

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет «Гірничий»

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Розробки родовищ корисних копалин»

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____/ Ігор ЄФРЕМОВ./

“ ” _____ 2023 року

Випускна кваліфікаційна робота

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Дослідження та обґрунтування раціональних параметрів способу охорони і підтримання виїмкових виробок в умовах ПрАТ «ІШУ «Покровське»

Виконав: студент 2 курсу, групи РККзм-21

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

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Якунін С.С.

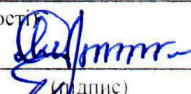
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н, доц., проф. Олександр НОСАЧ

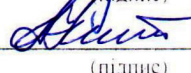
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рецензент _____

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



(підпис)

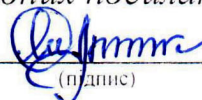


(підпис)

(підпис)

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

Студент _____


(підпис)

Покровськ – 2023р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет Гірничий

Кафедра Розробка родовищ корисних копалин

Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 184«Гірництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / Ігор ЄФРЕМОВ / “

_____” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

Якуніну Сергію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження та обґрунтування раціональних параметрів способу охорони і підтримання виїмкових виробок в умовах ПрАТ «ШУ «Покровське» керівник роботи д.т.н, доц., проф. Носач Олександр Костянтинович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом № 72 від 20.02.2023 року
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи матеріали практики: матеріали переддипломної практики
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: характеристика ПрАТ «ШУ «Покровське»; огляд способів охорони дільничих виробок, що використовуються повторно; вибір і обґрунтування раціонального варіанту підтримання конвеєрного штреку для його повторного використання.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): викопіювання з плану гірничих виробок, паспорт кріплення та управління покрівлею в очисному вибою, система розробки, результати порівняння

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: _____

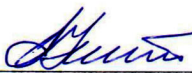
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика ПрАТ «ШУ «Покровське»	30.03.23	виконано
2	Огляд способів охорони дільничих виробок, що використовуються повторно	15.04.23	виконано
3	Вибір і обґрунтування раціонального варіанту підтримання конвеєрного штреку для його повторного використання	14.05.23	виконано
4	Оформлення роботи та підготовка до захисту	15.05.23	виконано

Студент


 (підпис)
Сергій ЯКУНІН
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)
Олександр НОСАЧ
(прізвище та ініціали)

АННОТАЦІЯ

Якунін С.С. Дослідження та обґрунтування раціональних параметрів способу охорони і підтримання виїмкових виробок в умовах ПрАТ «ШУ «Покровське» /Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 184 «Гірництво» (спеціалізація «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»). ДВНЗ ДонНТУ, Луцьк, 2023.

В магістерській роботі розглянута актуальна проблема багатьох гірничовидобувних підприємств, а саме забезпечення експлуатаційного стану виробок, що використовуються повторно при відробці вугільних пластів за допомогою комбінованої системи розробки.

Розглянуті гірничо-геологічні та гірничо-технічні умови відпрацювання вугільного пласта в умовах блоку 10 ПрАТ «ШУ «Покровське», проведено аналіз стану гірничої виробки, вивчені шахтні паспорти підтримання та ремонту.

На основі чого були запропоновані рішення на корегування параметрів з її охорони і підтримці, розраховані величини витрат на їх реалізацію та проведений порівняльний аналіз за економічним ефектом.

Ключові слова: виїмкова виробка, підтримання, засоби охорони, охоронна споруда.

ABSTRACT

Yakunin S.S. Study and substantiation of rational parameters of the method of protection and maintenance of extraction working in the conditions of PJSC "CG "Pokrovs'ke"./ Graduation qualification work for obtaining the educational degree "Master" in specialty 184 "Mining" (specialization "Development of deposits and extraction of minerals"). State Technical University DonNTU, Luts'k, 2023.

The master's thesis examines the current problem of many mining enterprises, namely, ensuring the operational condition of workings that are reused during the mining of coal seams using a combined development system.

The mining-geological and mining-technical conditions of working out the coal seam in the conditions of unit 10 of PJSC "SHU Pokrovske" were examined, the condition of the mining production was analyzed, mine passports for maintenance and repair were studied.

On the basis of this, solutions were proposed for adjusting the parameters for its protection and maintenance, the costs for their implementation were calculated, and a comparative analysis was carried out according to the economic effect.

Key words: excavation, maintenance, means of protection, security building

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШАХТУ	9
1.1 Розташування гірничо видобувного підприємства	9
1.2 Відпрацювання запасів	11
1.3 Геологічна характеристика шахтного поля	11
1.4 Розкриття та підготовка шахтного поля	12
1.5 Вентиляція дегазація. боротьба з викидами	14
1.6 Система розробки. Ведення очисних робіт	16
1.7 Проведення гірничих виробок	17
1.8 Транспорт	17
1.9 Водовідлив	18
1.10 Охорона навколишнього середовища	18
1.11 Енергопостачання шахти та ділянки	20
1.12 Характеристика підйомних установок	21
2 ОГЛЯД СПОСОБІВ ОХОРОНИ ДІЛЬНИЧИХ ВИРОБОК, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПОВТОРНО	23
2.1 Сучасний стан та напрямки розвитку способів охорони виробок в зоні впливу очисного вибою	23
2.2 Охорона підготовчих виробок ціликами вугілля	24
2.3 Безціликові способи охорони підготовчих виробок	27
3 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПІДТРИМАННЯ КОНВЕЄРНОГО ШТРЕКУ ДЛЯ ЙОГО ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ	41
3.1 Аналіз стану конвеєрного штреку 9-ї північної «біс» лави блоку №10 в умовах ПрАТ «ШУ Покровське»	41
3.2 Характеристика ділянки шахтного поля при відпрацюванні її 9-ю північною «біс» лавою блоку №10	45

3.3 Розрахунок середньої міцності порід, що вміщують виробку та зміщень порід в виробку	48
3.4 Техніко - економічне порівняння варіантів підтримання виробки	75
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	80

ВСТУП

Як показав досвід життя всієї України з 24 лютого 2022 року енергонезалежність та різноманітність незалежних одна від одної джерел енергії було ключовим фактором, котрий дав нашій країні пережити дуже складний опалювальний період 2022-2023 року.

Вугільна галузь в цьому є дуже потужним джерелом як накопичення так і віддачі різноманітної енергії. Тому вугільну галузь потрібно розвивати без огляду на вартісні оцінки ціни на видобуте вугілля. Але жодне підприємство не може працювати на ринку без прибутків, тому мінімізація витрат на підтримання, охорону та експлуатацію мережі гірничих виробок є дуже вагомим фактором в собівартості кінцевого продукту вугільних шахт – кам'яного вугілля.

Збільшення об'ємів видобутку вугілля залежить, в тому числі, і від того, як швидко будуть підготовлені запаси вугілля, які схеми провітрювання задіяні, як охороняються та підтримуються підготовчі виробки.

Тому питання обґрунтування та розрахунку раціональних параметрів проведення, відпрацювання та охорони виробок є дуже важливим та актуальним, тому що умови розташування виробок різноманітні як по їх розташуванню в просторі так і по їх довжині. Диференціація цих умов дозволить зменшити витрати на їх підтримання та охорону, що в кінцевому рахунку позитивно вплине на собівартість вугілля та конкурентоспроможність шахти в цілому.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ШАХТУ

1.1 Розташування гірничо-видобувного підприємства

Будівництво ПАТ «ШУ «Покровське» здійснювалося з 1974 року у відповідно до технічного проекту будівництва, розробленого інститутом «Донгіпрошахт» у 1972 році та затвердженою постановою колегії Міністерства вугільної промисловості СРСР від 31.08.72 №58/50. У зв'язку з уточненням під час будівництва гірничо-геологічних умов відпрацювання запасів, введенням у дію у період 1974-1985 роки низки нових правил безпеки та директивних документів з проектування та будівництва вугільних шахт, інститутом було скориговано технічний проект будівництва шахти та затверджений постановою Мінвуглепрому СРСР від

30.01.87 №12-50/71 за погодженням з Держбудом та Держпланом СРСР. ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» в адміністративному відношенні розташоване у Покровському (раніше-Червоноармійському) районі, на землях Шевченківського, Удачнінського, Сергіївського, Першотравневого, Піщаного сільських Рад та міста Покровська (раніше-Червоноармійська) Донецької області України.

У топографічному відношенні район розташування шахти представляє собою степовий простір, розчленований мережею балок, що належать до басейнів річок Солона, Казенний Торець, Бик.

Найближчими населеними пунктами є:

- Міста-Мирноград (раніше-Димитров), Селидове, Родинське;
- Селища-Котліно (раніше-Димитрове), Вдале, Шевченка, Сергіївка;
- Села-Кирилівка, Новосергіївка, Новотроїцьке, Зверєво.

Транспортна мережа району шахти представлена залізничною двоколійною електрифікованою магістраллю Красноармійськ-Чаплине Донецької залізниці «Укрзалізниці», яка проходить за 2,5 км на південь основний проммайданчик. Мережа промислових залізничних колій представлена шляхами ТОВ «Дімітровнавантажтранс».

Північніше за 7,0 км від основного проммайданчика шахти проходить автомагістраль Донецьк-Покровськ (раніше - Красноармійськ) - Дніпро (раніше - Дніпропетровськ). Автодороги місцевого значення з'єднують основну проммайданчик із майданчиками шахти та найближчими населеними пунктами.

Основний проммайданчик шахти з'єднаний за допомогою під'їзного залізничної колії із залізничною станцією Удала «Укрзалізниці», має вихід на ділянку залізничної електрифікованої магістралі Червоноармійськ – Чаплине Донецької залізниці «Укрзалізниці». Шахтна залізнична станція та під'їзна залізнична колія до основної проммайданчику шахти знаходиться на балансі та обслуговуванні ТОВ «Дімітровнавантажтранс».

Покровський (раніше - Червоноармійський) район характеризується розвиненою мережею залізниць, автомобільних доріг та інженерних комунікацій, обумовлених проходженням залізничних ліній Дубове - Рутченкове, Синельникове – Ясинувата, автомагістралями Дніпро (раніше – Дніпропетровськ)-Покровськ (раніше - Красноармійськ)-Донецьк, Покровськ (раніше - Красноармійськ)-Бахмут (раніше – Артемівськ).

Район розташування ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» відноситься до території Червоноармійського – Західного вугленосного району. В орографічному відношенні район розташування шахти представляє собою слабозагорнуту рівнину, порізану балками та річками.

Район розташування шахти займає вигідне географо-економічне становище, перебуваючи за 12 км від районного центру міста Покровська (раніше -Червоноармійська). Місто Покровськ (раніше - Красноармійськ) з'єднаний з обласними містами Донецьк та Дніпро (раніше – Дніпропетровськ).

Наявність відвалів гірських порід, кар'єрів, ставків-відстійників шахтних вод, густої мережі автомобільних та залізниць, ЛЕП та інших інженерних комунікацій надає території вигляд техногенного ландшафту.

Поверхня району розташування майданчиків є рівнинною місцевість,

що має загальний невеликий ухил у південно-західному напрямку бік річки Солоної.

1.2 Відпрацювання запасів

В даний час робота шахти здійснюється згідно з «Комплексною програмою розвитку шахти», розробленої ВАТ «Луганськгіпрошахт», подальшим коригуванням з урахуванням фактичного розвитку шахти. Шахта розробляє один шар d4. У межах шахтного поля збережено поділ на блоки. Очисні та підготовчі роботи в даний час ведуться у блоках №5, 7, 8, 10.

1.3 Геологічна характеристика шахтного поля

У геолого-структурному відношенні поле шахти розташоване в межах схилу Українського кристалічного масиву та південного борту Донецького прогину. Основна частина поля укладена між великим Криворізько-Павлівським скиданням (розломом) на заході, скельна амплітуда усунення якого досягає 1 км, та Котлінським насувом на сході з амплітудою усунення до 250 м.

Вплив Криворізько-Павлівського скидання позначився на формуванні тектонічної структури шахтного поля, яке є дуже пологою антиклінальною складку, витягнуту вздовж скидання майже в меридіональному напрямку. Внаслідок підняття та занурення шарніра складки антикліналь розпадається більш дрібні куполовидні структури.

Північно-східне крило антикліналі має північно-східне падіння під кутом 4 ... 6 °, простягання порід - північно-західне.

Будова південно-західної антиклінальної складки – складна. В основному західне падіння порід під кутами 5...12° ускладнене Удачнінською

синклінальною складкою, що змінюється у Криворізького-Павлівського скидання антиклінальною складкою. Крила складки пологі, з кутами падіння до 4 ... 6 °.

Осі їх приблизно збігаються з простяганням основної антиклінальної складки.

Склепіння антикліналі перетинає Удачнінський насув, що складається з двох-трьох гілок. Амплітуди усунення порід змінюються від 0...18 м (Удачницький насув №3) до 86 м (Удачнінський насув №1).

У процесі проведення гірничих робіт виявлено велику кількість дрібноамплітудних порушень в основному скидного характеру, з амплітудами не більше 1 м. Виявлені порушення є, як правило, 2...3 (а може бути і більше) кулісообразно розташованих площині. Значного впливу на відпрацювання пласта або на швидкість проведення очисних робіт вищезгадані порушення не надають.

Промислове значення у межах родовища має вугільний пласт d4.

Пласт d4 на переважній площі шахтного поля має балансові запаси. Будова переважно проста, рідше складна. Загальна потужність пласта змінюється від 0,60 до 2,70 м, за середнього значення 1,28 м. При складному будову пласта прошарки представлені алевролітами, аргілітами або вуглистими аргілітами потужністю до 0,5 м. Іноді у ґрунті пласта залягає аргіліт кутистий потужністю 0,15 ... 0,40 м.

1.4 Розкриття та підготовка шахтного поля

Підготовка шахтного поля – блокова. Розміри блоків становлять:

- простягання 3,5 - 5,0 км,
- за падінням - 1,25 - 2,0 км.

