідно до вимог технологічного проектування схеми розташування і тип кріплення розкривних і основних підготовчих гірничих виробок повинні забезпечувати мінімальні витрати на проведення і підтримку виробок, а також мінімальні втрати вугілля в ціликах [5].

Тому, основні вимоги до проектування розкривних і підготовчих виробок полягають у наступному [5]:

- основні виробки слід розташовувати поза зонами тектонічних порушень (перетинати виробкою порушення слід під прямим кутом, а виробки, паралельні геологічному порушенню, слід розташовувати далі від них);

- ширина вугільних ціликів для охорони виробок, що проводяться по пласту, що розробляється, або в безпосередній близькості від нього, повинна бути не менше розмірів зон шкідливого впливу опорного тиску;

- підготовчі виробки допускається проводити по пласту тільки при розробці одиночних тонких і середньої потужності пластів, а також в свитках пластів, безпечних за гірським ударам, раптовими викидами вугілля і газу, вибухами пилу;

- виробки з великим терміном служби слід, по можливості, розташовувати в зонах розвантаження під або над виробленим простором сусіднього пласта (відстань до вищого виробленого простору має бути не менше 5 м, до нижчого - не менше 6 м, де м - потужність відпрацьованого пласта) ;

- не рекомендується розташовувати підготовчих виробок в зонах, схильних в майбутньому до впливу очисних робіт на пласті або на сусідніх пластах.

Основні підготовчі виробки повинні підтримуватися в експлуатаційному стані протягом всього терміну існування шахти. Для того, щоб провести правильний вибір параметрів і типу кріплення при проектуванні підготовчих гірничих виробок, необхідно знати величину очікуваної конвергенції.

Конвергенцією називаються сумарні вертикальні або горизонтальні зміщення підготовчої виробки.

Конвергенція гірничих виробок залежить від 4 основних чинників, до яких належать [5]:

- глибина розробки;
- властивості міцності порід покрівлі і підшви;
- спосіб охорони виробки;
- потужність пласта.

Зі збільшенням глибини ведення гірничих робіт зростає величина гірського тиску, відповідно збільшуються зміщення покрівлі, підшви і боків підготовчих виробок. Як показали дослідження на шахтах Німеччини, зі збільшенням глибини розробки на 100 м вертикальна конвергенція збільшується приблизно на 17 см.

У виробках з більш міцними породами підшви спостерігаються менші вертикальні зміщення.

При охороні виробок з використанням кріплень, що допускають незначні зсуви порід, конвергенція зменшується.

Зі збільшенням потужності пластів конвергенція підготовчих виробок збільшується, що обумовлено меншою міцністю вугілля в порівнянні з вміщають породами.

При великій глибині розробки значний вплив на конвергенцію надає фактор часу - чим більше термін служби виробки, тим менше залишкова площа поперечного перетину.

При розробці шахтою свити вугільних пластів основні підготовчі виробки можуть потрапляти в зони впливу очисних робіт на сусідніх вище або нижчих шарах. В цьому випадку необхідно пам'ятати, що зміщення покрівлі, підосви і боків підготовчої виробки збільшуються прямо пропорційно зумовленого очисними роботами приросту гірського тиску.

Тому, в зоні впливу очисних робіт на сусідніх шарах на конвергенцію підготовчої виробки не роблять істотного впливу тип використовуваної кріплення і щільність її установки. Це не компенсує вертикальну конвергенцію і збільшення перетину виробки, так як абсолютні зміщення покрівлі і підосви зростають пропорційно збільшенню вихідної висоти виробки (ця закономірність особливо проявляється на великих глибинах) [5].

Основним напрямком зменшення конвергенції підготовчих виробок, що потрапили в зону впливу очисних робіт, є зниження впливу на виробку підвищеного гірського тиску. Для цього застосовуються такі заходи [5]:

- проведення попередньої захисної надробки пласта;
- запобігання розшарування порід навколо виробок за рахунок нагнітання полімерних смол або установки анкерів;
- зміцнення порід підосви виробок;
- проведення планових підривок порід підосви.

При виборі типу кріплення підготовчих виробок необхідно враховувати наступне [5]:

- кріплення виробки не повинне допускати розшарування порід покрівлі, оскільки в цьому випадку знижуються міцність і несуча здатність покрівлі і при збільшенні гірського тиску різко зростають деформації покрівлі та кріплення;
- погане заповнення простору за кріпленням призводить до руйнування порід на контурі виробки і зниження несучої здатності кріплення внаслідок нерівномірного прикладання навантаження.

Деформації і руйнування порід по контуру виробки залежать від виду кріплення (з уповільненим або швидким сприйняттям навантаження) і від величини її несучої здатності.

До основних типів кріплення відносяться [5]:

- рамні (аркові, кільцеві, трапецієподібні, прямокутні) кріплення;
- суцільні (монолітні і збірні) кріплення;
- анкерні кріплення.

За способом сприйняття навантаження рамні і суцільні кріплення діляться на жорсткі (які відчувають під дією навантаження тільки пружні деформації) і податливі (допускають зміщення і деформації за межами пружності при збереженні своєї несучої здатності).

Матеріали і тип кріплення підготовчих виробок слід вибирати виходячи з терміну служби, гірничо-геологічних умов залягання і гірничотехнічних умов експлуатації виробки [5].

Бетонні та залізобетонні кріплення застосовуються в основному для кріплення стволів і виробок приствольних дворів.

Дерев'яні рамні кріплення застосовуються в виробках з невеликим терміном служби (до 3-х років) і при невеликій глибині розробки (до 200 м) в умовах невеликих зсувів порід (до 150-200 мм). Опір рами дерев'яного кріплення становить 60-100 кН, дерев'яної стійки - до 200 кН.

Змішані рамні кріплення (металевий верхняк і дерев'яні стійки) застосовуються в дільничних виробках з терміном служби до 3 років, при зсувах покрівлі до 200 мм і відсутності обдимання.

Металеві рамні податливі кріплення використовуються при глибині гірничих робіт більше 200 м і можуть бути аркової, трапецієподібної (прямокутної) і кільцевої форми.

До аркових кріплень відносять [5]:

- триланкове кріплення КМП-А3 (застосовуються в породах будь-якої міцності, при зсувах покрівлі до 300-400 мм, в виробках з тривалим терміном служби (більше 2 років) і кутами падіння до 35°);

- чотириланкове кріплення КМП-А4 (застосовуються в двоколійних виробках яка відслужила вже понад 2 роки і зсувами покрівлі - до 600 мм, боків - до 400 мм);

- п'ятиланкове кріплення КМП-А5 (застосовуються в виробках зі зсувами покрівлі до 1000 мм, схильних до впливу очисних робіт).

До трапецієподібних (прямокутних) кріплень відносяться:

- КМП-Т (П) (застосовуються в зоні активного впливу очисних робіт, при очікуваних зсувах покрівлі до 600 мм і відсутності бокового тиску і здимання, при кутах падіння пласта до 18 о);

- КМПТ (П) (застосовуються в тих же умовах, що і кріплення КМПТ (П), відрізняються установкою для посилення кріплення середньої стійки).

До кільцевих кріплень відносяться:

- чотириланкове кріплення КМП-К4 (застосовуються при значному всебічному гірському тиску або у виробках, які відслужили вже понад 2 років);

- шести ланкове кріплення КМП-К6 (застосовуються в тих же умовах, що і кріплення КМП-К4).

Анкерні кріплення можуть бути декількох видів [5]:

- з механічним замковим закріпленням (ШК і ін. конструкції);
- з хімічним закріпленням за допомогою ампул з полімерною смолою (анкери АСП і ін.);

- з закріпленням по всій довжині за допомогою цементного розчину (канатні анкери);

- з закріпленням в шпурі за рахунок сил тертя (застосовуються для кріплення порід з коефіцієнтом міцності більше 8).

Сталевополімерне анкерне кріплення є найбільш перспективним способом кріплення підготовчих виробок. Установка анкерів в покрівлі і боках виробок з хімічним закріпленням дозволяє зменшити вертикальну конвергенцію і запобігти віджимання вугілля з боку боків виробок.

У порівнянні з іншими типами кріплень анкерне кріплення практично не зменшує поперечний перетин виробок у просвіті та є найшвидшим, з точки зору сучасної технології установки, способом кріплення.

Комбіновані кріплення (поєднання анкерної і різних типів кріплень) застосовуються в виробках з недостатньо стійкими породами, де використання одного виду кріплення не забезпечує підтримання виробок в експлуатаційному стані.

До засобів посилення кріплення відносяться спеціальні види кріплення для зменшення зсувів порід покрівлі виробок в зонах високого гірського тиску. Такі зони виникають при впливі на виробку опорного тиску при веденні очисних робіт.

На шахтах застосовуються такі засоби посилення кріплення [5]:

- гідростійки ГВР, ЦКУ - мають опір 300 кН, до недоліків відносяться недостатня просадка при великій конвергенції, пошкодження при бічному навантаженні;

- стійки тертя постійного опору Т - мають опір 250 кН, до недоліків відносяться мале зусилля початкового розпору, стрибкоподібне просадка, висока трудомісткість установки;

- спеціальні кріплення посилення (КПО-4, КПО-5 і КШО конструкції КузНІУІ; КПШ, КШН і КПВ конструкції ПНІУІ) - встановлюються в зоні активного прояву гірського тиску позаду очисного забою в зберігаються виробках. Витягуються за межами зони активних зсувів порід і переносяться у ворота з лавою, а на їхньому місці зводять звичайні рамні кріплення, відповідні зміни вироблення і гірничотехнічних умов експлуатації. Досвід використання на шахтах Кузбасу показав, що застосування спеціальних

кріплення посилення в більшості випадків дає позитивні результати. Однак, дані кріплення, незважаючи на наявність високих силових параметрів і засобів механізації монтажно-демонтажних робіт, через складність конструкції і велику трудомісткість робіт поширення на шахтах не отримали.

З наведеного вище аналізу заходів можна виділити ті, які заслуговують уваги для розглянутих умов, але ці заходи застосовуються на підприємстві (застосування металевого податливого кріплення з високою несучою здатністю, анкерування порід покрівлі і посилення основного кріплення). Тому необхідно звернути увагу на заходи, спрямовані безпосередньо на зменшення здимання порід підосви.

Здимання підосви гірничих виробок відноситься до числа явищ, що ускладнюють ведення підземних гірничих робіт за рахунок зменшення площі поперечного перетину виробок, погіршення умов провітрювання, порушення безпечних умов праці згідно у виробках транспортного устаткування. Так, величина підняття підосви, при якій необхідно вести підбивку порід, становить 0,3 м для рейкового транспорту і 0,5 м для конвеєрного.

Здимання порід підосви підготовчих виробок може бути наслідком двох основних причин [5]:

- збільшення обсягу порід внаслідок розмокання (глиниста підосва);
- результат зім'яння складок в породних шарах підосви.

У першому випадку протидіяти процесу деформування розмоклих порід практично неможливо. У другому випадку застосуванням різних технологічних заходів вдається домогтися зменшення зсувів порід підосви.