Підготовка в блоках панельна (блок 3,5,8,10). Розміри панелей по простягання - 1100 ... 4000 м, по падінню - 900 ... 2000 м. Довжина стовпів

виймки при погоризонтной підготовці – 1600...2500 м.

Підготовчі виробки проводяться польовими та пластовими, охорона підготовчих виробок здійснюється цілком вугілля. Порядок відпрацювання шахтного поля – прямий.

Для відпрацювання запасів блоків №3,5,8 передбачена панельна схема підготовки з відпрацюванням запасів на похилі виробітки - бремсберги (ухили) та ходки, що проводяться, як правило, у центрі блоків. Зазначене рішення ухвалено з урахуванням рекомендацій ДонУДІ та МакНДІ (№166 від 01.01.94г)

Розкриття шахтного поля виконано вертикальними стволами: двома центрально-здвоєними (головним та допоміжним) та чотирма блоковими – воздухоподаючими – ВВС №1 та ВВС №2 та вентиляційними – ЗС №1 та СВС №2. Для розкриття запасів у блоках 11 і 12 пройдено стовбур ВВС-3 до відм. - 695,1м проводиться вентиляційний ствол ВС-3. З боку центрально –здвоєних стволів пласт розкритий горизонтальними квершлагами на горизонтах 593м, 708м, з боку блокових стволів ВВС-2 і С ВС-2 – пласт розкритий на горизонті 815м. Стовбур повітря №1, розташований на 1800 м південніше центральної проммайданчика, розкриває шар d4 на горизонті 593м.

Вентиляційний ствол №1, розташований на 2300м південно-східніше центральної проммайданчика, розкриває шар d4 на горизонті 708 м.

Скиповий ствол на головному проммайданчику служить для видачі вугілля та породи, що виходить струменем повітря, обладнаний підйомними машинами ЦШ 5х4 та ЦШ 4х4.

Клітовий стовбур на головному проммайданчику служить для спуску-підйому людей, матеріалів, обладнання та подачі свіжого повітря в шахту, обладнаний двома одноклітинними підйомними машинами із двоповерховими клітьми ЦШ-3.25х4.

Ствол вентиляційний № 1 пройдений до горизонту 593м, служить для спуску-підйому людей, матеріалів, видачі породи та подачі свіжого повітря в шахту, обладнаний підйомною машиною 2Ц3,5х1.7 (клетовий) та 2Ц4х1.8

(Бадьєвий).

Вентиляційний ствол пройдено до горизонту 708м, служить для видачі вихідного струменя повітря з шахти, спуску-підйому людей, матеріалів, видачі породи; обладнаний підйомними машинами ЦР-4х3/0,7 (клітинний) та ЦР-4х3.2 (Бадьєвий).

Горизонт 593 м є відкатним горизонтом, горизонт 708 м дренажним горизонтом.

На проммайданчику ствола повітря подачі №1 пройдено вентиляційну свердловина Ø4 м до горизонту 593 м, служить для видачі вихідного струменя повітря з блоків № 1 та 2. Свердловина обладнана вентиляторами ВЦД – 31,5У.

Розкриття запасів блоку №10 вироблено стволем, що подає повітря, №2, вентиляційно-скіповим стволем №2 та похилими квершлагами на горизонті 815 м, які призначені для подачі свіжого повітря, спуску-підйому людей, видачі гірничої маси, опускання матеріалів та обладнання.

У першу чергу в блоці 10 відпрацьовувалося бремсбергове поле та північне крило блоку №10, на даний час у роботі знаходиться північне крило блоку №10 та південне крило похилого поля блоку 10.

У бремсберговому полі блоку №10 та у похилому полі блоку №10 до 8 південної лави довжина виїмкових стовпів становить 2800...3000 м. Нижче ухилове поле ділиться на дві двокрилі панелі з розмірами крил по простяганню 1500-2000м.

Довжина лав – 250...300 м.

1.5 Вентиляція дегазація. боротьба з викидами

Шахта по газу – метану віднесена до небезпечних за раптовими викидами. Спосіб провітрювання – всмоктуючий, схема провітрювання шахти – комбінована.

Шахта провітрюється установками головного провітрювання,

обладнаними робочими та резервними вентиляторами: ВЦД-47УМ (головний ствол), ВЦД-31.5М (вентиляційний ствол), ВЦД-47,5У (СВС№2), ВЦД-31.5М2 (Вент. Свердловина на ВВС №1).

На очисних ділянках застосовується прямоточна схема із підсвіженням вихідного струменя повітря та зворотно-точна схема з ізолюванням відведенням метану. При зворотноточній схемі провітрювання здійснюється відсмоктування газу метану по одній гілці трубопроводу Ø1000 мм (Ø800мм) за допомогою вентиляторів ВМЦГ-7М.

Провітрювання глухих куточків підготовчих вибоїв здійснюється вентиляторами місцевого провітрювання типу ВМЕ-6У, ВМЕ2-8, ВМЕ2-10.

На виїмкових ділянках ведеться дегазація порід покрівлі за допомогою свердловин, пробурених з виїмкових виробок до пластів, що лежать вище – супутників. Параметри свердловин визначаються згідно з рекомендаціями галузевих інститутів та коригуються в процесі експлуатації виїмкової ділянки.

Свердловини залишаються підключеними до дегазаційного трубопроводу період роботи виїмкової ділянки для дегазації виробленого простору.

Для охорони усть дегазаційних свердловин викладають під їхніми гірлами з двох сторін охоронні споруди на висоту потужності пласта, що виймається (при зворотноточній схемі провітрювання).

Пробурені свердловини підключаються до дільничних трубопроводів, які з'єднані у свою чергу з магістральними трубопроводами, прокладеними по капітальних виробках, з яких далі йдуть на поверхню до вакуум-насосної. Поверхнева вакуум-насосна станція оснащена трьома вакуум-компресорами ВЛК-150.

Так само як дегазацію використовуються дегазація виробленого простору свічками, дегазація свердловинами, пробуреними з поверхні.

Як заходи по боротьбі з раптовими викидами вугілля відповідно до «Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ», СОУ 10.1.00174088.011-2005, для своєчасного виявлення небезпечних

по раптовим викидам зон під час гірничих робіт ведеться поточний прогноз по початковій швидкості газовиділення зі шпурів, прогноз по міцності, а в блоці №8, №10 застосовується сейсмоакустичний прогноз.

1.6 Система розробки. Ведення очисних робіт

Система розробки – стовпова. Довжина лав – 200 – 300 метрів. Спосіб управління покрівлею - повне обвалення. У межах виїмкових полів технологія робіт – безцелікова.

Частина лав відпрацьовується за допомогою конвеєрних виробок за лавою для подальшого повторного використання при відпрацюванні наступного стовпа.

На решті лав конвеєрні виробки, як правило, погашаються слідом за проходом лави.

Охорона конвеєрних виробок для їх подальшого повторного використання проводиться литими смугами, застосуванням анкерних систем, а також підбивкою порід ґрунту за лавою.

Навантаження на очисні вибої визначено на підставі розрахунків по технічному фактору з урахуванням гірничо-геологічних умов, перевірені по газовому фактору. Максимально можливі навантаження по газовому фактору при прямоїсній схемі провітрювання при виконанні комплексу заходів щодо дегазації пластів-супутників і виробленого простору складають, в середньому, 3200-4500 тонн/добу.

Вилучення вугілля в лавах проводиться комбайновими комплексами у складі:

- кріплення ЗКД-90Т, ДМ, Glinik, МКЮ4У конвеєра лав SZK-228/800, SZK-260/852
- комбайни JOY, МВ-12-450, МВ-14-410, МВ-12-630.

1.7 Проведення гірничих виробок

Для проходження виробок із змішаним вибоєм використовуються комбайни типу КСП-42, КСП-43, MR-620, польові виробки проходять за допомогою БВР з навантаженням породонавантажувальними машинами 2ПНБ-2Б, МПК, з установкою металевого рамного кріплення типу КМП-А3, КМП-А5Р-22,0, КШПУ з щільністю 1,25-2 рами на 1 п.м., а також змішаним рамно-анкерним кріпленням.

Для буріння та встановлення анкерів застосовуються анкеро-посадкові агрегати типу «RAMBOR» та ін.

1.8 Транспорт

На шахті здійснено повну конвеєризацію з транспорту вугілля та породи від очисних та прохідницьких вибоїв до завантажувальних бункерів біля головного ствола.

Магістральні конвеєрні виробки обладнані стрічковими конвеєрами типу 1Л-120. Інші конвеєрні виробки обладнані стрічковими конвеєрами типу 2Л100, 2ЛТ-1000, 1Л100, 1ЛТ100У. Транспорт обладнання, матеріалів та людей магістральними відкочувальних виробок здійснюється за допомогою електровозної відкатки (електровози АМ-8Д, 7АРВ), ґрунтовими дизелевозами типу DLP-50, DLP-140, Р70, у вагонетках ВГ-2,5 (матеріали та обладнання), на платформах ПТК-3,3 (матеріали та обладнання), у вагонетках ПЛ-18 (люди).

За підготовчими виробками (ходками, ухилами, бремсбергами) і далі до очисних вибоїв по виїмкових виробках, до прохідницьких вибоїв транспортування здійснюється за допомогою підвісних дизельних монорейкових доріг DLZ-110F.

1.9 Водовідлив

Щоб уникнути затоплення гірничих виробок, виробляється пристрій дільничних та блокових водозбірників, оснащених робітниками та резервними насосами з електро та пневмоприводами типу ЦНС-60/75, ЦНС-60/125, 6Ш8, NDP-40(80) та ін. Водозбірники влаштовуються в місцях зниженого профілю виробок та максимального припливу води. Головний водовідлив розташований на горизонті 708м, обладнаний насосами типу НСШ-410/819. Виготовляється облаштування головного водовідливу на гір. 815 м, який обладнаний насосними установками типу НСШ-410/910.

Видача води з гор.708 м проводиться по двох трубопроводах Ø219 мм, прокладеним у свердловинах НН-5650, ПН-5603.

Поточні транспортні проблеми:

- відсутність прямого постійного зв'язку підземного диспетчера з машиністами електровозів та машиністів між собою;
- неузгодженість дій під час транспортування вантажів, а також у ході виконання маневрових операцій;
- втрата часу на доставку вантажів через несвоєчасний інформування машиністів та підземного диспетчера про позаштатні ситуації;
- неефективна витрата енергії та додаткове зношування транспорту при рух машиніста до місця встановлення стаціонарного телефонного апарату для прийому-передачі інформації.

1.10 Охорона навколишнього середовища

Основним джерелом забруднення повітряного басейну майданчика шахти є димова труба котельні та аспіраційні установки промислової будівлі.

В результаті ведення гірничих робіт на шахті виникає цілий комплекс небажаних перетворень навколишнього середовища, це формування

породного відвалу, зміна складу та властивостей атмосферного повітря, скидання забруднених вод, зменшення значної площі земель сільськогосподарського значення.

У районі відсутні посади органів Мінприроди України щодо спостереження за забрудненням атмосфери.

Значення фонових концентрацій шкідливих речовин прийняті згідно з «Тимчасовою методикою встановлення допустимих викидів шкідливих речовин на підприємствах Мінвуглепрому» на території проммайданчика становлять:

вугільний пил – $0,2 \text{ мг/м}^3$;

окис вуглецю – $1,5 \text{ мг/м}^3$;

окис азоту – $0,03 \text{ мг/м}^3$;

сірчистий ангідрит – $0,1 \text{ мг/м}^3$ ю

Породний відвал шахти розташований за 6 км від головного проммайданчика. порода вивозиться на породний відвал автотранспортом (КРАЗ). Обсяг породи, що видається 260000 тонн на рік. Складається порода ярусами, ярум розміром 5 м. Займана площа – 14,77 га, висота відвалу зараз – 35 м. Загальна площа, відведена шахті під породний відвал становить 52,1 га. При формуванні відвалу проводяться заходи проти самозаймання відвальної маси, це ущільнення породи та пересипання інертними матеріалами (глиною).

Своїми значними розмірами породний відвал зменшує площу земель сільськогосподарського призначення.

Річне навантаження на породний відвал складає 200 тис. Тонн. У складі порід, що скидаються, - алевроліт і піщаник.

Найбільшу кількість забруднень шахта створює в івді твердих частинок. Їхня загальна кількість становить 1665,4 т на рік, з яких 10,1 т/рік припадає на породний відвал; 155,45 т/рік – на шахтні котельні, розташовані на майданчиках головного ствола, повітроподаючого та вентиляційного стволів блоку №6.

Шахтна вода, що видається на поверхню, має мінералізацію до 30 г/л. Проектом передбачається будівництво демінералізаційної установки

продуктивністю 300 м³/г із подальшим розширенням до 600 м³/г для комплексної переробки шахтної води.

Отримана прісна вода використовуватиметься на виробничі та госппобутові потреби шахти, кухонну сіль та солепродукти – у народному господарстві.

Для використання дистилляту на госппобутові потреби передбачається вузол покращення якості води.

З метою виключення аварійних чи випадкових скидів високо мінералізованих вод у гідрографічну мережу, передбачено комплекс очисних споруд, куди входять: ставок-накопичувач місткістю 13 млн. м³; прудовідстійник з фільтрувальної станції.

Перша стадія – опріснювальна. Частина установки призначена для попереднього концентрування шахтної води з отриманням основної кількості дистилляту.

Друга стадія – сольова частина установки призначена для подальшої концентрації шахтної води з одержанням кристалічної кухонної солі.

Третя стадія – призначена для переробки упареного розчину, що залишився, з метою отримання сухих солепродуктів.

1.11 Енергопостачання шахти та ділянки

Підземні споживачі електроенергії живляться від поверхневих підстанцій, розташованих на основному проммайданчику і біля стовбура, що подає повітря, №1.

Для розподілу електроенергії по шахті, у пристовбурному дворі гір. 593 м повітропадаючого ствола №1, а також у навколоствольних дворах горизонтів 593 і 708 м основних стволів є (ЦПП) центральні підземні підстанції, що живлять розподільні підземні пункти (РПП). джерелом енергопостачання шахти є Курахівська ТЕС.

Для живлення високовольних електроприймачів по клітинному

стволу до ЦПП гір. 708 м прокладено два кабелі перетином 3х150 мм³. Живлення всіх інших електроприймачів здійснюється за трьома кабелями перерізом 3х120 мм³. Два кабелі прокладені до ЦПП гір. 593 м, один до ЦПП гір. 708 м, резервне харчування між горизонтами здійснюється кабельною перемичкою такого ж перерізу. Високовольтний розподіл влаштування всіх підстанцій комплектується осередками КРУВ-6 (із захистом на землю).

Для живлення низьковольтних електроприймачів застосовуються шахтні трансформаторні підстанції ТСВП-40016; ТСВП-63016-0,6; ТСВП63016-1,2. Низьковольтні розпредпункти комплектуються автоматичними вимикачами АВ-400; АВ-320 та пускачами ПРВІ-250; ПВІ-125; ПВІ-63; ПРВІ-320... рівень вибухозахисту РВ-рудничний вибухобезпечний.

За проектом потреба у стиснутому повітрі становить 730 м³/хв. Відповідно до такої потреби передбачена турбокомпресорна станція на чотири турбокомпресори К-250-61-2 з резервним місцем для п'ятого турбокомпресора. Продуктивність одного турбокомпресора 250 м³/хв. У роботі знаходяться три турбокомпресори, четвертий – резервний. Електропривод турбокомпресорів від синхронних двигунів СТД-16002 потужністю 1600 кВт.

Стиснене повітря використовується: для вилучення вугілля з ніш відбійними молотками, для утворення водяних завіс.

1.12 Характеристика підйомних установок

Головний ствол обладнаний двома багатоканатними підйомними установками – вугільною та породною.

Двоскиповий вугільний підйом обладнаний скіпами з секторним затвором місткістю 35 м² з багатоканатною підйомною машиною ЦШ-5х4. Привід підйому безредукторний від двигуна постійного струму П2-800-255-8КУХЛЧ, 4000 кВт, 53,5 об/хв. Максимальна швидкість підйому 14 м/с. Висота підйому – 650 м.

Вугільний двоскіповий підйом обслуговує 24 електрослюсарі та 8

машиністів підйому.

Допоміжний ствол обладнаний двома багатоканатними підйомними установками – одноклітинними підйомами №1 та №2. Підйоми обладнані двоповерховими клітями на вагонетку ВД-3,3 та багатоканатними підйомними машинами ЦШ 3,25х4.

Привід редукторних підйомів з асинхронними двигунами (по 2 шт. на кожен підйом) типу АКН2-16-57-12 800 кВт, 6Кв, 42 об/хв. Максимальна швидкість підйому 11,35 м/с. Норма посадки на один поверх кліті 27 чоловік.

Вантажолюдський двоклітьовий підйом допоміжного ствола обслуговує 25 електрослюсарів і 12 машиністів підйому.

Для виявлення придатності подальшої експлуатації підйомних установок під час роботи шахти у новому технологічному режимі робимо поверхневий розрахунок.

2 ОГЛЯД СПОСОБІВ ОХОРОНИ ДІЛЬНИЧИХ ВИРОБОК, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПОВТОРНО

2.1 Сучасний стан та напрямки розвитку способів охорони виробок в зоні впливу очисного вибою

Без обґрунтування технології та засобів охорони ефективний безремонтний стан підготовчих виробок є недосяжною метою. Основна функція охоронних споруд є забезпечення максимальної безпеки ведення робіт в очисній виробці, мінімізація впливу проявлень гірського тиску на несучі елементи використовуваного в виробках кріплення, зниження обсягів ремонтних робіт. В сучасному гірництві сконструйовано безліч як засобів охорони, так і способів підтримання виробки в безремонтному стані, однак вдосконалення існуючих технологій відбувається безперервно.

Сторчак Г.Г. [1] та Солодянкін А.В. [2] розділили конструкції з охорони виробок за принципом впливу на навколишній масив можна та відокремили на підтримуючі, розвантажувальні та обрізні. До підтримуючих віднесли вугільні цілики і штучні конструкції. До розвантажувальних – примусове обвалення порід покрівлі, розвантажувальні свердловини, щілин та розміцнення порід навколо виробки. Обрізні конструкції – це органне кріплення і «костри».

Коливання узагальнених обсягів застосованих способів охорони на шахтах Східного Донбасу приведено в табл. 2.1 [3].

Таблиця 2.1 – Обсяги способів охорони гірничих виробок на шахтах Східного Донбасу

Вид охорони	Обсяги застосування різних способів охорони, %			
	1985 р.	1990 р.	1995 р.	2000 р.
Вугільні цілики	24,5	36,8	37,8	35,1
Бутова смуга	19,7	9	10	9,5
Бутокостри, дерев'яні костри	42,7	39,9	38,2	42,1
Тумби з блоків БЗБТ, БДБ	13,5	14,3	14	13,4

Для більш детального розгляду сучасних напрямків підтримуючих та обрізних конструкцій, можна розділити їх дві частини: охорона вугільними ціликами та штучними конструкціями.

2.2 Охорона підготовчих виробок ціликами вугілля

Історія гірництва дає вичерпну інформацію, що охорона виробок ціликами вугілля була най поширеною на момент його становлення як видобувної галузі. Але ефективність такого способу охорони дуже знижується з поглибленням видобутку вугілля, і є ефективним лише на малих глибинах, таких як 100-300м. Сучасні вугільновидобувні підприємства ведуть видобуток на глибинах, котрі значно більші та сягають 1000-1500м. Використання комплексної механізації вуглевидобутку, більш потужних засобів механізації, на сучасному етапі ведення гірничих робіт показує неефективність ціликів, як ефективних охоронних споруд і існує ряд напрямків розвитку даного способу охорони, а пошуком збільшення його ефективності займається багато вчених.

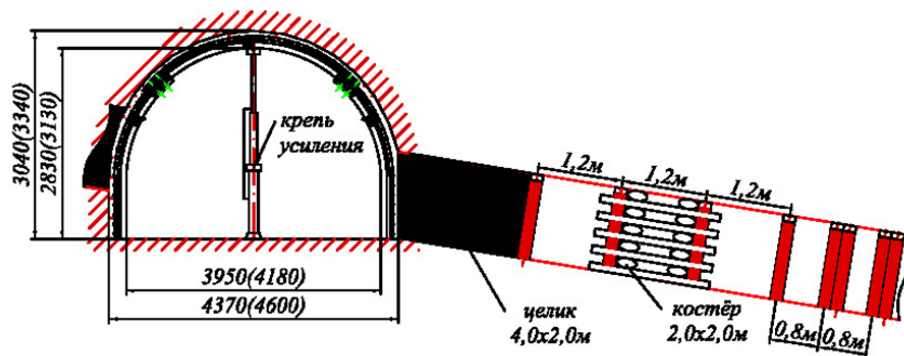


Рисунок 2.1 Охорона штрека ціликом вугілля

При відпрацюванні пластів вугілля на глибині понад 500м, а багато підприємств ведуть видобуток на глибинах значно більших, цілики малої ширини, що залишаються для охорони виробок, призводять до неможливості повторного використання підготовчих виробок. Як приклад, можна розглянути

порівняння різних способів підтримання виїмкових виробок на шахті «Кочегарка» об'єднання «Артемвугілля» [4]. В результаті чого було виявлено, що при залишенні цілика шириною 6м не були досягнені цілі безремонтного стану виробки, що примикає до лави, так як сумарна конвергенція склала 450мм, з котрої тільки на сполученні виробки з лавою зміщення склали 250-300м, тобто рівними піддатливості металевого аркового кріплення. На рис. 2.2 дана класифікація сучасних способів охорони з залишенням вугільних ціликів [5].



Рис. 2.2. Класифікація способів охорони з залишенням вугільних ціликів

З чого випливає потреба в збільшенні ширини ціликів для підвищення ефективності їх роботи [6, 7, 8]. Підтвердженням цьому є досвід залишення цілика шириною 70м при відпрацюванні запасів підприємства ВП

«Харківська» ДП «Свердловантрацит» [9]. Але потрібно усвідомлювати, що, збільшення ширини цілика до 30-50 м призводить до значних втрат вугілля, яке становить 25-30% від запасів виїмкової ділянки.

Науковець Кишинский А.В. в своїй роботі [3] запропонував комбінований спосіб охорони: вугільний цілик шириною 6м, два ряди органного кріплення і один ряд дерев'яних кострів з боку виробленого простору.

Інший приклад комбінування охоронних конструкцій можна спостерігати і в інших дослідженнях [10, 15]. Автор пропонує часткове вибурювання вугілля з ціликів буршнековим комплексом і заповнення свердловин породою від проходки, за допомогою того ж комплексу [15].

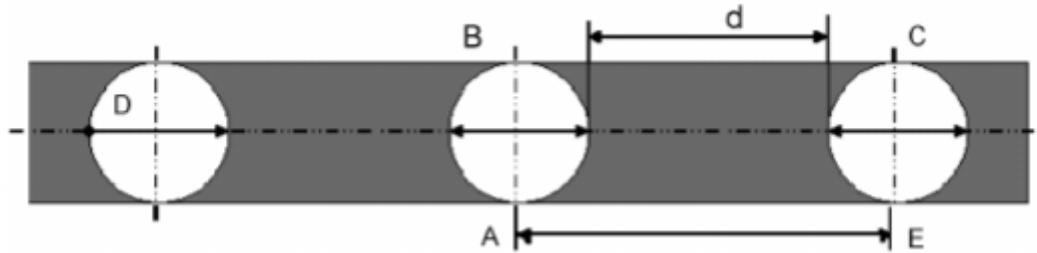


Рисунок 2.3 Схема до розрахунку піддатливості цілика, що розбурене свердловинами [15].

Не зважаючи на досить гарний економічний ефект від додаткового видобутку вугілля та розвантаження масиву, для використання цієї технології є необхідність в придбанні додаткового обладнання та навчання робітників працювати на цій техніці. Також мінусом є те, що таке обладнання досить громіздке, тому потрібно проведення виробок з більшим поперечним перетином. Альтернативним варіантом є використання закладних ціликів з цементногіпсової суміші. Такий спосіб охорони був апробований на одній з шахт Східного Донбасу [11], де закладні цілики, довжиною 7 м, зводилися між двохметровими вугільними.

У деяких своїх роботах [12,13] автори пропонували спосіб охорони розвантаженими від опорного тиску піддатливими вугільними ціликами. Це

обґрунтовується тим, що «жорсткі» цілики по периметру роздавлюються, а в їх центрі з'являються такі напруження, внаслідок чого відбуваються значні деформації кріплення виробки. Але напруження в розвантажених ціликах менші ніж в «жорстких» [14].

Таким чином можна із впевненістю стверджувати, що цілики як самодостатній спосіб охорони виробок є дуже затратний та малоефективний, особливо якщо не застосовувати додаткові способи охорони.

Дуже великим недоліком залишення ціликів на підприємствах, що розробляють декілька вугільних пластів або їх світу є те, що ці цілики в формують в породах міжпластя вугілля аномальні зони високих напружень, що призводить до негативного прояву гірського тиску в виробках пласта, що підробляється [8].

2.3 Безціликова охорона дільничих виробок

2.3.1 Охорона виробок породними смугами

Охорона дільничих виробок смугами з породи застосовується у вітчизняній практиці дуже давно. Це є дуже економічний та екологічний спосіб охорони виробок але він має досить великий ряд недоліків.

Для викладення смуг використовують дробильно-закладні комплекси такі як «Титан-1», «Титан-1М», ПЗК, але це не дуже знижує складність та трудоміцькість технологічних процесів з їх зведення. Також є необхідність в придбанні цих комплексів гірничим підприємствами, тому замість цього використовується ручна праця робітників та скреперні установки для будівництва породних смуг.

В своїй роботі [17] автор Демін В.Ф. розглянув доцільний спосіб зведення породної смуги з застосуванням одного з пневмозакладних комплексів та її ущільнення гідродомкратами, що були прикріплені до останніх трьох секцій механізованого кріплення в лаві. До кінців цих

гідродомкратів був прикріплений штамп, який надавав змогу при їх висуненні ущільнювати рядову породу полоси. Це й дозволило значно збільшити ефективність застосування породної полоси.

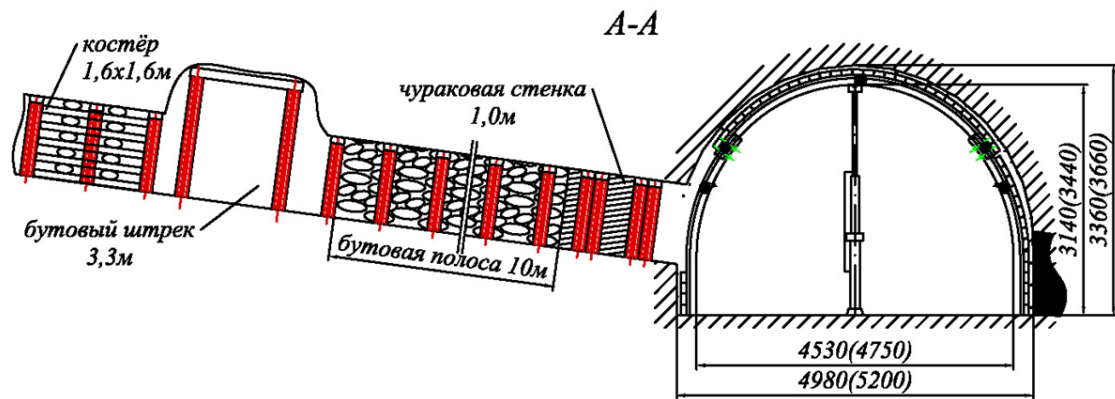


Рисунок 2.4 Охорона виробки бутовою смугою

Автори [18,19] інших наукових колективів вивчали буропідливний спосіб зведення бутової смуги. Для цього звисаючу консоль порід покрівлі підривали вибухівкою та з неї і зводили породну смугу застосовуючи попередній розпір протягом усієї виробки.