До основних факторів, який впливає на процес здимання ґрунту, відносяться [5]:

- положення виробки щодо очисних робіт на пласті і сусідніх;
- обводненість виробки;
- тривалість охорони виробки.

Механізм деформування порід підосви полягає в наступному. В результаті впливу вертикальних напружень в окремих шарах порід підосви з'являються тріщини, потім розвантажені шари порід під дією горизонтальних напружень і вертикального тиску в боках виробки стискаються в складки і видавлюються у виробку. Процес руйнування починається з шарів, що знаходяться безпосередньо у підосви виробки, і поступово поширюється вглиб. Обводненість підосви різко інтенсифікує процес здимання.

Здимання підосви особливо інтенсивно проявляється в підготовчих виробках, які зберігаються для повторного використання. Так, попереду очисного вибою здимання в штреках починається на відстані від 20 до 80 м в залежності від протяжності зони опорного тиску [5].

Позаду очисного забою процес інтенсивного здимання поширюється на великі відстані (до 200 м). Це пов'язано з процесами обвалення звисаючих порід покрівлі і зсувами порід підосви в вироблений простір.

При збільшенні тривалості підтримки виробки до початку ведення очисних робіт загальна величина здимання зростає. Тому час підтримки виробок на кордоні з виробленим простором слід по можливості скорочувати.

По довжині виробки здимання поширюється також нерівномірно. Деформації порід підосви залежать від будови порід, обводнення і обвалення звисаючих блоків основної покрівлі у виробленому просторі.

У глибину підосви здимання поширюється по загасаючого закону. На глибині 2 м здимання становить 20-30% від максимальної величини на контурі виробки [5].

Крім виробок, які зберігаються для повторного використання, здимання підосви інтенсивно проявляється в виробках, що потрапляють в зону впливу очисних робіт на пласті, що розроблюється або на сусідніх шарах. Так, в основних підготовчих виробках величина здимання різко

зростає при залишенні між виробкою і виробленим простором охоронних ціликів недостатньої ширини, а також при підробці або надробці виробки очисними забоями на сусідніх шарах.

Для боротьби з здиманням підосви розроблені заходи, які можна розділити на прямі і непрямі [5].

До непрямих заходів щодо зниження здимання відносяться [5]:

- розташування виробок в зоні розвантаження;
- проведення виробок по міцним породам або по виробленому просторі;
- заглиблення підосви виробок з підриркою шару, схильного до здимання.

Для розглянутих умов непрямі заходи також не принесуть результату, а деякі не можуть застосовуватися в даних умовах. Наприклад проведення виробок по твердим породам не принесе ефекту, оскільки вміщують породи мають міцність в середньому 50 МПа і перенесення виробок в шар міцного пісковика, який суттєво віддалений від пласта, економічно не вигідно і технологічно неможливо. Заглиблення виробки також не принесе результату, оскільки міцний шар вже є спучений на великій глибині.

Перейдемо до прямих заходам. Якщо непрямі заходи по боротьбі з обдиманням не дають результату, то застосовуються прямі заходи [5]:

- анкерування порід підосви;
- зміцнення порід підосви тампонуванням в'язкими складами;
- пристрій зворотного склепіння і заповнення його бетоном;
- прорізка підосви розвантажувальної щілиною;
- буріння розвантажувальних свердловин в масиві порід;
- застосування замкнутої кріплення;
- підрирка підосви машинами.

Анкерування порід підосви (рис. 4.1) застосовується в виробках з вугільними чи породними підосвами (міцність порід повинна бути не менше

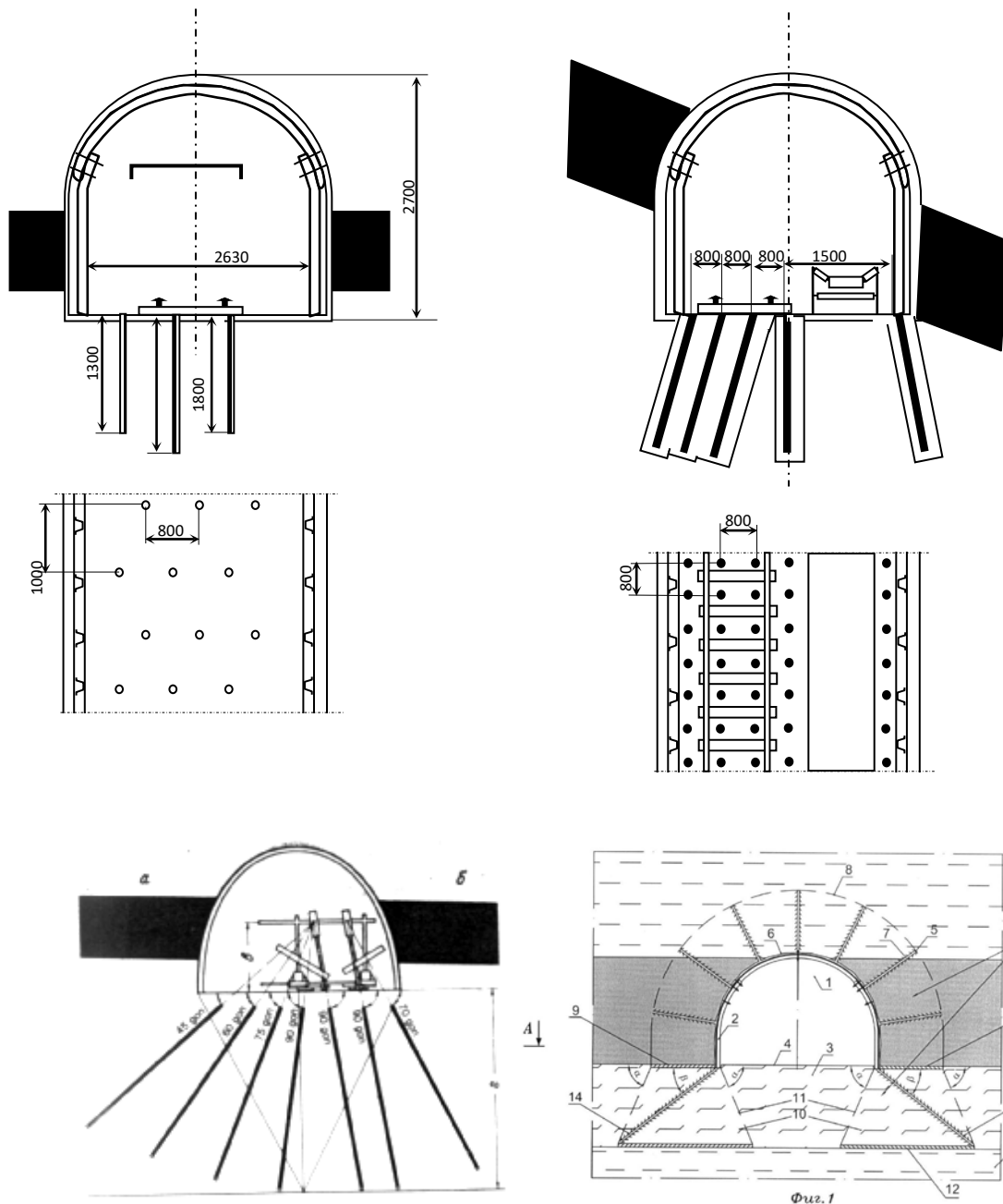


Рисунок 4.1– Схеми анкерування підосви

25 МПа) в непорушеному масиві, що не розділений площинами ковзання і не схильному до розмокання. Для зміцнення підосви застосовуються металеві або дерев'яні анкери з полімерним закріпленням по всій довжині. Анкерування підосви менш ефективне, ніж покрівлі, оскільки породи підосви піддаються інтенсивному механічному й хімічному впливу, Зовнішній шар підосви швидко втрачає суцільність и міцність.

Зміцнення порід підосви тампонуванням в'язучими сумішами (рис. 4.2) застосовується в основних виробках, підосва яких вже піддалася деформації, але можливе повторне видавлюватись, а також в попередньо розпушених на глибину 5-7 м породах підосви.

Пристрій зворотного склепіння і заповнення його бетоном (рис. 4.3) застосовується для зменшення здимання за рахунок рівномірного підняття забетонованої підосви виробки.

Прорізка підосви розвантажувальною щілиною (рис. 4.4), за даними експериментальних досліджень на шахтах України, ефективна, коли глибина щілини становить понад 0,5 ширини виробки, при цьому ширина щілини в м'яких породах повинна бути більше 20 см, в міцних - не більше 20 см.

Застосування вибухощілинного способу розвантаження (ВЩР) (рис. 4.5) підосви підготовчих виробок рекомендується при проведенні виробок [6], коли в підосви виробки залягають вирячені породи великої потужності і при величині здимання 0,8-1,2 м. В умовах наявності обдимають порід невеликої потужності (0,6-1,0 м) рекомендується проводити виїмку порід підосви до міцних порід з наступною закладкою. Сутність ВЩР полягає в бурінні з боків вироблення розвантажувальних шпурів довжиною 2,5 - 3,5 м під кутом до горизонту від 10 до 30 ° і підривання в них зарядів вибухових речовин. Маса заряду в одному шпурі для вугленіту Т-19 становить від 0,6 до 0,9 кг. Відстань між суміжними шпурами коливається від 0,5 до 2,0 м. Розвантажувальні шпури вибухають одночасно зі шпурами у вибої виробки при її проведенні. Застосування ВЩР дозволяє зменшити величину здимання підосви в окремих випадках в 1,8 - 3,0 рази.

Недоліками способу є те, що при його застосуванні зсув порід покрівлі збільшуються в 1,1-1,15 рази, а також поєднання його проведення з операціями по проведенню виробки. Безремонтне підтримання виробки забезпечується при величині здимання до 0,8-1,2 м, а при більшій величині - необхідно проводити повторне розвантаження підосви.