Щоб суттєво збільшити міцність бутової смуги інші дослідники нагнітали в неї ущільнюючий розчин, в результаті чого були отримані досить гарні результати [18].

Соболев В.В. [19] запропонував спосіб охорони шляхом формування охоронного цілика. В породах що було обвалено розміщували труби із перфорацією і, в одну з труб подавався аерозоль твердих часток, а в другу – воду з уповільнювачем захоплювання цього сполучного матеріалу у вигляді аерозолі.

Одним із стримуючих чинників застосування бутової смуги є її велика податливість, що досить негативно впливає на кінцеву стійкість дільничних виробок [21]. Стулішенко А.Ю. запропонував варіант вирішення даної проблеми шляхом застосування комбінації литої і бутових смуг [22].

Кас'ян М.М., Малишева Н.М., Сахно І.Г. [74] запропонували спосіб охорони шляхом встановлення металевої обойми і заповнення її породою. На поверхню породи укладають спеціальну оболонку і заповнюють її саморозширюваним швидкотвердіючим розчином. В кінцевому результаті твердіння цього розчину відбувається дуже активний розпір всієї охоронної конструкції.

Поліпшення різних показників стійкості бутової смуги шляхом застосування тонких прокладок з тканини або мішковини було запропоновано в іншій роботі [24] де лабораторні дослідження показали досить хороші результати від використання цих поверхонь.

Як висновок можна сказати, що охорона виробок бутовими смугами із механізованою їх укладкою є технічно складним процесом, та який вимагає дорогого устаткування. На шахтах Донбасу викладка бутових смуг здійснюється за допомогою скреперних установок, а, в деяких випадках, тільки ручною працею робітників.

2.3.2 Охорона підготовчих виробок «кострами»

Охорона дільничних гірничих виробок дерев'яними кострами має широке застосування на вугільних шахтах Донбасу. Але, навіть з урахуванням чисельних переваг в простоті цього способу, він має дуже суттєвий недолік, що полягає в досить низькій несучій її здатності.

Юдковський В.А. запропонував як спосіб охорони підготовчих виробок кострами із залізобетонних шпал. Костри мали формуватися за допомогою праці ручної лебідки. Спосіб було впроваджено на шахті «Новодзержинська» і показав хороші результати [25].

Охорона дільничних виробок «кострами», які були заповнені рядовою породою, або так званими «бутокострами», запропонував Черняк І.Л. та Носко В.Ф. Порівняння оціночних результатів охорони бутовою смугою та

«бутокострами» на шахті «Стаханова» показали впевнену перевагу останніх. Однак, зведення даних конструкцій – це досить трудомісткий процес [26].

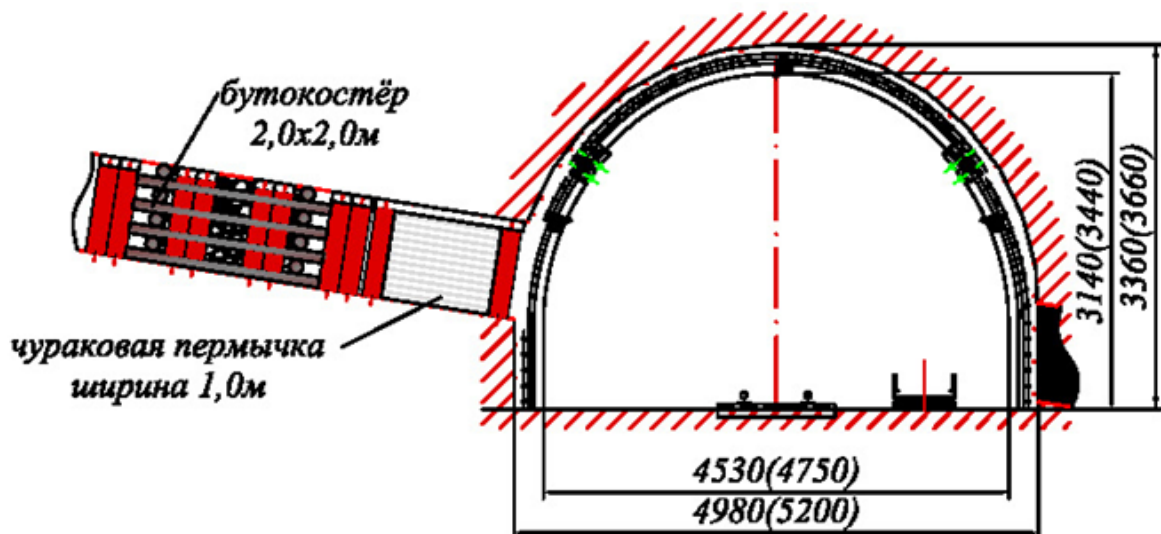


Рисунок 2.5 Охорона виробки бутокострами

На вугільних шахтах Західного Донбасу було апробовано інший спосіб охорони із зведенням стінки з дерев'яного шпального бруса з боку гірничої виробки. Стінка формується з підосви виробки до її покрівлі позаду очисного вибою. Даний спосіб було успішно впроваджено та він показав досить хороші результати.

Різноманітні проби використовувати нові, або інші матеріали для «кострів» не змогли досягти бажаних позитивних результатів, і на даний момент немає хорошої альтернативи дерев'яним стійкам. Отже, в масовому порядку нові матеріали не були впроваджені на вугільних підприємствах

Шпальний брус, який добре зарекомендований, потребує для себе гарного стану виїмкових та магістральних гірничих виробок для транспортування його в великих обсягах до очисного вибою. А з огляду на позитивний досвід застосування дерев'яних кострів і простоту їх зведення (табл. 2.2) [27] даний спосіб охорони прийнятний при строгому дотриманні технології їх спорудження і паспорта кріплення.

Таблиця 1.8 – Показники зведення охоронних конструкцій

Спосіб охорони	Дальність транспортування, м	Трудомісткість зведення 1 м, чол.-зм	Продуктивність, м³/год
Природний ангідрит	300	0,5	20
Швидкотвердіючий бетон	400	1,0	10
Залізобетонні тумби	—	0,67	—
Бутова смуга	300	0,57	50
«Костри» і дворядне органне кріплення	—	0,20	—

2.3.3 Охорона гірничих виробок тумбами і блоками

Охоронні конструкції із залізобетонних тумб (БЗБТ) є жорстким кріпленням і цим відрізняються від піддатливих кострів. Найбільш масштабного поширення набули блоки типу БЗБТ-6 і БЗБТ-7, із масою 75 кг та 50 кг відповідно.

Через жорсткість кріплення відбувається руйнування цих конструкцій з втратою своєї несучої здатності. Різноманітні способи створення якоїсь піддатливості застосуванням прокладок з ДСП або шпального бруса чи то розпилу показали раціональність застосування прокладок із шпального бруса або розпилу. В цьому випадку несуча здатність збільшується до 1,5...2,0 разів. Впровадження конструкцій з такими прокладками із затяжки показало хороші результати на шахті «Кочегарка» [28].

Зведення смуги з БЗБТ є досить трудомістким процесом, враховуючи їх вагу. Було створено та апробовано [29] спосіб вирішення даної проблеми шляхом застосування газобетонних блоків, які є значно легше БЗБТ. Використання методу охорони газобетонними блоками на шахті «Червоногвардійська» дало позитивні результати.

Також були варіанти створення таких блоків з залошлакових відходів

що також давало доволі гарні результати при випробуваннях та знижувало вартість цих споруд. Спосіб охорони виробок смугами з породних напівблоків розглянуто групою дослідників [30]. Породні напівблоки мали розмір $0,3 \times 0,15 \times 0,09$ м і їх основою була шахтна порода. Вони виготовлялись на поверхні та укладались в два ряди разом із встановленням органного кріплення з обіх сторін. Даний спосіб охорони добре себе показав в умовах шахти «Щегловська-Глибока».

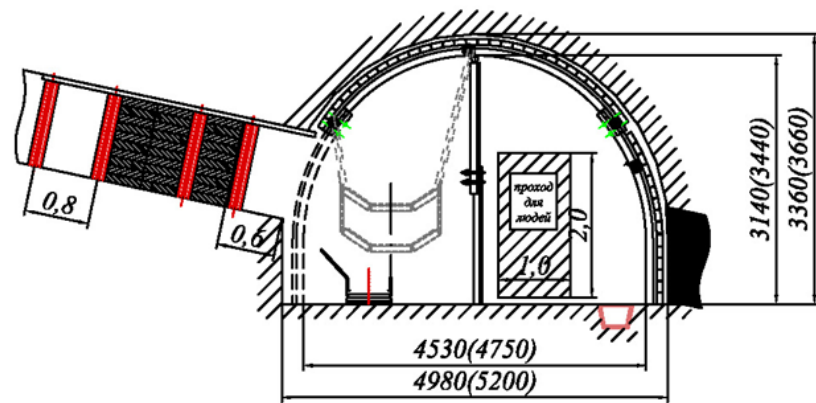


Рисунок 2.6 Охорона виробки тумбами БЗБТ

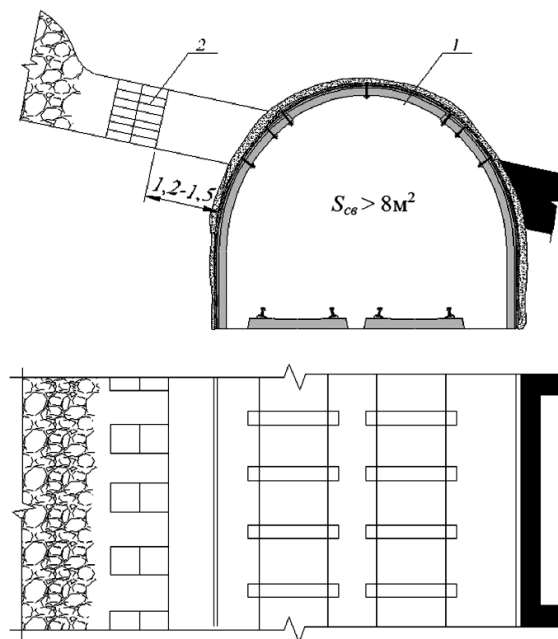


Рисунок 2.7 Фрагмент типового паспорту з охороною тумбами із залізобетонних блоків [40].

Охорона підготовчих виробок блоками і тумбами є вельми трудомісткою. Крім того, вони є складними у виробництві. Тривають спроби знаходження альтернативного матеріалу для блоків і тумб та їх оптимальної конструкції.

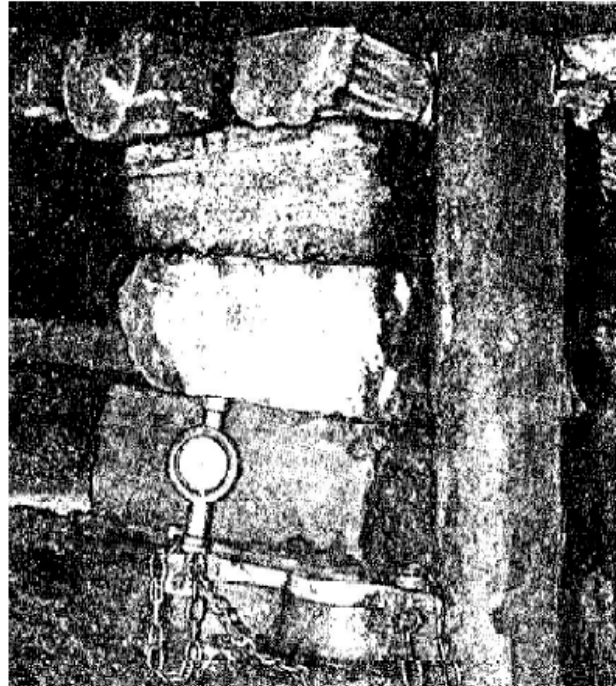


Рисунок 2.8 Тумби на бермі із лавою [40].

2.3.4 Охорона виробок органним кріпленням

Дерев'яні стійки для органного кріплення встановлюють тільки вручну, рядами або кущами на підготовлену підшву пласта по нормалі до неї під дерев'яний брус. На слабких вміщуючих породах підшви дерев'яні стійки встановлюють на дерев'яні лежні. Цим забезпечується податливість органного кріплення в межах 10-15%.

Органне кріплення є досить жорсткою охоронною конструкцією, яка виконує в лаві обрізну функцію. Органне кріплення нерівномірно приймає та передає на підшву навантаження від покрівлі, тому стійки часто вдавлюються

в породи підошви пласта та сколюють берми. Його доцільно використовувати в комплексі з іншими охоронними конструкціями.

2.3.5 Охорона виробок литими смугами

Охорона гірничих виробок литими смугами дуже давно використовується на вугільних шахтах Німеччини, Англії та Польщі і є дуже перспективною. До основних її достоїнств, поряд з повною механізацією її зведення, можна віднести дуже високу її несучу здатність, що забезпечує ефективну охорону виробок на вугільних пластах із середньо- і важкообвалюваними покрівлями, безпека робіт на сполученнях із лавою, ефективна ізоляція повітря від виробленого простору. Основний позитивний ефект полягає в тому, що відбувається розвантаження гірського масиву порід від кола напружень, що викликані шкідливим впливом ведення очисних робіт, шляхом обвалення завислої консолі порід [14, 15].

На даний час застосування литих смуг стримується тим, що відсутні раціональні, малогабаритні та недорогі засоби зведення а також, високою вартістю матеріалу. При маломіцних породах підошви пласта відбувається вдавлення в них литої смуги. Вирішенню цих, і ряду інших проблем, які пов'язані із застосуванням литих смуг присвячено безліч робіт.

Одна з проблем застосування литих смуг є те, що вони не набирають необхідну свою міцність до підходу опорного тиску за очисним вибієм. Застосування органного кріплення разом із литою смугою можливо вирішити цю проблему. Два ряди дерев'яного органного кріплення встановлюють впритул і ще 2 – на відстані 0,8...1,0 м з боку виробленого простору. Цей спосіб дозволить при великих швидкостях посування лави набрати необхідну високу міцність литій смузі.

В своїй дослідницької лабораторної роботі науковцями Дніпра розглянута охорона двома різножорсткими литими смугами, розташованими

на певній відстані одна від одної. Між смугами встановлюється органне кріплення [31].

Вирішенню проблеми вдавлювання литої смуги в слабкі породи підосви присвячені роботи Сторчака Г.Г. [1]. Він пропонує застосувати литу смугу клинової форми з прогонами з куточка на вершині. При опусканні покрівля стикається зі смугою, яка виконує роль ножа. Внаслідок цього відбувається обвалення завислої консолі порід. Спосіб дозволяє зменшити витрати на матеріали в 2 рази. Одним із стримуючих факторів зведення литої смуги є трудомісткість зведення опалубки у виробленому просторі, яка за різними оціночними даними сягає 44-50% всього часу. Одне з рішень цього питання розглянуто в роботі Байсарова Л.В., Демченко А.И., Іл'яшова М.А. [32]. На «ШУ «Покровське» охоронні смуги зводилися із застосуванням гнучкої опалубної ємності (поліетиленового мішка), розміром 1,85х1м, яка за петлі підвішувалася на органне кріплення під верхняк і заповнювалася розчином.

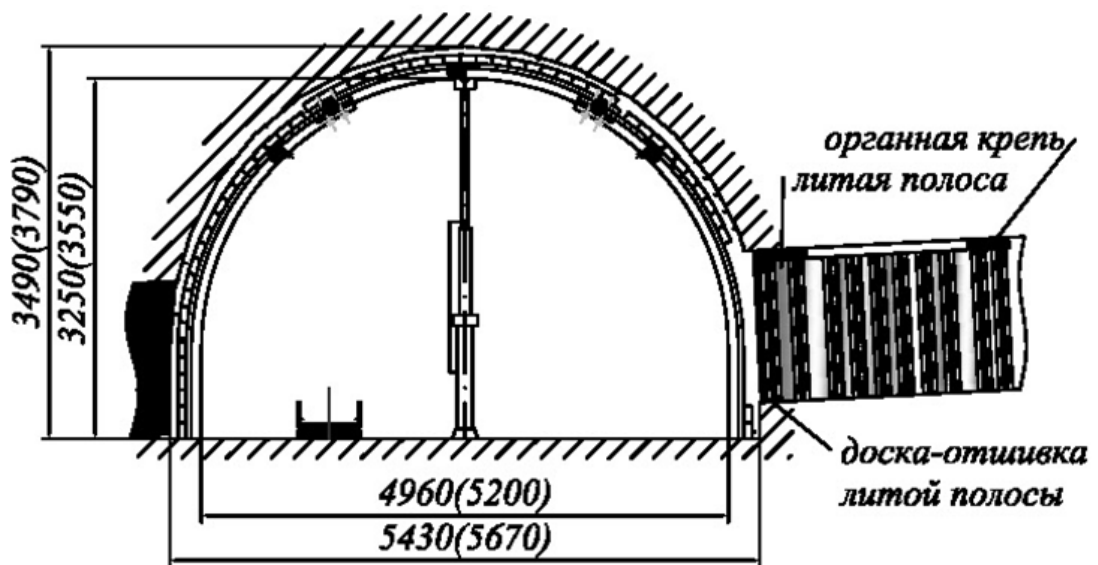


Рисунок 2.9 Охорона виробки литою смугою

У іншій своїй роботі науковцями описано впровадження на шахті «Комсомолець Донбасу» пересувної збірно-розбірної дерев'яної опалубки, довжиною 3 м, з футеруванням конвеєрною стрічкою. Опалубка дозволила

значно знизити трудовитрати при зведенні смуги [30].

У 2002 р закінчилися роботи зі створення вітчизняного матеріалу «БІ-Кріплення» (Патент України № 53569А) [33]. Проведені дослідження і досвід впровадження на «ШУ «Покровське» показав, що матеріал швидко набирає міцність (через 1 добу – 11 МПа), має хорошу міцність в кінці терміну твердіння (через 28 діб – 39 МПа) і вартість зведення 1 м³ литої смуги менше в 1,8...4,1 рази в порівнянні з закордонними аналогами [34].

На даний час підприємством ТОВ «Мінова Україна» випускається суха цементно-мінеральна суміш (СЦМС) «ТЕКХАРД». Дана суміш після змішування з водою являє собою швидкотвердіючий високоміцний бетон. СЦМС має підвищену гідрофільність і не потребує перемішування при замішуванні. Смугу з мішків з сумішшю (20 кг) викладають безпосередньо слідом за очисним вибієм. Змішування виконують шляхом нагнітання 4 л води в один мішок через голчастий ін'єктор. Спосіб охорони смугами «ТЕКХАРД» добре себе зарекомендував на шахтах ім. А.Ф. Засядька, «Чайкіно», «Бутівська». При його використанні відсутні такі недоліки, як трудомістке зведення опалубки, велике пилоутворення при пневматичному транспорті матеріалу в литу смугу, наявності у виробки додаткового обладнання та складності замішування матеріалу.

Застосування охорони гірничих виробок литими смугами ускладнюється необхідністю наявності додаткового обладнання, складністю виконання робіт зі зведення, високою швидкістю руху очисних вибоїв і високою вартістю матеріалу. Альтернативою даному способу може бути охорона смугами з мішків з сумішшю «ТЕКХАРД». Однак, на даний час, вартість цього компонента є досить високою, що і стримує широке використання даного способу охорони.

2.3.6 Інші способи охорони виробок

В роботі [35] розглянуто спосіб охорони за допомогою рухомого гідравлічного бортового кріплення. Секції бортового охоронного огорожувального кріплення послідовно вводяться за механізованим комплексом після первинного обвалення основної покрівлі до набору необхідної довжини (35...40 м). Гідросекції попарно об'єднані поперечно-поздовжніми шарнірними зв'язками – гідродомкратами, що забезпечують переміщення будь-якого ряду половини секції відносно розпертої слідом за просування лави.

На шахті «Центральна» проведені випробування гумово-породних тумб. Сутність способу охорони полягає в розміщенні один на одного старих шин і заповнення їх шматками породи і вугільно- породним штибом з тирсою.

Перераховані вище способи охорони не знайшли широкого застосування.

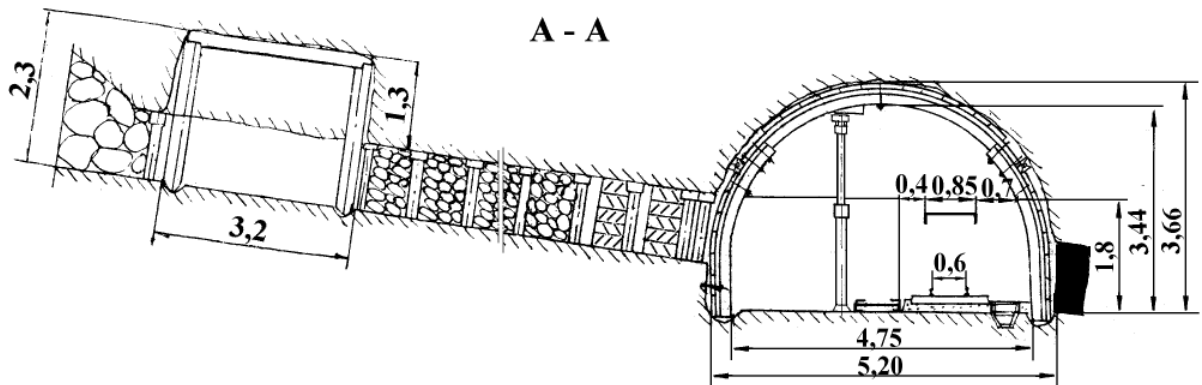


Рисунок 2.10 Охорона виробки двома рядами тумб БЗБТ та бутовою смугою

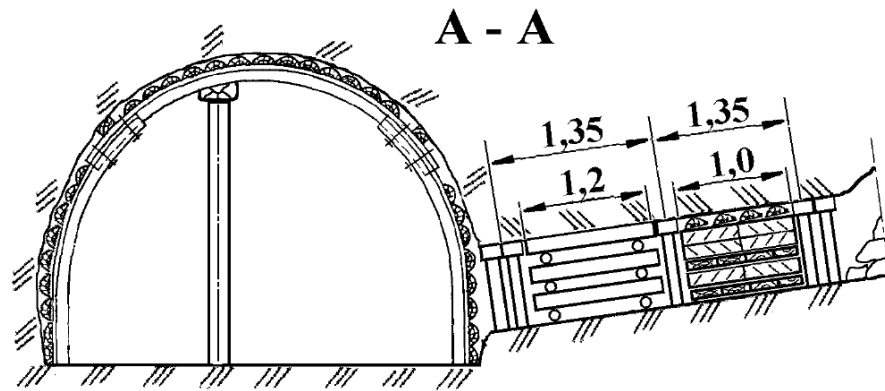


Рисунок 2.11 Охорона виробки двома рядами тумб БЗБТ та рядом з клітьових кострів

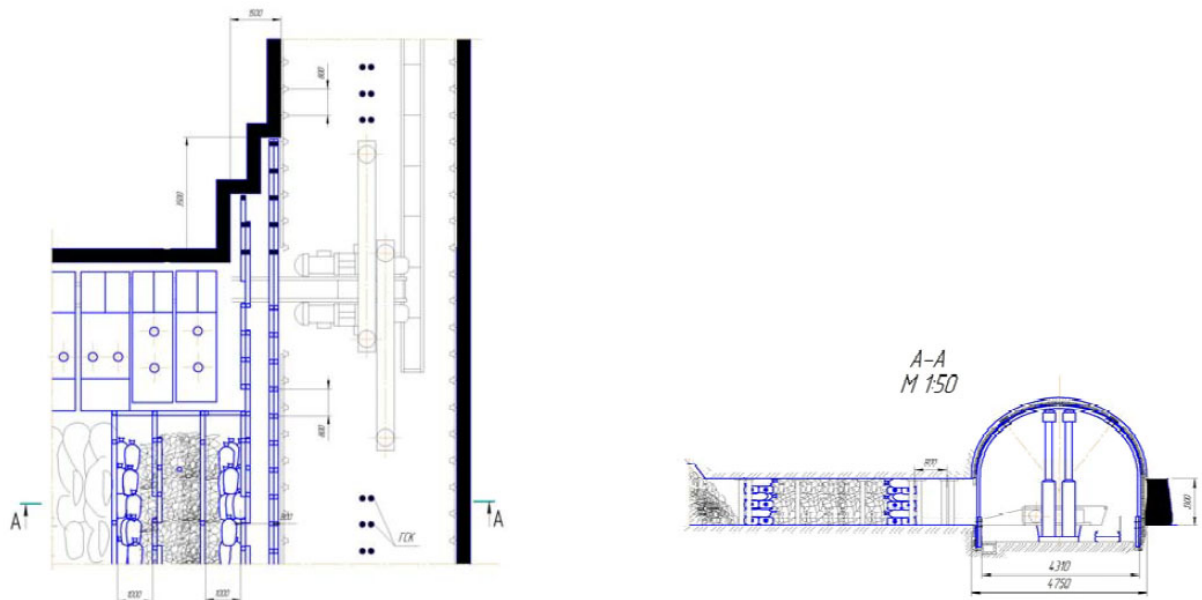


Рисунок 2.12 Охорона виробки комбінованою охоронною спорудою [16].

Негрій С.Г. в своїх дослідженнях запропонував схему для проектування нових технологічних рішень для охорони гірничих виробок, яку представлено на рисунку 2.11.

Також він стверджує що стійкість гірничих виробок залежить від стійкості засобів охорони та бічних порід, що доводять й більш ранні дослідження науковців.



Рисунок 2.13 – Структурно-логічна схема щодо виключення недоліків засобів охорони [39].

Негрієм С.Г. опираючись на галузеві стандарти та результати досліджень інших науковців з гірництва був запропонований вираз розрахунків зміщень порід покрівлі виробки у зоні впливу лави після її проходку [39]:

$$U_{\kappa}^e = \frac{m(x_* \cos \beta + 0,5B)}{B + (x_* + a + 0,5b) \cos \beta} \ln \left[\frac{\frac{\gamma \lg \rho_{\varepsilon}}{C_{\varepsilon}} \left(H + 2,22 f_{cp} \sqrt{H} + 1,4 f_{cp}^2 \right) + 1}{2\sqrt{\lambda \lg \rho_{\varepsilon}} + 1} \right]^{\frac{m\alpha}{2\lambda \lg \rho_{\varepsilon}}} + (a_0 + nr)\alpha + \xi'_o,$$

де m – потужність пласта, м; B – ширина виробки у проходці, м; b – ширина засобу охорони, м; x_* – довжина ділянки віджатою вугілля в боку виробки, м; β – кут між площиною пласта та поверхнею підшви виробки, град.; a – відстань від кріплення виробки до засобу охорони, м; γ – об’ємна вага порід покрівлі, кН/м³; H – глибина розробки, м; α – розмірний коефіцієнт зближення бічних порід, м⁻¹; ρ_{ε} – кут внутрішнього тертя вугілля, град.; λ – коефіцієнт бічного розпору, од.; C_{ε} – зчеплення вугілля, кПа; f_{cp} – показник питомої міцності порід, м^{1/2}; a_0 – відстань від вугільного вибою до першого ряду стійок кріплення, м; r – відстань між рамками кріплення, м; n – кількість проходів у кріпленні; ξ'_o – відносне осідання порід покрівлі над засобом охорони при його усадці ε_o та просіданні $\mathcal{Z}_{\varepsilon}$, од.