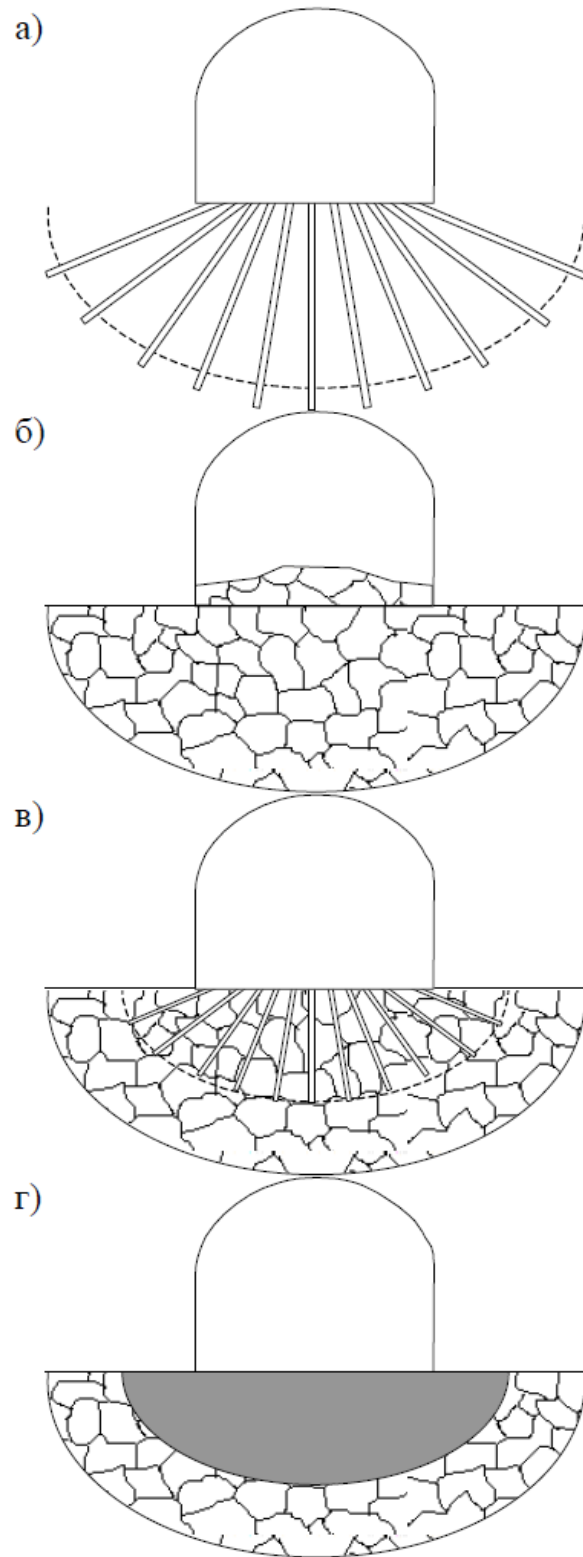
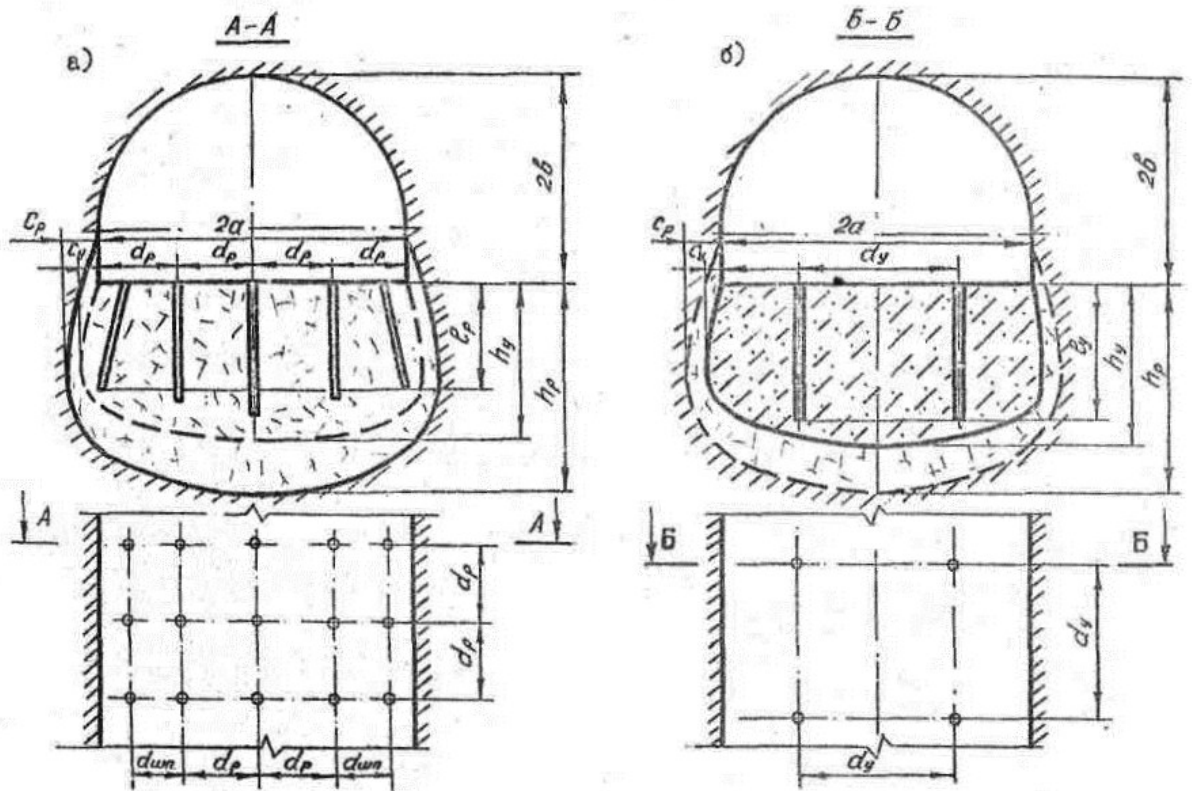


Рисунок 4.2 – Спосіб боротьби зі здиманням із штучним створенням в підшві виробки демпферного і несучого шарів: (1- демпферна зона; 2- полімерна плівка; 3- укріплена зона; 4- шпури для нагнітання розчину)



а) для разгрузки пород; б) для упрочнения пород

Рисунок 4.3 – Схема розташування шпурів в підшві при активному розвантаженні з подальшим зміцненням

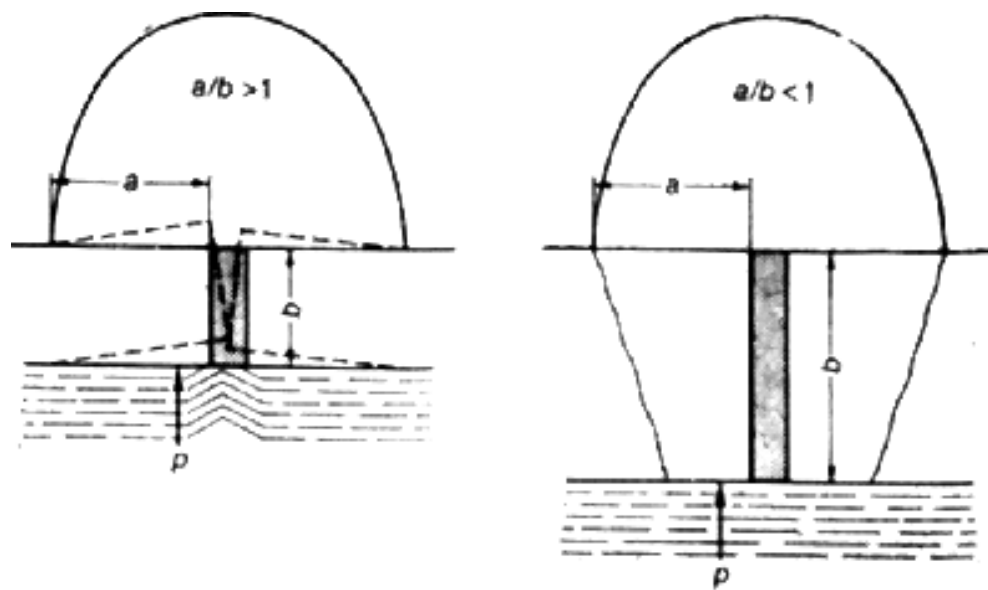


Рисунок 4.4– Устрій розвантажувальних щілин

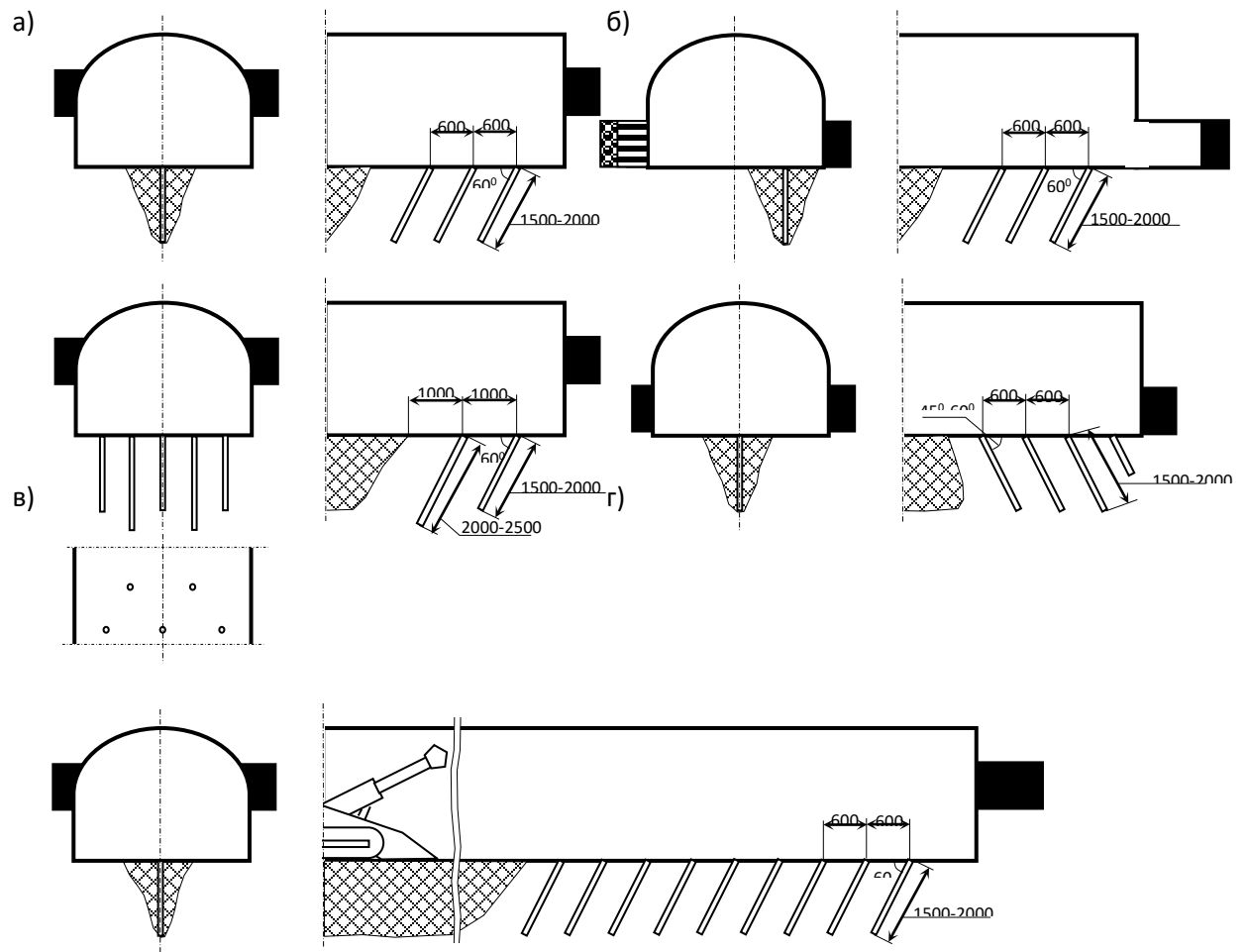


Рисунок 4.5— Вибухоцілинний спосіб розвантаження підосви при проведенні підготовчої виробки буропідричних способом (одиначної виробки (а, в), проведенні виробки слідом за лавою (б); при застосуванні для буріння шпурів бурових установок БУЕ-1, ЕБГ (г)) і при проведенні виробки комбайновим способом (д)

Буріння розвантажувальних свердловин (рис. 4.6) застосовується при проведенні підготовчих виробок на великих глибинах (понад 600 м). Характеризується дуже великим об'ємом буріння (розвантажувальні свердловини в боках виробки діаметром 250-400 мм і довжиною 8-10 м буряться через 20-40 см по довжині виробки).