На шахтах також застосовується охорона дільничих виробок залізобетонними тумбами, замкненими у чотирикутні дерев’яні костри, що значно (до 2,5разів) збільшує несучу здатність охоронної споруди [40].

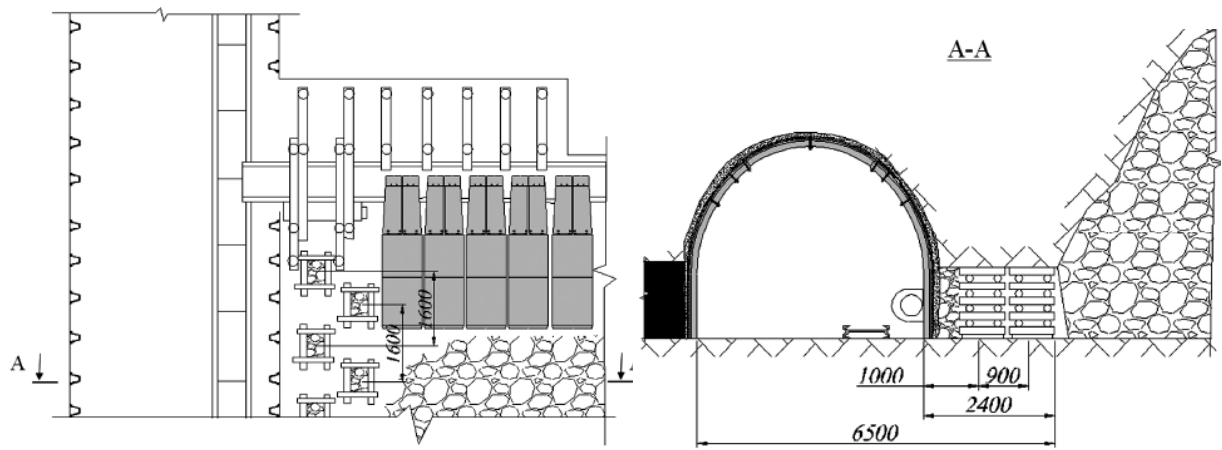
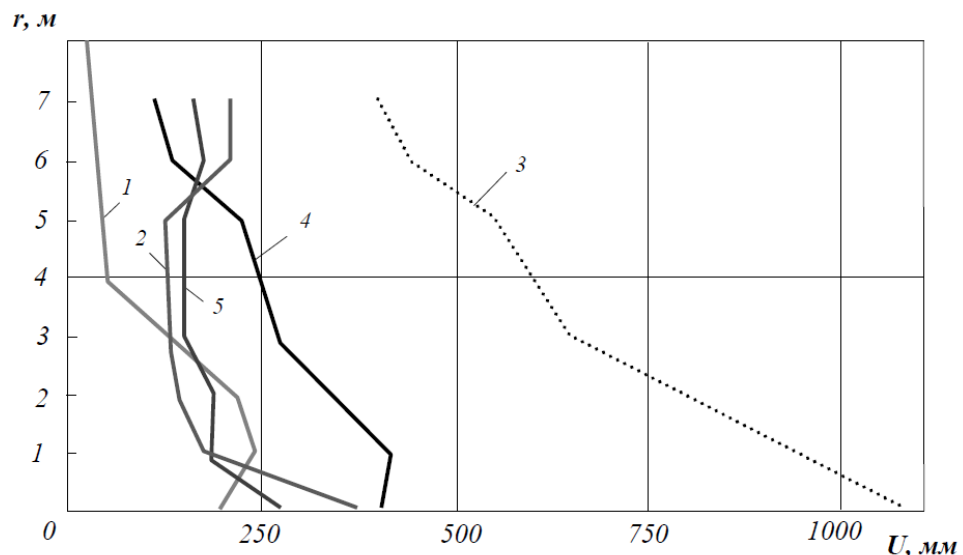


Рисунок 2.14 Охорона виробки комбінованою охоронною спорудою [40].

На рисунку 2.15 приведений механізм залежності зсувів порід порід покрівлі пласта з віддаленістю від виробки, натурні дослідження котрих було проведено на шахті ім. Стаханова [40]. На графіку чітко прослідковується тенденція зниження розшарувань і як наслідок зменшення величин зсувів порід покрівлі чим далі у неторканий масив порід. Тому дуже важливо зменшити розшарування приконтурного масиву порід, яке в свою чергу збільшить стійкість бічних порід.



1 і 2 – в зоні опорного тиску відповідно попереду першої і другої лав; 3 – за весь строк спостережень; 4 і 5 – в зоні опорного тиску за першою і другою лавами

Рисунок 2.15 Графіки залежності зсувів порід покрівлі в залежності від відстані вглиб масиву [40].

Однак ці заходи не дозволяють підтримувати виробку у безремонтному стані в якій є необхідність в декількох підбивках підосви пласта та на деяких ділянках перекріплення виробки (див. рис.3.2)

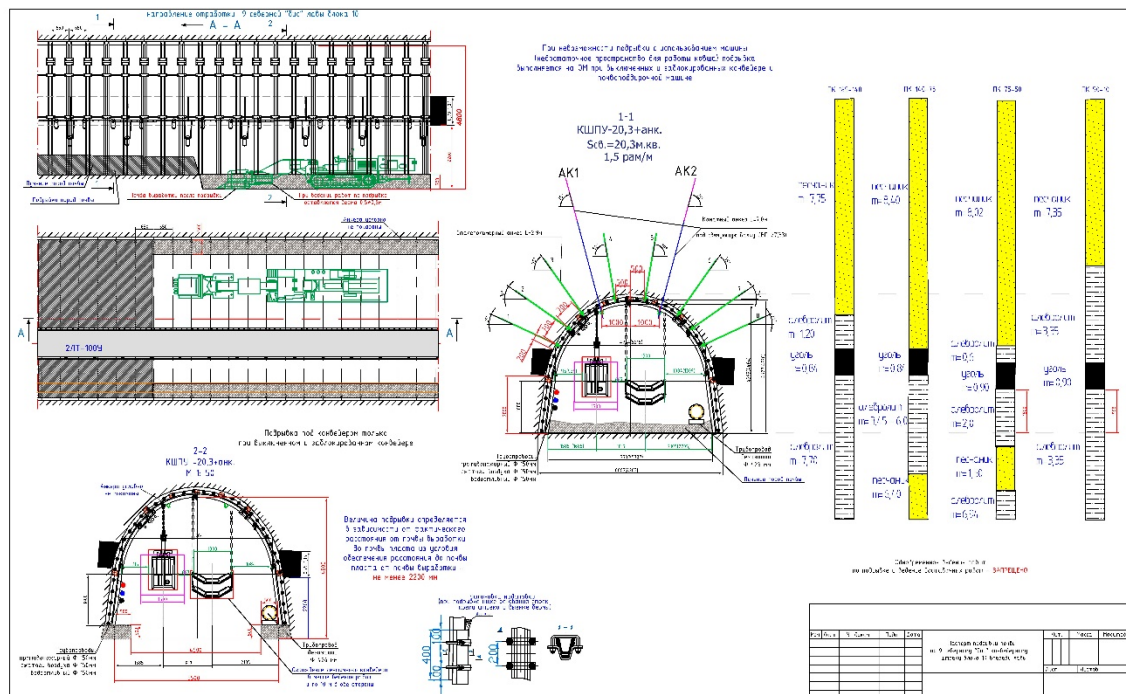
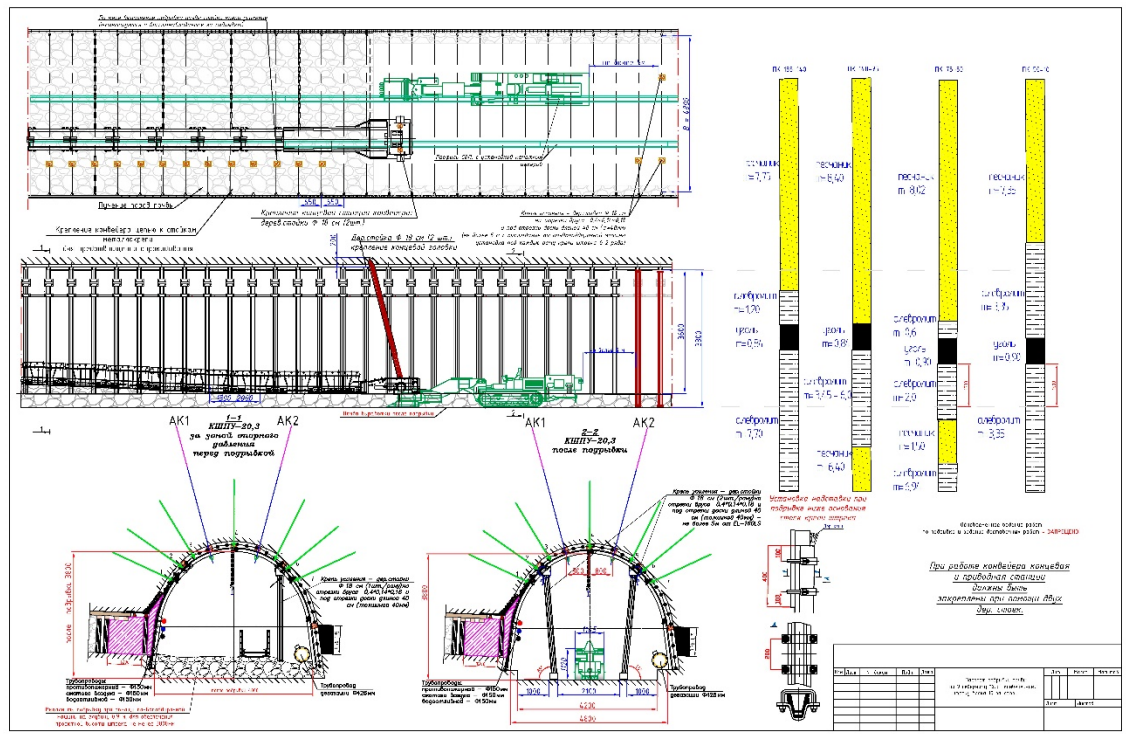


Рисунок 3.2 – Паспорти підбивання порід підосви попереду лави(а), та після проходження лави (б).

Візуально оцінити стан конвеєрного штрека 9-ї північної «біс» лави блоку №10 при його експлуатації можна побачити на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Стан конвеєрного штреку при відпрацюванні 9-ї північної «біс» лави

3.2 Характеристика ділянки шахтного поля при відпрацюванні її 9-ю північною «біс» лавою блоку №10

Аналізуючи гірничо-геологічні умови відпрацювання лавою пласта можна скласти узагальнені його характеристики, котрі представимо у вигляді таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Гірничо-геологічна характеристика видобувної ділянки 9 північної «біс» лави блока 10

Показники	Значення (характеристика) показника
1	2
<i>Марка вугілля</i>	К
<i>Породи</i>	
- основна покрівля	Пісковик
- безпосередня покрівля	Алевроліт
- безпосередня підшва	Алевроліт
- основна підшва	Пісковик
<i>Категорія порід</i>	
- основної покрівлі	А ₂ (середньої обвалювальності) Б ₄ (середньої стійкості)
- безпосередньої покрівлі	Б ₃ (малостійкі) Б ₄ (середньої стійкості)
- підшви	П ₂ (малостійкі)
<i>Наявність геологічних порушень</i>	мількоамплітудні тектонічні порушення, розмиви и роздув вугільного пласта
<i>Небезпечність пласта'</i>	
- по пилу	Небезпечен
- по гірничим ударам	Безпечен
- по раптовим викидам	Небезпечен
- по схильності до самозаймання	Не схильний

Продовження таблиці 3.1

1	2
<i>Небезпечність лави по прориву метану з підшви та її руйнуванню</i>	Безпечен
<i>Кут падіння пласта, град</i>	3-4
<i>Потужність пласта, м</i>	
- потужність вугільного пласта	0,71 - 1,08
- середня по виймальному стовпу	0,87
<i>Коефіцієнт міцності вміщуючих порід за шкалою проф. М.М. Протод'яконова</i>	
- основна покрівля	6,25 -9,43
- безпосередня покрівля	3,84- 5,25
- безпосередня підшва	3,25 - 4,11
- основна підшва	6,13 - 8,40
<i>Міцність вміщуючих порід, м</i>	
- основна покрівля	7,35 - 8,40
- безпосередня покрівля	0,0-4,15
- безпосередня підшва	0,45 -2,90
- основна підшва	0,0 - 1,50
<i>Шаг первинної посадки основної покрівлі, м</i>	40 - 50
<i>Шаг періодичної посадки основної покрівлі, м</i>	10- 15
<i>Шаг посадки безпосередньої покрівлі, м</i>	1-3
<i>Глибина ведення робіт, м</i>	917
<i>Зольність пласта, %</i>	4,1 -22,5
<i>Щільність вугілля, т/м³</i>	1,34

З огляду на геологічні розрізи по пікетам конвеєрного штреку 9-ї північної «біс» лави впливає нерівномірність в геологічних умовах розташування виробки по її довжині. Геологами на підприємстві виділено 4 ділянки по довжині виробки, в котрих є чередування порід безпосередньої покрівлі та підшви пласта, і буде доречним розглядати виробку в розрізі цих

ділянок та для кожної запропонувати, при необхідності, різні технологічні рішення для максимального збереження виробки в безремонтному стані.

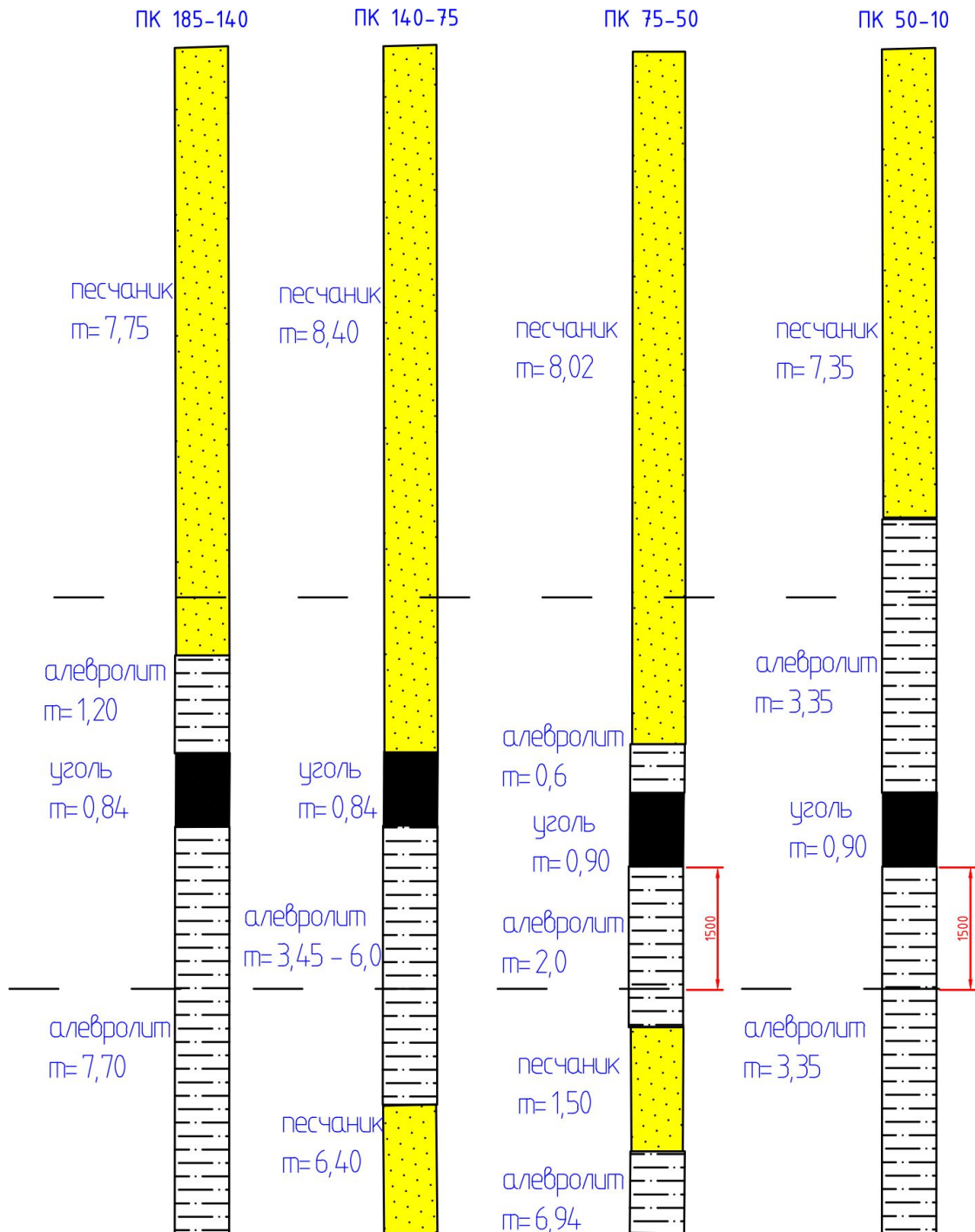


Рисунок 3.5 – Розташування поперечного перетину виробки по її довжині в залежності від бічних порід в умовах проведення конвеєрного штреку 9-ї північної «біс» лави блоку 10

3.3 Розрахунок середньої міцності порід, що вміщують виробку та зміщень порід в виробку

Розрахунок середньої міцності порід покрівлі та підшви виробки, котра знаходиться в чотирьох різних гірничо-геологічних умовах по своїй довжині будемо розраховувати згідно з вимогами нормативних документів Мінвуглепрома України [36], а також «Інструкції з забезпечення стійкості дільничних виробок для повторного використання на вугільних шахтах» [37].

Для цього будемо враховувати вплив шарів на висоту 20 м від середини виробки у покрівлі і підшві. Значні шари порід будемо ділити на окремі шари товщиною 4-5м. Місцезнаходження виробки відносно шарів порід та вугільного пласта із шарами порід, котрі впливають на її стійкість приведені на рисунках 3.6 – 3.9.

Середню міцність порід R в мегапаскалях розраховують згідно з формулою:

$$R = \frac{R_{кр} + R_{п}}{2}, \quad (3.1)$$

де $R_{кр}$, $R_{п}$ — міцності покрівлі і підшви відповідно, МПа.

Міцності покрівлі $R_{кр}$ і підшви $R_{п}$ в мегапаскалях розраховують згідно з формулою:

$$R_{кр} = \frac{R_1 m_1 k_1 + R_2 m_2 k_2 + \dots + R_i m_i k_i}{m_1 k_1 + m_2 k_2 + \dots + m_i k_i}, \quad (3.2)$$

де $R_1, R_2, \dots, R_i$ - значення міцності окремих шарів порід, МПа;

$m_1, m_2, \dots, m_i$ - товщина шарів порід, м;

$k_1, k_2, \dots, k_i$ - коефіцієнти впливу шарів порід на визначувану міцність, розраховуються згідно з формулою:

$$K_i = \exp \left[-\alpha \left(\ell_i - \frac{h}{2} \right) \right], \quad (3.3)$$

де α - емпіричний коефіцієнт, визначається згідно з таблицею 4.1 [36];

ℓ_i - відстань від середини виробки в проходці до середині визначеного шару порід, м;

h - висота виробки у проходці, м.

Вплив геометричних розмірів підготовчої виробки на вибір кріплення характеризується коефіцієнтом K_S , що розраховується згідно з формулою:

$$K_S = 0,2(B_{\text{пр}} - 1) \quad (3.4)$$

де $B_{\text{пр}}$ - ширина виробки у простві з урахуванням профілю кріплення і зтяжки, м;

$$K_S = 0,2 * (6,2 - 1) = 1,04,$$

Коефіцієнт K_y виражає вплив на вибір кріплення стійкості гірських порід навколо виробки, та визначається за формулою:

$$K_y = 1,64 - 0,016 \cdot R \quad (3.5)$$

де R - середня міцність порід, МПа.

Міцності шарів порід R , в мегапаскалях треба визначати з урахуванням порушеності породного масиву згідно з формулою:

$$R_i = R_o \cdot K_c \quad (3.6)$$

де R_o - опір порід одновісьовому стисненню. МПа;

K_c - коефіцієнт, що враховує порушеність породного масиву.

Вихідні данні для подальших розрахунків зведемо до таблиць 3.1 – 3.4.

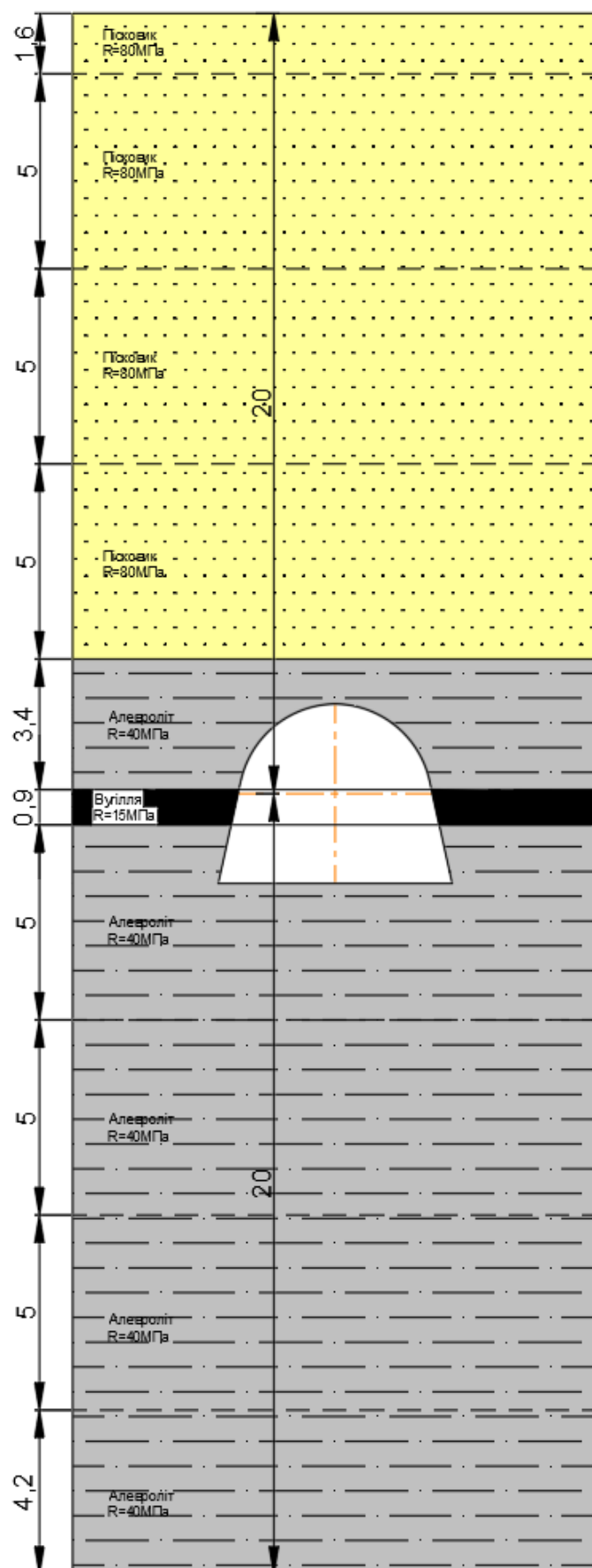


Рисунок 3.6 – Схема до розрахунку середньозваженої міцності порід.
Пікети 10-50.

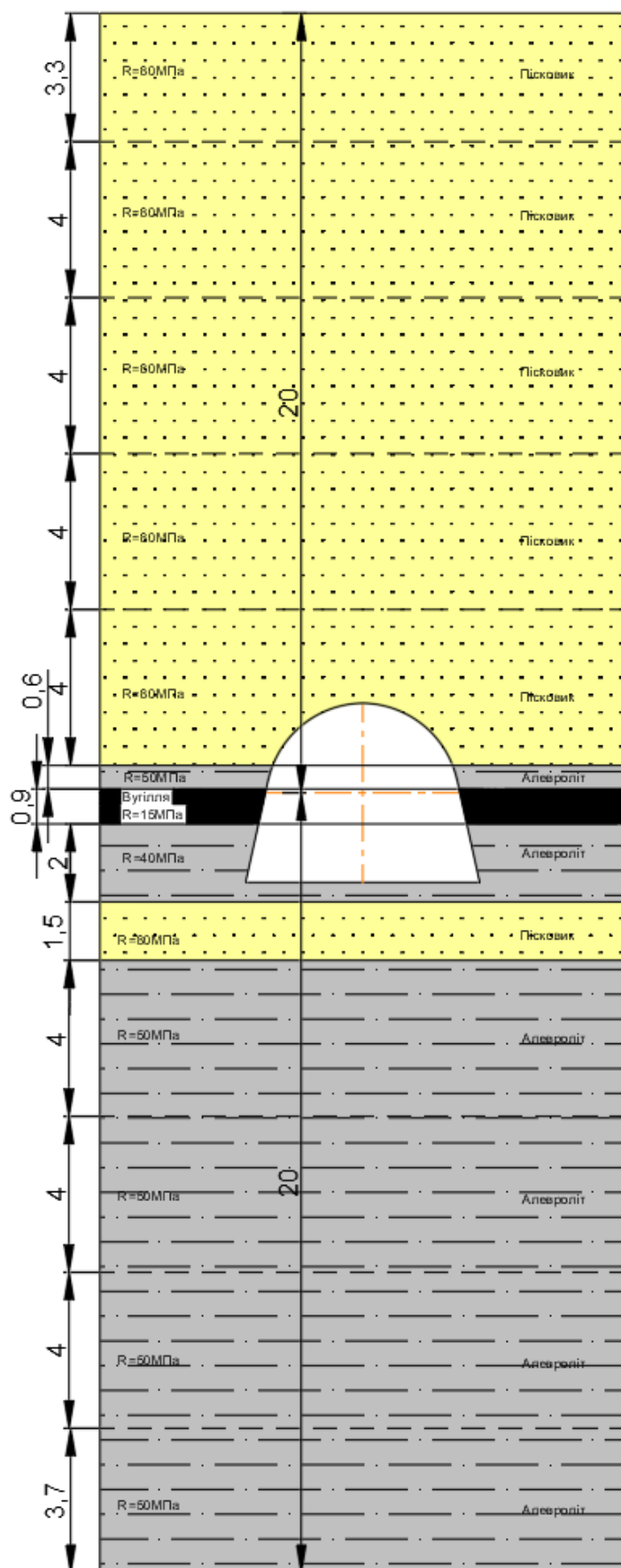


Рисунок 3.7 – Схема до розрахунку середньозваженої міцності порід.
Пікети 50-75.