Замкнуте кріплення (рис. 4.7) застосовується в основних підготовчих виробках з дуже слабкими або глинистими породами підшоши.

Підривка підшоши машинами (рис. 4.8) застосовується як найпростіший і ефективний спосіб при спучених породах.

Застосування розвантажувального (камуфлетного) підривання не забезпечує ефективного захисту від здимання, оскільки після проведення підривання зростає утворення тріщин в боках і підшві виробки і можливе повторне видавлювання порід.

Посилення основного кріплення виробок малоефективне, оскільки запобігти здиманню підшоши підготовчих виробок, що почалося в зоні впливу очисних робіт, практично неможливо.

Оцінити ефективність вищенаведеного заходів в певних умовах досить складно. Для цього необхідне проведення шахтних експериментів, що на даному етапі досліджень неможливо. Тому скористаємося рекомендаціями по цим способам, які дані в роботі [7]. Згідно представленої інформації (табл. 4.1) ці заходи мають різну ефективність і область застосування.

Деякі з представлених засобів боротьби з обдиманням не рекомендовані в підготовчих виробках, що звужує число можливих заходів. Таким чином, залишаються: застосування кріплення посилення, анкерування підшоши, вибухоцільне і свердловинне розвантаження. Кріплення посилення в даних умовах вже застосовується, також як і анкерування. Це дозволило лише частково зменшити зміщення порід підшоши, але не нижче допустимих. Таким чином, залишається проведення розвантаження порід. В

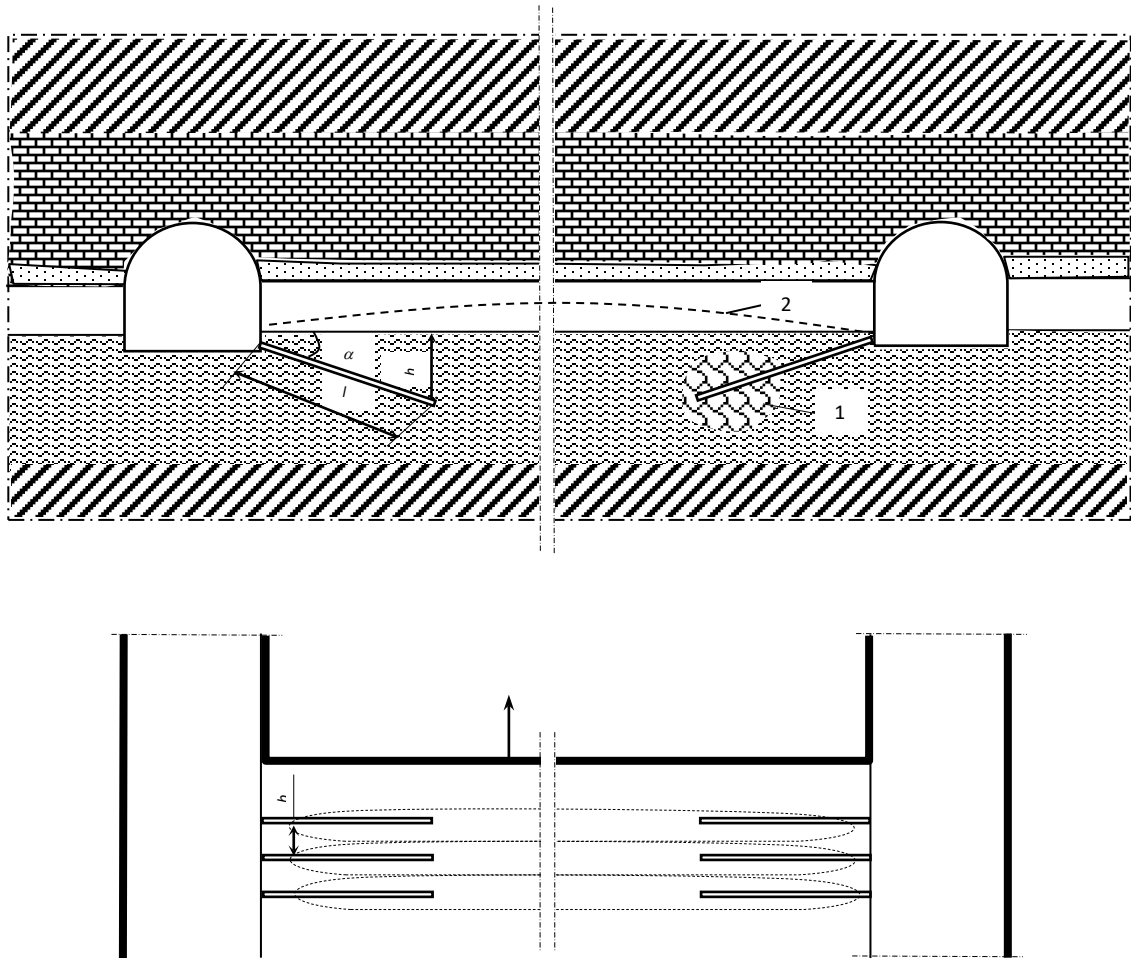


Рисунок 4.6– Схема управління покрівлею шляхом інтенсифікації здимання порід підпошви: 1-зона розпушених порід після вибуху; 2-положення підпошви після набрякання порід під впливом рідини; α - кут нахилу свердловини в підпошві пласта; l -довжина свердловини; h -відстань від гирла свердловини до підпошви пласта; b -відстань між свердловинами

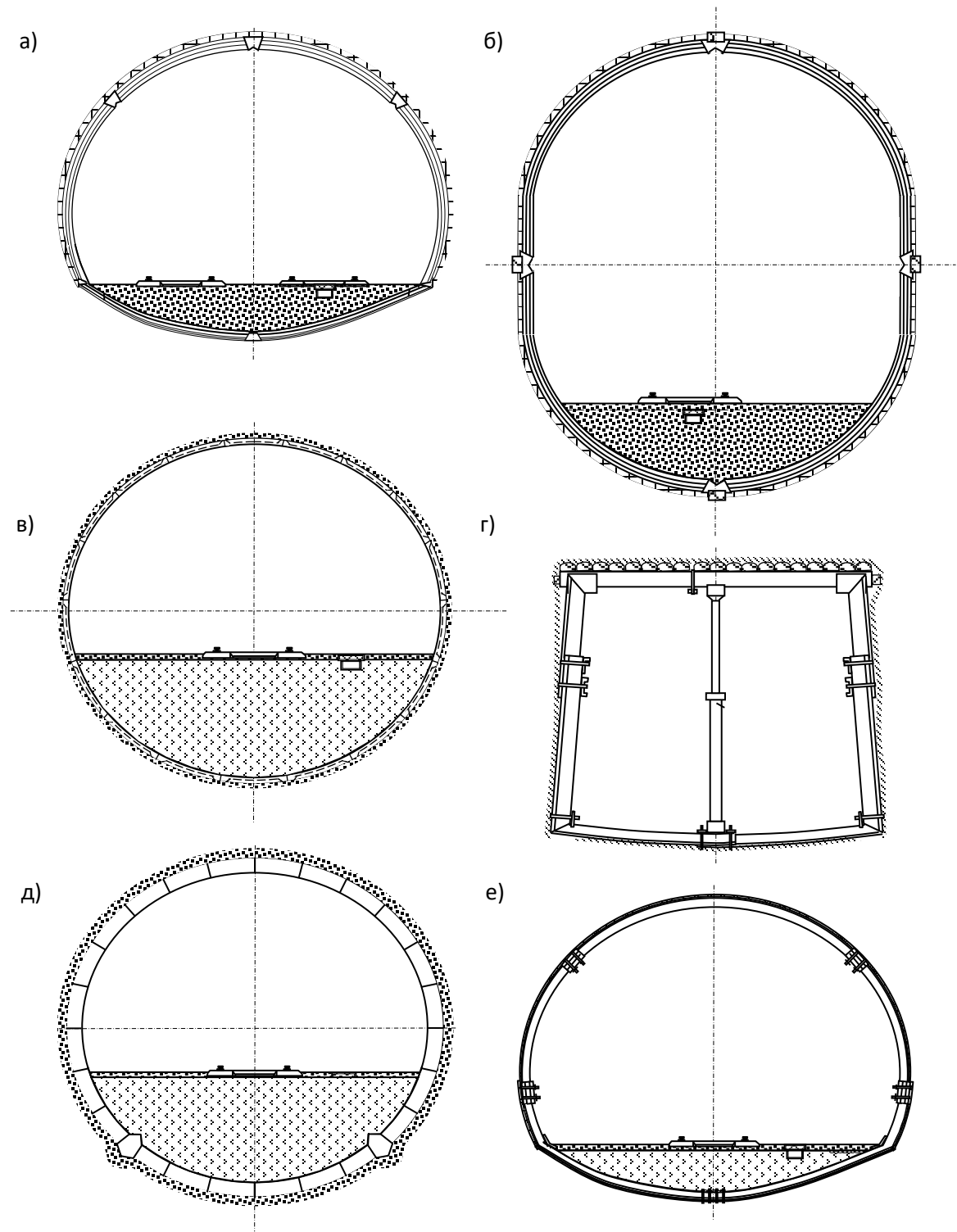


Рисунок 4.7– Замкнені конструкції кріплення: а- шарнірне арочне залізобетонне кріплення; б — шарнірне еліптичне залізобетонне кріплення; в- гладкостінне тюрінгове залізобетонне кріплення; г- металеве трапецієподібне піддатливе кріплення з лежнем; д— блокове кільцеве бетонне кріплення; е — металеве піддатливе арочне кріплення зі зворотним склепінням

Таблиця 4.1 – Заходи щодо зменшення зсувів підосви виробки.

Заходи	Область застосування	Ефективність заходу
Кріплення посилення.	Підготовчі та підготовлюючі виробки	1. Зменшення $U_{\text{П}}$ в підготовлюючих виробках відповідно до величини $K_{\text{УС}}$. 2. Зменшення U_1 (U_2) в підготовчих виробках в 1,3 - 2 рази (див. пояснення нижче).
Анкерування підосви в момент проведення виробки.	Підготовчі і підготовлюючі виробки, якщо цей захід повністю виключає підрижку підосви.	Зменшення $U_{\text{П}}$ відповідно до величини $K_{\text{АНК}}$
Застосування замкнутих рамних кріплень, наприклад, КМП-К4 (КМП-К6), КЗС.	Підготовлюючі виробки, глинисті породи підосви.	Зменшення $U_{\text{П}}$ на 500 мм.
Активна розвантаження підосви з подальшим її зміцненням ($A_{\text{рпу}}$).	Підготовлюючі виробки.	Зменшення $U_{\text{П}}$ в 2-3 рази.
Вибухощелева розвантаження підосви (ВЩР):	Підготовлюючі та підготовчі виробки, які проводять в масиві. -рівномірний та вгнутий характер здимання підосви; -односторонній характер здимання підосви; -випуклий характер здимання підосви; -будь характер здимання.	1. Зменшення $U_{\text{П}}$ в підготовчих виробках в 2-3 рази. 2. Зменшення V_0 в 2 рази в підготовчих (дільничних) виробках. 3. При застосуванні компенсаційної щілини, поєднаної з підриванням підосви, наступні зміщення зменшуються в 2 рази.
Свердловинна розвантаження.	Пластові підготовлюючі і підготовчі виробки.	Зменшення $U_{\text{П}}$ в 2-3 рази збільшення $U_{\text{К}}$ на $d/2$, где d - діаметр свердловини.



Рисунок 4.8– Фотографії з місць проведення підрибок підосви

іншому випадку необхідно буде проведення трьох-п'ятиразове підрибок на готельних ділянках виробки.

Розрахунок зміщень порід покрівлі та підосви у виробці у проходці при застосуванні ВЦР показав, що їх зменшення буде несуттєвим (рис. 4.9). Для способу свердловинного розвантаження ситуація буде дещо кращою (рис. 4.10). В останньому випадку число підрибок буде зменшено до однієї-двох. Причому ці підрибки будуть здійснюватися поза зоною впливу лави, не заважаючи роботі очисного вибою. Перша – по всій довжині лави зразу після проведення виробки, а друга на ділянці 1,5 км позаду лави, у міру її просування.

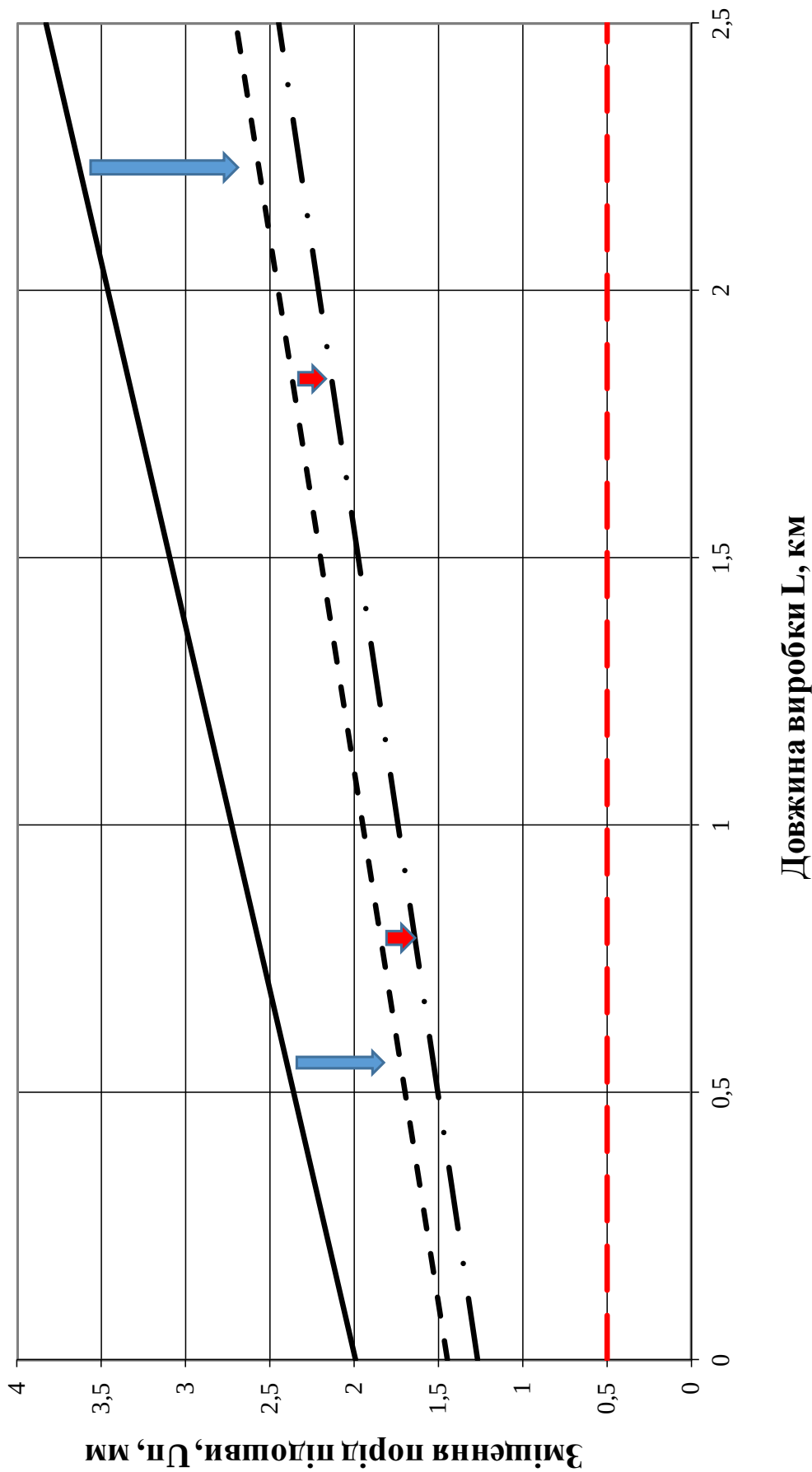


Рисунок 4.9 – Діаграма зсувів порід підпошки конвеєрного штреку при застосуванні ВЩР

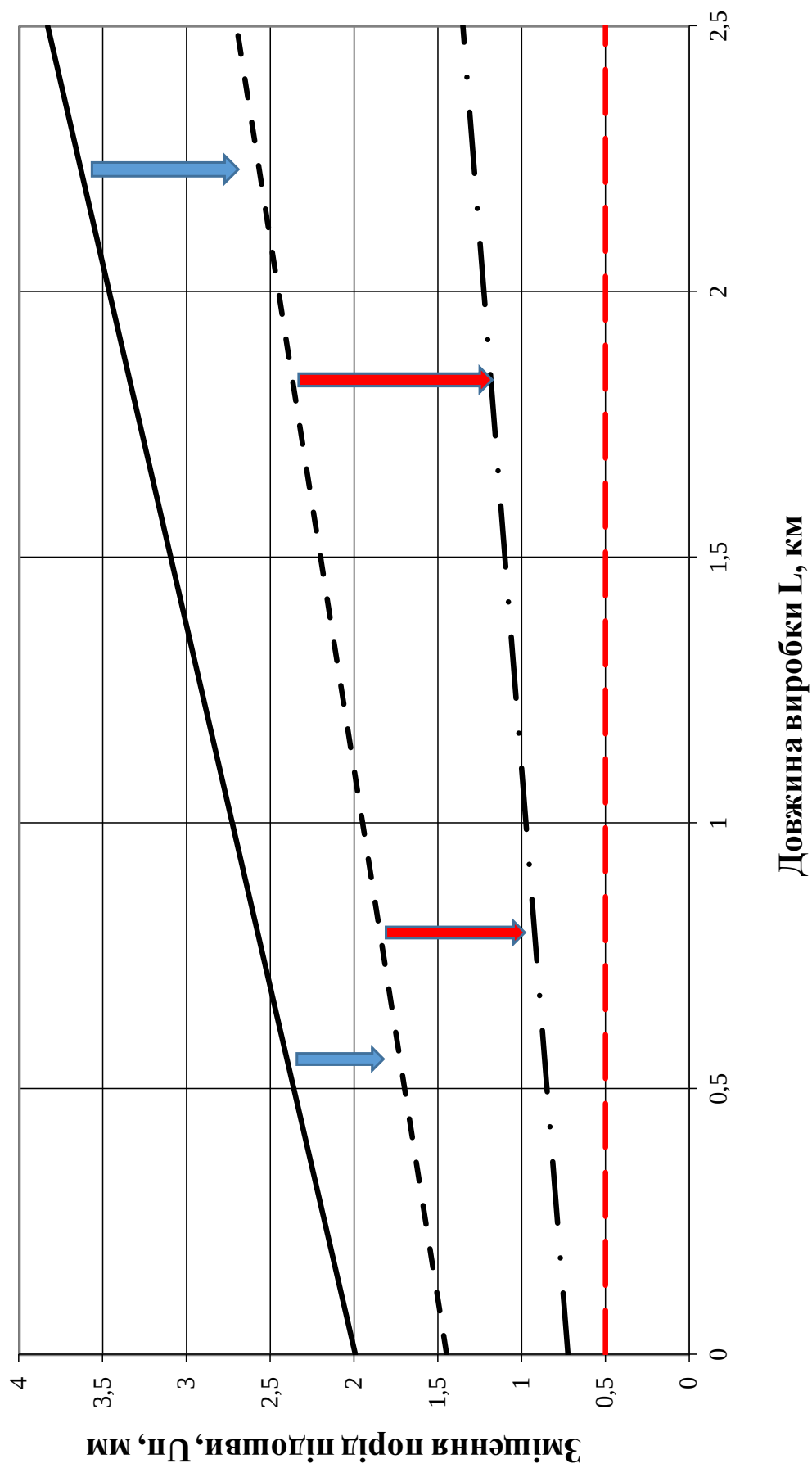


Рисунок 4.10 – Діаграма зсувів порід підшви конвеєрного штреку при застосуванні свердловини розвантаження

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СВЕРДЛОВИННОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ В УМОВАХ ПЛАСТА d_4

Основними параметрами зони розвантаження навколо виробки при її проведенні є довжина щілини ($l_{щ}$) та її потужність ($m_{щ}$). Вони визначаються за нижче наведеною методикою.

Оптимальна довжина щілини визначається виразом [8]

$$l_{щ} = 0,75b, \quad (5.1)$$

де b - ширина виробки, м;

а висота для повного розвантаження:

- поза зоною впливу лави:

$$m_{щ} \geq 1,14 \frac{U_{\kappa_1} + U_{n_1}}{2}; \quad (5.2)$$

- у зоні впливу лави:

$$m_{щ} \geq 1,14 \frac{U_{\kappa}^o + U_n^o}{2}. \quad (5.3)$$

У виразах (5.2), (5.3) зсуви покрівлі та підосви [8]:

- поза зоною опорного тиску:

$$U_{\kappa_1} = 0,5K_{s\kappa_1}b, \quad (5.4)$$

$$U_{n_1} = 0,5K_{sn_1}b; \quad (5.5)$$

$$K_s = 0,005 \cdot K_{\sigma} \cdot \frac{H}{\sigma} - 0,025 \quad (5.6)$$

$$K_{\sigma} = 1;$$

- у зоні опорного тиску:

$$U_{\kappa} = 0,5K_{sk}b, \quad (5.7)$$

$$U_n = 0,5K_{sn}b, \quad (5.8)$$

$$K_s = 0,017 \frac{H}{\sigma} - 0,0002 \cdot \left(\frac{H}{\sigma_c} \right)^2 - 0,025. \quad (5.9)$$

$$K_{\sigma} = 3,851 - 0,043 \frac{H}{\sigma_c}. \quad (5.10)$$

Зсув покрівлі, підосви після утворення щілини [8]:

- поза зоною впливу лави:

$$U_{\kappa_1}^o = U_{\kappa_1} (1 + 0,12l), \quad (5.11)$$

$$U_{n_1}^o = U_{n_1} (1 - 0,3l); \quad (5.12)$$

- в зоні впливу лави:

$$U_{\kappa}^o = U_{\kappa} (1 + 0,12l), \quad (5.13)$$

$$U_n^o = U_n (1 - 0,3l). \quad (5.14)$$

Параметр l , визначається виразом

$$l = \frac{4l_{щ}}{b}, \quad (5.15)$$

де $l_{щ}$ – довжина щілини, м.

Опір ціликів між свердловинами характеризується коефіцієнтом

$$k_{скв} = \frac{\pi d n}{4}, \quad (5.16)$$

де d - діаметр свердловин, приблизно дорівнює висоті щілини; n - число рядів свердловин за потужністю пласта.

При розвантаженні свердловинами зсуви складуть [8]

$$U_{\kappa_p}^o = U_{\kappa} (1 + 0,12lk_{\text{скг}}), \quad (5.17)$$

$$U_{n_p}^o = U_n (1 - 0,3lk_{\text{скг}}). \quad (5.18)$$

Кут розвантаження

$$\varphi = 2 \left(\arctg \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_p B} \right) - 45^\circ \right), \quad (5.19)$$

де σ_p - межа міцності породи на розтягування, МПа; B – коефіцієнт, що визначається виразом [8]

$$B = \sqrt{\frac{\sigma_c}{\sigma_p} + 1} - 1 \quad (5.20)$$

Ширина зони розвантаження з боку повстання

$$B_{\text{зг}} = \frac{\left(l_{\text{с}} - \frac{m}{\cos \alpha} \right) \sin(90^\circ - \varphi)}{\sin(\varphi + \alpha)} \quad (5.21)$$

і з боку падіння –

$$B_{\text{зн}} = \frac{\left(l_n - \frac{m}{\cos \alpha} \right) \sin(90^\circ - \varphi)}{\sin(\varphi + \alpha)}, \quad (5.22)$$

де $l_{\text{с}}$ і l_n - висота виробки, відповідно, з боку падіння та повстання, м (визначається графічно).

З виразів (5.1)-(5.22) розрахуємо параметри свердловинного розвантаження навколо виробки.

1. Визначаємо показники:

$$\frac{H}{\sigma_{c_{\kappa}}} = 1250/52,5 = 24; \quad \frac{H}{\sigma_{c_n}} = 1250/50 = 25.$$

Приймаємо загальний $\frac{H}{\sigma_{c_k}} = \approx 25;$

2. Приймаємо довжину щілини $0,75b$

$$l_{щ} = 0,75 \cdot 5,71 = 4,3 \text{ м.}$$

3. Визначаємо зсув порід у виробку без проведення розвантажувальних робіт

- поза зоною опорного тиску ($K_\sigma = 1$)

$$K_{S_k} = 0,005 \cdot 1 \cdot 25 - 0,025 = 0,1,$$

$$U_{\kappa_1} = U_{n_1} = 0,5 \cdot 0,1 \cdot 5,71 = 0,14 \text{ м;}$$

- в зоні опорного тиску:

$$K_{S_k} = 0,017 \cdot 25 - 0,0002 \cdot 25^2 - 0,025 = 0,28,$$

$$U_\kappa = U_n = 0,5 \cdot 0,28 \cdot 5,71 = 0,8 \text{ м;}$$

4. Параметр l

$$l = \frac{4 \cdot 4,3}{5,71} = 3,0,$$

а коефіцієнт, що характеризує опір ціликів між свердловинами

$$k_{скв} = \frac{3,14 \cdot 0,6 \cdot 1}{4} = 0,47.$$

5. Зсуви порід покрівлі і підосви після утворення щілини:

- поза зоною впливу лави:

$$U_{\kappa_1}^o = U_{n_1}^o = 0,14 \cdot (1 + 0,12 \cdot 3,0) = 0,19 \text{ м,}$$

- в зоні впливу лави:

$$U_\kappa^o = U_n^o = 0,8 \cdot (1 - 0,3 \cdot 3,0) = 0,08 \text{ м.}$$

6. Висота щілини для повного розвантаження:

- поза зоною впливу лави:

$$m_{щ} \geq 1,14 \frac{0,19 + 0,19}{2} = 0,22 \text{ м;}$$

- у зоні впливу лави:

$$m_{\text{ш}} \geq 1,14 \frac{0,08 + 0,08}{2} = 0,09 \text{ м.}$$

приймаємо $m_{\text{ш}} = 0,25 \text{ м.}$

9. Визначаємо зсуви порід

$$U_{\kappa}^o = 0,14 \cdot (1 + 0,12 \cdot 0,47 \cdot 3,0) = 0,16 \text{ м,}$$

$$U_n^o = 0,8 \cdot (1 - 0,3 \cdot 0,47 \cdot 3,0) = 0,46 \text{ м.}$$

11. Визначаємо кут розвантаження масиву

$$\varphi = 2 \left(\arctg \left(\frac{50}{5 \cdot 2,7} \right) - 45^\circ \right) = 63^\circ.$$

13. Визначаємо зону розвантаження:

$$B_{\text{зг}} = \frac{\left(4,46 - \frac{1,6}{\cos 6^\circ} \right) \sin(90^\circ - 63^\circ)}{\sin(63^\circ + 6^\circ)} = 1,34 \text{ м.}$$

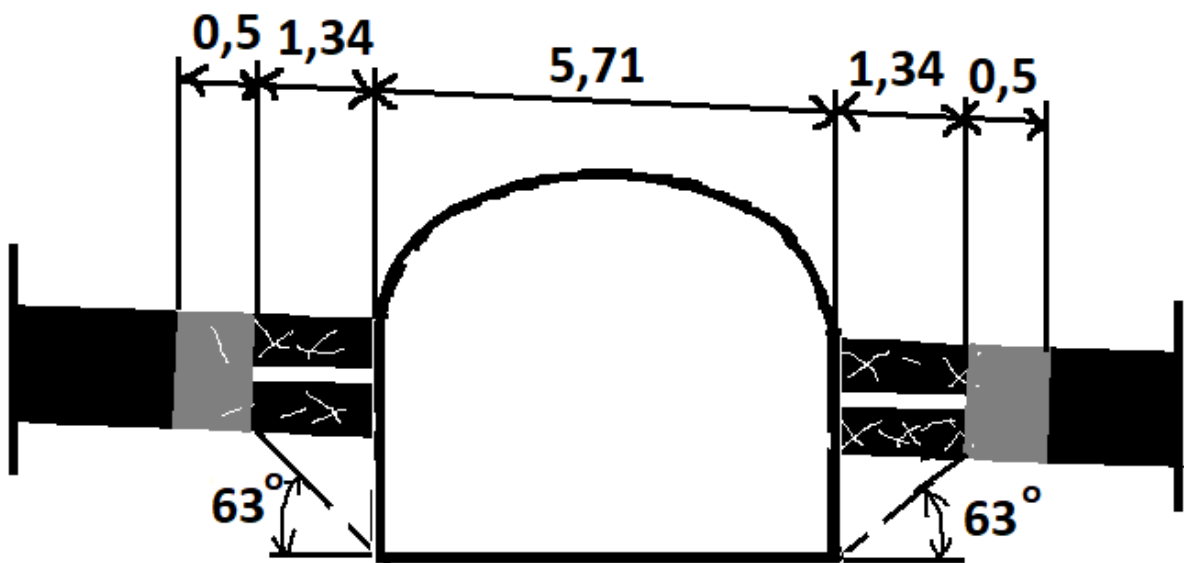


Рисунок 5.1 - Схема розвантаження масиву порід свердловинами

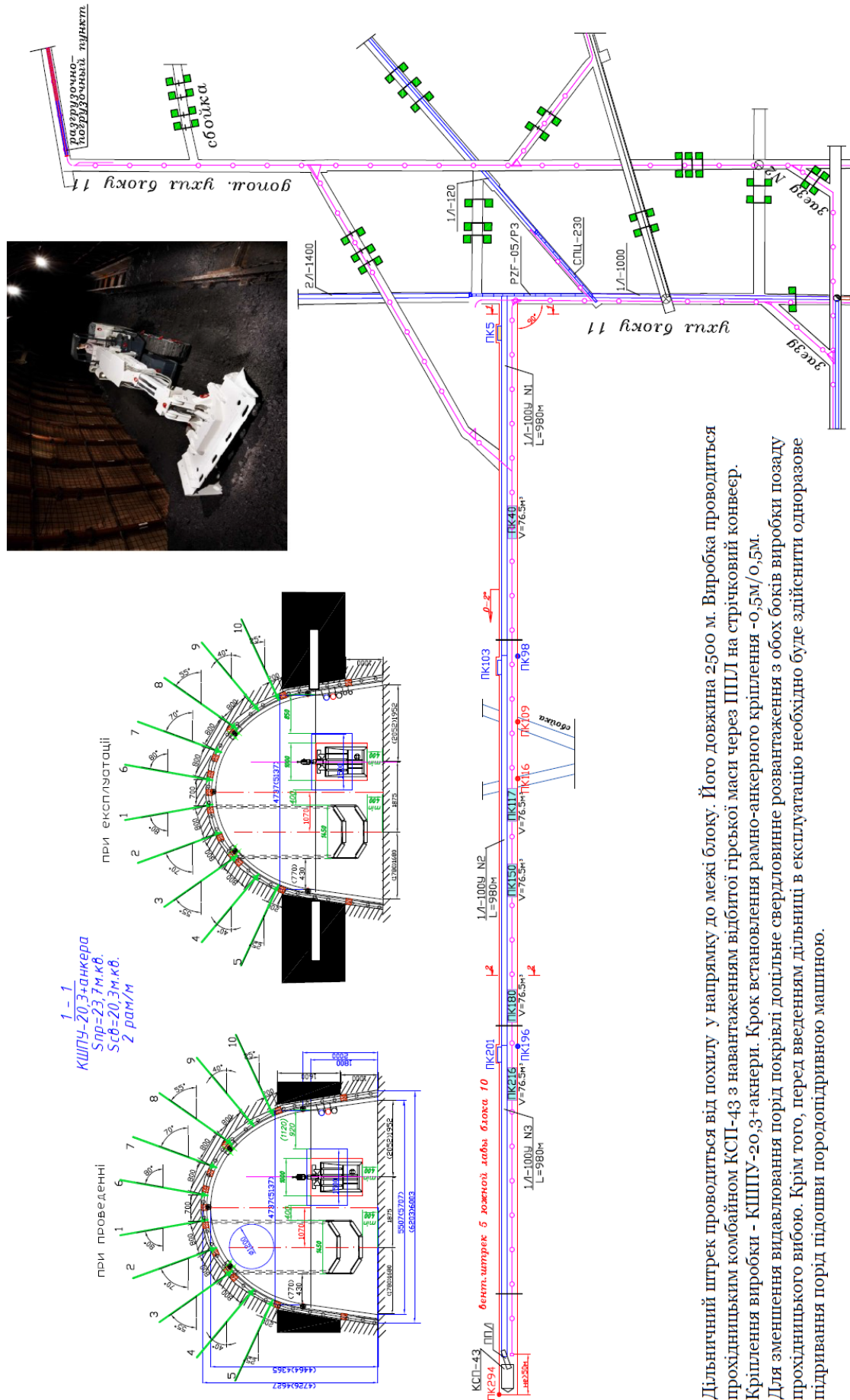


Рисунок 5.2 - Схема проведения конвейерного штреку с учетом заходов охраны

6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ

Система управління охороною праці на ПрАТ "Шахтоуправління "Покровське" сприяло позитивному впливу на формування свідомості робочої людини, його розумінню безпеки праці, на виконання роботи без порушень і травм відповідно до вимог нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки.

Система управління охороною праці включає в себе широкий спектр функцій структурних підрозділів вугільної компанії і працівників в системі управління охороною праці. Вона формує свідомість робочої людини, розвиває відповідальність за виконання наряду на зміну відповідно паспорту із застосуванням заходів безпеки та засобів захисту, передбачених технічним паспортом, інструкціями та правилами. При цьому застосовується сукупність заходів, дії яких пов'язані між собою загальною метою, завданнями та функціями.

Для удосконалення методики управління трудовим колективом і кожним шахтарем на шахті здійснюється широкий комплекс заходів, спрямованих на здоровий спосіб життя, підвищення рівня технічних знань, розвиток старанності, працьовитості, відповідальності за себе і поруч працюючої людини, суворе дотримання заходів безпеки на виробництві та формування свідомості трудового колективу на високопродуктивну, усвідомлену працю.

Крім того, «Система управління охороною праці...» передбачає «Положення про стимулювання робіт з охорони праці», яке визначає джерело матеріального стимулювання охорони праці, заохочення за сумлінну працю, відповідальність за забезпечення безпеки праці, формування прогресивної системи оплати праці та умов преміювання за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо по-підвищенню безпеки і поліпшенню умов праці на виробничих ділянках шахти. Розмір преміювання за

підсумками роботи з охорони праці за квартал становить 30 000 грн. Позитивний результат в забезпеченні організації безпечного ведення гірничих робіт, підвищення рівня видобутку вугілля надали ряд розроблених службою охорони праці положень і заходів, а саме:

- Матриця безпечного виробництва в умовах шахти на ПрАТ "Шахтоуправління "Покровське", мета якої забезпечити виконання договірною обсягу роботи з видобутку вугілля або проведення гірничих виробок якісно, без порушень безпечної технології, «Паспортів ...» і без шкоди здоров'я якісно і в узгоджені терміни. В основу матриці поставлений людський фактор: підготовка кадрів, розвиток свідомості і мотивація до виконання поставленого завдання. Визначено стратегічні і тактичні цілі виробничої ділянки, що включають в себе створення творчих і безпечних умов на робочих місцях ділянки, дотримання в повній мірі «нарядної системи» і «Системи управління охороною праці у вугільній компанії ...» обома сторонами - «Правлінням... » і « Трудовим колективом ... » вугільної компанії. Розроблено структуру безпечної організації робіт бригадами по ПрАТ "Шахтоуправління "Покровське", яка забезпечує позмінний бригадний контроль: начальниками змін виробничої служби та служби охорони праці, помічниками начальника дільниці ВТБ, гірничими диспетчерами, черговими механіками, ІТП ділянок ВР і «Прогноз» під керівництвом добової відповідальної особи від керівництва вугільної компанії згідно затвердженого графіка.

- Положення про зупинку ведення гірничих робіт і відновлення їх у гірничих виробках гірничого відводу "Шахтоуправління" Покровське ", яке класифікує основні порушення ведення гірничих робіт, встановлює порядок виявлення порушень, усунення порушень і відновлення роботи після зупинки, а також визначає заходи впливу на колектив ділянки щодо попередження зупинок і ведення гірничих робіт з грубими порушеннями техніки безпеки та нормативних актів про охорону праці, які передбачають передачу матеріалів до

слідчих органів за грубі порушення техніки безпеки, заподіяння шкоди підприємству і шкоди здоров'ю в результаті отриманої травми, позбавлення прогресивної оплати праці, усунення від роботи змінного ланки робітників ділянки, в якому допущені порушення і травматизм, спрямування в навчально-курсовий комбінат на навчання за 24-х годинною програмою з подальшою задачею іспиту на право подальшого продовження роботи за своєю професією в умовах гірничого відведення шахти.

- Положення про отримання ліцензії на право ведення гірничих робіт в умовах гірничого відводу "Шахтоуправління" Покровськ" бригадами прохідників, гірників очисного забою, гірничомонтажників, електрослюсарів. Це положення є внутрішнім правовим документом господарської діяльності вугільної компанії. Ліцензія - це внутрішньошахтний правовий документ, що дає право бригаді ГРОЗ, прохідників, гірничомонтажників, електрослюсарів на ведення гірничих робіт в лаві, прохідницькому забої, розрізі відповідно до затверджених паспортами з прогресивною оплатою праці. При отриманні негативної оцінки, незадовільних знаннях нормативних документів з охорони праці бригада розформовується і члени бригади з їх згоди переводяться на інші виробничі ділянки з меншою небезпекою і складністю роботи до повторного підтвердження, протягом 15 днів, позитивних знань за професією і практичних навичок з оплатою по виконуваний роботі.

- Наказом по шахтоуправлінню все робочі місця, гірничі вироби, гірничо-шахтне обладнання, електроапаратура, кабельні мережі по ділянках і шахті закріплені за відповідальними особам, які несуть відповідальність за підтримання їх в безпечному, безаварійному стані.

- Розроблено комплексний план щодо поліпшення умов праці та стану охорони праці, програми розвитку гірничих робіт, згідно з якими розроблені графіки і проводиться обстеження гірничого господарства і об'єктів поверхні по виявленню відступів і порушень охорони праці та техніки безпеки, стану екології. Виявлені порушення розглядаються на засіданні постійно

діючої комісії, вживаються заходи щодо попередження порушень та заходи впливу на осіб, які допустили порушення охорони праці та техніки безпеки.

В основу виробничої політики, що проводиться шахтоуправлінням, поставлено людську працю, який своєю творчою, безпечною працею забезпечує добробут своєї сім'ї і благополуччя підприємства.

Щорічно по шахті розробляється комплексний план заходів щодо створення здорових умов праці, щодо поліпшення умов праці, зниження шкідливих і небезпечних факторів. Так само на кожній ділянці на місяць і квартал розробляються організаційно-технічні заходи щодо поліпшення стану охорони праці, попередження виробничого травматизму і аварійності, поліпшенню промсанітарії. Виконання заходів, забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту дозволило шахті при зростанні видобутку з року в рік зменшити число травмованих на виробництві за десять років, а також зменшити число випадків профзахворювань.

Незважаючи на високий рівень організації виробництва, системи управління охороною праці і високий рівень кваліфікації робочого персоналу, на шахті все ж трапляються випадки виробничого травматизму. Це пояснюється тим, що крім виробничих і управлінських факторів на стан травматизму впливає також особистісний фактор.

При аналізі випадків виробничого травматизму по шахті за 10 років з деякими винятками спостерігається тенденція на зниження його рівня. Це видно з графіка зростання виробничого травматизму (рис. 6.1).

Випадки виробничого травматизму трапляються як в підземних виробках, так і на поверхні, тобто гірничо-геологічний фактор і фактор підземної механізації не можна вважати єдиними факторами травматизму.

В цілому розроблені заходи щодо поліпшення умов праці та зменшення виробничого травматизму на підприємстві. Основні заходи представлені в табличній формі (табл. 6.1-6.5).

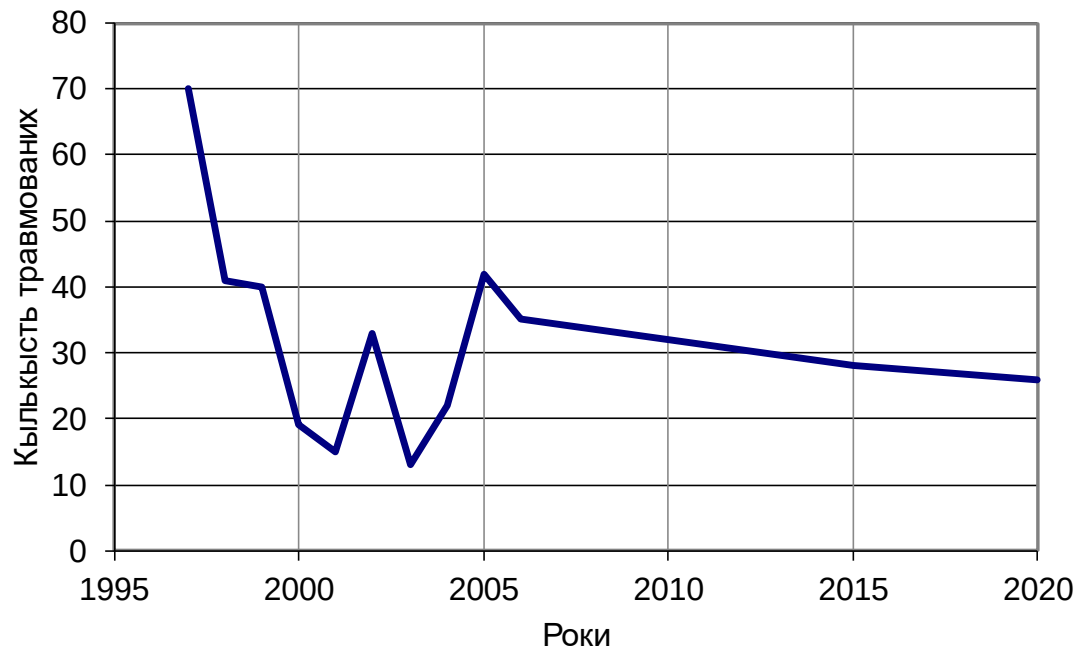


Рисунок 6.1 – Графік зміни виробничого травматизму в період з 1997 по 2020 рр.

Таблиця 6.1 – Заходи щодо попередження загазування гірничих виробок

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
1	Забезпечити не менше розрахункової кількості повітря для провітрювання виїмкової ділянки, згідно з розрахунком, затвердженим головним інженером	Весь період ведення робіт	Начальник ділянки ВТБ	Головний інженер
2	Кожен очисний вибій разом з пов'язаними з нього підготовчими виробками повинен провітрюватися відокремленим струменем повітря	Весь період ведення робіт	Начальник ділянки ВТБ	Головний інженер

Продовження табл. 6.1

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
3	Забезпечити дегазацію пластів - супутників і виробленого простору за допомогою свердловин, пробурених за очисним забоєм	Весь період ведення робіт	Начальник дільниці «Дегазація»	Головний інженер
4	Забезпечити щодобовий контроль за станом провітрювання і газової обстановки на виїмковій ділянці гірськими майстрами дільниці ВТБ	Весь період ведення робіт	Начальник дільниці ВТБ	Головний інженер
5	Забороняється захащувати вентиляційні пристрої, вироблення кріпильними і іншими матеріалами	Весь період ведення робіт	Нагляд видобувної дільниці, нагляд дільниці ВТБ	Начальник дільниці з видобутку, начальник дільниці ВТБ
6	У разі неможливості забезпечення необхідної витрати повітря для розмивання шарових і місцевих скупчень метану на небезпечних ділянках виробок повинні застосовуватися способи місцевого збільшення швидкості повітря: установка додаткових ВМП, перемичок (вітрил)	У разі неможливості забезпечення необхідної витрати повітря	Нагляд видобувної дільниці, нагляд дільниці ВТБ	Начальник видобувної дільниці, начальник дільниці ВТБ
7	Забезпечити працездатність апаратури АГК для забезпечення безперервного контролю метану на ділянці	Весь період ведення робіт	Механік дільниці, механік дільниці ВТБ	Начальник видобувної дільниці, начальник дільниці ВТБ

Продовження табл. 6.1

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
8	Прилади контролю складу повітря всіх типів повинні перевірятися на працездатність і точність градування або настройки відповідно до заводських інструкцій.	згідно з вимогами заводських інструкцій	Механік дільниці ВТБ	Начальник дільниці ВТБ
9	При відпрацюванні лави не допускати перевищення добового навантаження на очисний вибір вище розрахункової по газовому фактору.	Весь період ведення робіт	Начальник добувної дільниці	Начальник дільниці ВТБ
10	У разі перевищення концентрації метану вище допустимих норм, необхідно відключити електроенергію, вивести всіх людей на свіжий струмінь повітря, доповісти гірничому диспетчеру і особі старшого нагляду ділянки, виставити пости і заборонні знаки, з'ясувати причину загазування і вжити заходів щодо зниження концентрації газу метану до допустимої норми .	У разі перевищення концентрації метану вище допустимих норм	Нагляд видобувної дільниці, нагляд дільниці ВТБ	Начальник видобувної дільниці, начальник дільниці ВТБ

Продовження табл. 6.1

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
11	Попередження та ліквідацію скупчень метану в очисних виробках у виїмкової механізму здійснювати за рахунок загального збільшення швидкості повітря у виробці або місцевого (у виїмкової механізму) перерозподілу повітряного потоку в робочому просторі лави за допомогою додаткових джерел тяги (ежекторів і т.п.)	У разі перевищення концентрації метану вище допустимих норм	Нагляд видобувної ділянки, нагляд ділянки ВТБ	Начальник видобувної ділянки, начальник ділянки ВТБ
12	З даними заходами ознайомити робітників і ІТР видобувної ділянки під розпис	До початку ведення робіт	старший нагляд ділянки	Начальник видобувної ділянки

Таблиця 6.2 – Заходи щодо попередження та локалізації вибухів вугільного пилу

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
1	Забезпечити виконання заходів щодо попередження вибухів вугільного пилу відповідно до графіка, розробленого ділянкою ВТБ	Постійно	Нагляд видобувної ділянки	Начальник видобувної ділянки
2	Здійснювати контроль пиловихобезпеки гірничих виробок - посадовими особами ділянки (щозміни), посадовими особами ділянки ВТБ (щодоби)	В ході ведення робіт	Нагляд видобувної ділянки, нагляд ділянки ВТБ	Начальник видобувної ділянки, начальник ділянки ВТБ

Продовження табл. 6.2

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
3	Забороняється робота гірських машин, при роботі яких утворюється пил, без засобів пилопригнічення, а так само коли конструкція і параметри роботи цих засобів не відповідають вимогам посібників з експлуатації, або в разі несправності блокування, що перешкоджає пуску машини при порушенні пилопригнічення.	Постійно	Механік видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці
4	Сланцеві заслони розміщувати на прямолінійних ділянках виробок з витриманим перетином. Заборонено встановлювати заслони на ділянках виробок, що мають порожнини за кріпленням (куполи, старі погашені вироблення і т.п.)	Весь період ведення робіт	Нагляд видобувної дільниці, нагляд дільниці ВТБ	Начальник видобувної дільниці, начальник дільниці ВТБ
5	Забезпечити збереження та справність заслонів у виробках ділянки	Весь період ведення робіт	Нагляд видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці
6	Розробляти графіки виконання заходів щодо попередження вибухів вугільного пилу, стверджувати головним інженером і направляти начальнику дільниці	Щокварта лу	Начальник участка ВТБ	Головний інженер
7	З даними заходами ознайомити робітників і ІТП видобувної дільниці під розпис	До начала ведения работ	Нагляд видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці

Таблиця 6.3 – Заходи щодо попередження завалів гірничих виробок

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
1	До початку ведення робіт з виїмки вугілля необхідно провести за нормативними документами розрахунок щільності установки привибійної кріплення відповідно до гірничо - геологічними умовами.	До начала ведення работ по выемке угля	Зам.главного інженера по технології, начальник ділянки	Головний інженер
2	Кріплення та управління покрівлею виконувати суворо до паспорта, затвердженого головним інженером	В ході ведення робіт	Нагляд видобувної ділянки	Начальник видобувної ділянки
3	Попереду очисного забою і за очисним забоєм встановлювати кріплення посилення відповідно до графічної частиною даного паспорта. Виробляти своєчасну заміну деформованих стійок кріплення посилення.	В ході ведення робіт	Нагляд видобувної ділянки	Начальник видобувної ділянки
4	У разі утворення вивалам порід покрівлі на сполученні очисного забою з виробленням, по кромці сполучення з випередженням кріплення сполучення на 3.0м встановлюється штангова кріплення.	У разі утворення вивалам порід покрівлі на сполученні і	Нагляд видобувної ділянки	Начальник видобувної ділянки
5	На сполученні штреку з лавою видаляти не більше такої кількості стійок кріплення штреку: при кроці кріплення 0.8м, 0.95 м, 1.0 м - не більше 2 шт .; при 0,67 м - не більше 3 шт .; при 0,5 м - не більше 4 шт	В ході ведення робіт	Нагляд видобувної ділянки	Начальник видобувної ділянки

Продовження табл. 6.3

№ п/п	Найменування заходів	Термін виконання	Особа, відповідальна за виконання	Особа, що контролює виконання
6	Після відходу лави стійки аркового кріплення відновлювати в обов'язковому порядку. При цьому величина нахлестки елементів кріплення в замковому з'єднанні повинна бути не більше 400 мм.	В ході ведення робіт	Нагляд видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці
7	Під час пересування секцій кріплення уникати значних (понад 100 мм) відривів перекриття від площини покрівлі щоб уникнути великого відшарування порід	Під час пересуван ня секцій кріплення	Нагляд видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці
8	Огляд виробок (перевірку стану кріплення, стійкості гірських порід, натягу анкерів) виробляти гірським майстрам - щозміни, а начальнику ділянки (заступнику, помічнику) - щодоби. У разі необхідності вживати негайних заходів щодо відновлення деформованої або вибитою кріплення, видалення відшарувалися шматків породи і вугілля.	В ході ведення робіт	Нагляд видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці
9	З даними заходами ознайомити робітників і ІТП видобувної дільниці під розпис	До початку ведення робіт	Нагляд видобувної дільниці	Начальник видобувної дільниці

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі здійснено аналіз умов відпрацювання пласта d₄ «Шахтоуправління «Покровське». Зроблено висновки про те, що технологічна схема шахти є сучасною, але є проблеми з підтриманням підготовчих виробок на великих глибинах. Ці виробки знаходяться у зоні впливу очисних робіт і потребують ремонтних робіт впродовж терміну підтримання. Для цього необхідно розглянути окремо питання підтримання підготовчих виробок.

Вивчено досвід підтримання підготовчих виробок в умовах підприємства. Для цього розглянуто дослідження науковців та інженерно-технічних працівників, які стали результатами чисельних наукових робіт. Встановлено, що на підприємстві використовуються сучасні рішення щодо охорони виробок позаду лави та на її сполученнях. Та все ж таки з ускладненням умов є необхідність вивчення причин порушення стійкості виробки на різних етапах її підтримання та впровадження заходів на кожному з цих етапів. Зокрема, на етапі проведення виробки.

Прогноз зміщень порід на контурі виробки, що знаходиться на глибині 1250 м показав, що зсуви будуть суттєвими. Найбільшу частку мають зміщення підосви. Це не дозволяє безремонтно підтримувати виробку.

Проаналізовано існуючі заходи охорони та зроблено висновок про те, що при наявних засобах дієвими можуть бути тільки вибухощільне розвантаження та розвантаження свердловинами. При неможливості повністю усунути зміщення нижче, ніж припустимі треба здійснювати підбивку підосви спеціальною машиною.

Вибухощільне розвантаження має тимчасовий ефект до змикання щілини, тому запропоноване свердловинне, для якого визначено параметри в умовах конвеєрного пластового штреку гор. 1250 м. На основі розрахунків було запропоновано паспорт проведення й охорони виробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Байсаров Л.В., Демченко А.И., Ильяшов М.А., Зборщик М.П., Яйцов А.А., Болбат В.А. Охрана штреков литыми полосам при разработке пологих пластов средней мощности// Ежемесячный научно-техн. журнал «Уголь Украины». - 2001. - №09. – с.3-6.
2. Демченко А.И. Разработка и обоснование способов обеспечения устойчивости выработок при интенсивной отработке угольных пластов. Дис.... канд. техн. наук: 05.15.02: ИФГП, Донецьк, 2005 – 140 с.
3. Кожушок О.Д. Обґрунтування параметрів комбінованої охоронної системи зростаючого опору для підтримання виїмкових штреків. Дис. ... канд. техн. наук: 05.15.02: ИФГП, Донецьк, 2009 – 199 с.
4. Указания по рациональному расположению, охране поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.
5. Геомеханические процессы в подготовительных выработках вне зоны влияния очистных работ / https://studopedia.ru/2_87818_pri-provedenii-podgotovitelnih-virabotok.html.
6. Авторский надзор за внедрением рациональных способов охраны подготовительных выработок, предотвращающих пучение почвы: Отчет о НИР (заключительный) / ДПИ. - Х-77-11; № ГР 76038286; Инв. №0282.0082385. - Донецк. - 1980. - 64 с.
7. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по курсу “Управление состоянием породного массива” (раздел “Подготавливающие и подготовительные выработки”) / Сост.: Н.Н.Гавриш, В.И.Пилюгин. – Донецк: ДонГТУ, 2001, - 102 с.
8. Методичні вказівки до проведення практичних занять з курсу «ОХОРОНА ГІРНИЧИХ ВИРОБОК» (для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності 184 Гірництво) / Негрій С.Г., Негрій Т.О., Чепіга Д.А. - Покровськ: ДонНТУ, 2020.- 227 с.