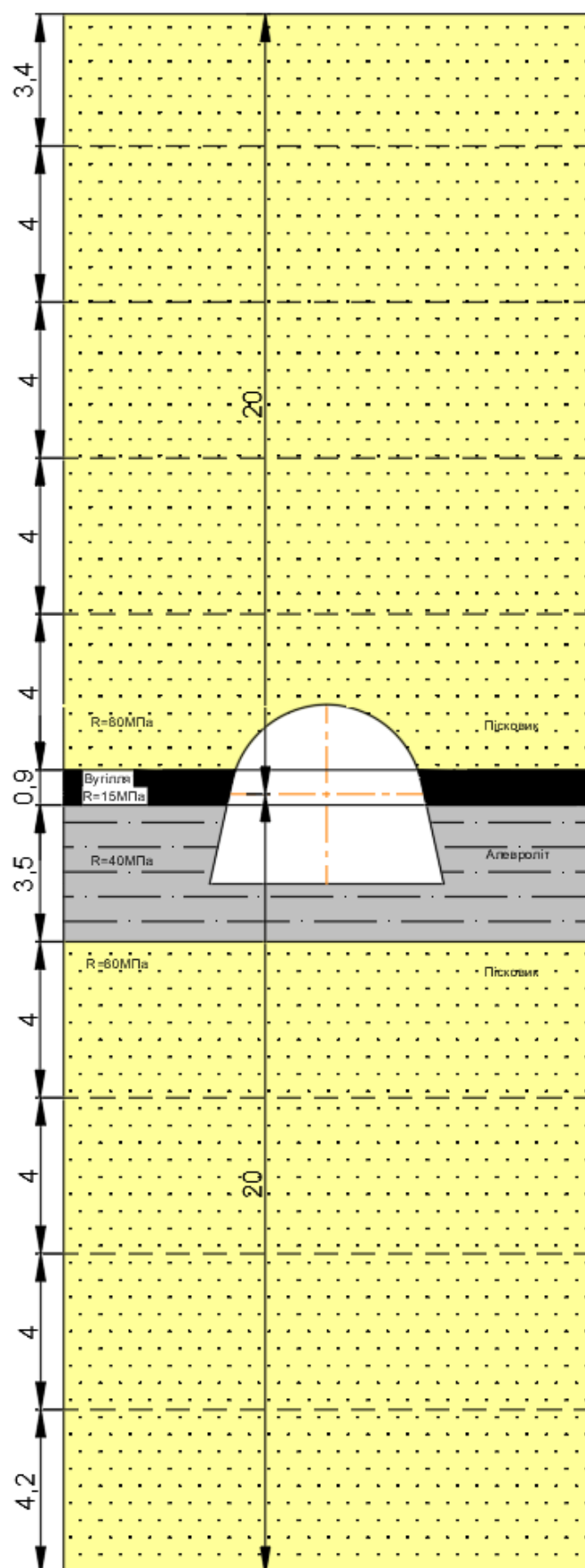


Рисунок 3.8 – Схема до розрахунку середньозваженої міцності порід.
Пікети 75-140.

Таблиця 3.1. Ситуативні показники міцності порід покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 10-50

Положення шару	Тип породи	Потужність t , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	1,6	80
	Пісковик	5	80
	Пісковик	5	80
	Пісковик	5	80
	Алевроліт	3,4	50
	Вугілля	0,1	15
Середина висоти виробки			
Підшва	Вугілля	0,8	15
	Алевроліт	5	40
	Алевроліт	5	40
	Алевроліт	5	40
	Алевроліт	4,2	40

Таблиця 3.2. Ситуативні показники міцності порід покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 50-75

Положення шару	Тип породи	Потужність t , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	3,3	50
	Пісковик	4	50
	Пісковик	4	50
	Пісковик	4	50
	Пісковик	4	80
	Алевроліт	0,6	40
	Вугілля	0,1	15
Середина висоти виробки			
Підшва	Вугілля	0,8	15
	Алевроліт	2	40
	Пісковик	1,5	80
	Алевроліт	4	50
	Алевроліт	4	50
	Алевроліт	4	50
	Алевроліт	3,7	50

Таблиця 3.3. Ситуативні показники міцності порід покрівлі та підосви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 75-140

Положення шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	3,38	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Алевроліт	4	80
	Вугілля	0,6	15
Середина висоти виробки			
Підосва	Вугілля	0,3	15
	Алевроліт	3,5	40
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4,2	80

Таблиця 3.4 Ситуативні показники міцності порід покрівлі та підосви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 140-185

Положення шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	2,2	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Алевроліт	1,2	40
	Вугілля	0,6	15
Середина висоти виробки			
Підосва	Вугілля	0,3	15
	Алевроліт	4	40
	Пісковик	4	40
	Алевроліт	4	40
	Алевроліт	4	40
	Алевроліт	3,7	40

Додаткові вихідні данні:

- Спосіб проведення виробки – комбайном;
- Кріплення – КПШУ 20,3м²;
- Виробка погашається після проходу другої лави;

Значення емпіричного коефіцієнта (формула 3.3) визначається для кожного етапу підтримання виробки [36]. Результати розрахунків міцності порід по мірі віддаленню їх від центру виробки (формула 3.2) наведені в таблицях 3.5 –3.8.

Таблиця 3.5 – Розрахунок коефіцієнтів впливу положення породних шарів на їх міцність для пікету 10-50

Положення шару	Відстань від середини шару до центру виробки, м	Коефіцієнт впливу k_i			
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,18$	$\alpha = 0,15$	$\alpha = 0,13$
Покрівля	19,95	0	0,047	0,079	0,111
	15,95	0,001	0,086	0,129	0,17
	10,95	0,013	0,211	0,273	0,325
	5,95	0,161	0,518	0,578	0,622
	1,78	1,297	1,098	1,081	1,07
	0,05	3,08	1,499	1,401	1,34
Середина висоти виробки					
Підшва	0,4	2,586	1,408	1,33	1,28
	3,3	0,607	0,835	0,861	0,878
	8,3	0,05	0,34	0,407	0,458
	13,3	0,004	0,138	0,192	0,239
	17,9	0	0,06	0,096	0,132

Таблиця 3.6 – Розрахунок коефіцієнтів впливу положення породних шарів на їх міцність для пікету 50-75

Положення шару	Відстань від середини шару до центру виробки, м	Коефіцієнт впливу k_i			
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,18$	$\alpha = 0,15$	$\alpha = 0,13$
Покрівля	18,4	0	0,055	0,089	0,123
	14,7	0,002	0,107	0,156	0,199
	10,7	0,015	0,22	0,284	0,336
	6,7	0,111	0,453	0,517	0,564
	2,7	0,819	0,931	0,942	0,949
	0,4	2,586	1,408	1,33	1,28
	0,05	3,08	1,499	1,401	1,34
Середина висоти виробки					
Підшва	0,4	2,586	1,408	1,33	1,28
	1,8	1,284	1,094	1,078	1,067
	3,55	0,535	0,799	0,829	0,85
	6,3	0,135	0,487	0,549	0,595
	10,3	0,018	0,237	0,301	0,353
	14,3	0,002	0,115	0,165	0,21
	18,15	0	0,058	0,093	0,127

Таблиця 3.7 – Розрахунок коефіцієнтів впливу положення породних шарів на їх міцність для пікету 75-140

Положення шару	Відстань від середини шару до центру виробки, м	Коефіцієнт впливу k_i			
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,18$	$\alpha = 0,15$	$\alpha = 0,13$
Покрівля	18,3	0	0,056	0,091	0,125
	14,6	0,002	0,109	0,158	0,202
	10,6	0,016	0,224	0,288	0,34
	6,6	0,116	0,461	0,525	0,572
	2,6	0,861	0,947	0,956	0,962
	0,3	2,718	1,433	1,35	1,297
Середина висоти виробки					
Підшва	0,14	2,945	1,475	1,383	1,383
	2	1,162	1,055	1,046	1,046

	5,8	0,174	0,533	0,592	0,592
	9,8	0,024	0,259	0,325	0,325
	13,7	0,003	0,128	0,181	0,181
	17,8	0	0,061	0,098	0,098

Таблиця 3.8 – Розрахунок коефіцієнтів впливу положення породних шарів на їх міцність для пікету 140-185

Положення шару	Відстань від середини шару до центру виробки, м	Коефіцієнт впливу k_i			
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,18$	$\alpha = 0,15$	$\alpha = 0,13$
Покрівля	18,9	0	0,05	0,083	0,116
	15,8	0,001	0,088	0,132	0,173
	11,8	0,009	0,181	0,241	0,291
	7,8	0,064	0,372	0,438	0,489
	3,8	0,472	0,763	0,799	0,823
	1,2	1,733	1,219	1,179	1,154
	0,3	2,718	1,433	1,35	1,297
Середина висоти виробки					
Підшва	0,14	2,945	1,475	1,383	1,324
	2,3	1	1	1	1
	6,3	0,135	0,487	0,549	0,595
	10,3	0,018	0,237	0,301	0,353
	4,3	0,002	0,115	0,165	0,21
	18,1	0	0,058	0,093	0,128

Результати розрахунків середньої міцності порід за формулами 3.2 та 3.1 зведемо до таблиць 3.9-3.12.

Експлуатацію конвеєрного штреку 9-ї північної «біс» лави блоку 10 можна поділити на 4 етапи:

- Проведення виробки;
- Підтримання попереду першої лави;
- Підтримання позаду першої лави;
- Підтримання попереду другої лави.

Зміщення порід покрівлі та підшви виробки розраховується по різним формулам [36, 37], які прямо залежать від етапу існування виробки.

Повні вертикальні зміщення контурів виробки що використовується повторно та погашається за проходом другої розраховуються за формулою, м:

$$U_{\text{п}} = U_{\text{пр}} + U_1 + U_{1\text{л}} + U_2 \quad (3.7)$$

де $U_{\text{пр}}$ – сумарне зміщення порід покрівлі та підшви при проведенні гірничої виробки у гірському масиві, м;

U_1 – сумарне зміщення порід покрівлі та підшви при підтриманні її попереду першої лави, м;

$U_{1\text{л}}$ – сумарне зміщення порід покрівлі та підшви при підтриманні її позаду першої лави, м;

U_2 – сумарне зміщення порід покрівлі та підшви при підтриманні її попереду другої лави, м;

Загальна конвергенція порід покрівлі та підшви при проведенні гірничої виробки у гірському масиві визначається за формулою, м:

$$U_{\text{пр}} = 0,0015NK_yK_s, \quad (3.8)$$

Загальна конвергенція порід покрівлі та підшви при підтриманні її попереду першої лави визначається за формулою, м:

$$U_1 = 0,0024NK_yK_s, \quad (3.9)$$

Загальна конвергенція порід покрівлі та підшви при підтриманні її позаду першої лави визначається за формулою, м:

$$U_{1\text{л}} = 0,002NK_yK_sK_{\text{ом}}, \quad (3.10)$$

де K_o – коефіцієнт впливу типу охоронної споруди на зміщення порід.

Загальна конвергенція порід покрівлі та підшви при підтриманні її попереду другої лави визначається за формулою, м:

$$U_2 = 0,002NK_yK_s, \quad (3.11)$$

Зміщення покрівлі при розрахованому загальному зміщенні порід покрівлі і підшви пласта визначають за формулою, м:

$$U_{пк} = \frac{R_{п}K_{н}}{R_{кр}+R_{п}} U_{п} \quad (3.12)$$

де $R_{кр}$, $R_{п}$ - міцності покрівлі і підшви, МПа;

$K_{н}$ - коефіцієнт впливу глибини розробки H , м який залежить від способу підтримання виробок.

Для виробок, які підтримують попереду і позаду очисних вибоїв, $K_{н}$ розраховують згідно з формулою:

$$K_{н} = 1,14 - 0,00052H \quad (3.13)$$

$$K_{н}=1,14-0,00052 \cdot 917=0,664$$

Таблиця 3.9 – Результати розрахунків середньої міцності порід покрівлі та підшви навколо конвеєрного штрека 9-ї північної «біс» лави блоку 10

Період підтримання виробки	Емпіричний коефіцієнт α	Міцність порід покрівлі виробки, $R_{кр}$, МПа	Міцність порід підшви виробки, $R_{п}$, МПа	Середня міцність порід навколо виробки, $R_{ср}$, МПа
Пікети 10-50				
Проведення виробки	0,5	52,8	30,5	41,7
Попереду першої лави	0,18	64,9	35,1	50,0
Підтримання за першою лавою	0,15	66,6	34,4	50,5

Попереду другої лави	0,13	67,7	33,7	50,7
Пікети 50-75				
Проведення виробки	0,5	68,2	39,9	54,1
Попереду першої лави	0,18	72,6	42,2	57,4
Підтримання за першою лавою	0,15	72,0	41,0	56,5
Попереду другої лави	0,13	71,4	40,2	55,8
Пікети 75-140				
Проведення виробки	0,5	60,7	42,2	51,5
Попереду першої лави	0,18	72,8	54,7	63,8
Підтримання за першою лавою	0,15	73,9	55,1	64,5
Попереду другої лави	0,13	74,5	55,1	64,8
Пікети 140-185				
Проведення виробки	0,5	47,9	36,5	42,2
Попереду першої лави	0,18	65,8	36,7	51,3
Підтримання за першою лавою	0,15	67,7	35,7	51,7
Попереду другої лави	0,13	68,9	34,9	51,9

Результати розрахунків зсувів порід покрівлі та підшви пласта в виробку за формулами 3.7–3.12 по пікетах приведемо у вигляді таблиць 3.10–3.13.

Таблиця 3.7 Визначення вертикальних зміщень порід в конвеєрну виробку

Етап експлуатації виробки	Символ	Пікети виробки			
		10-50	50-75	75-140	140-185
При проведенні виробки покрівля підшва	U_{np}	1,39	1,1	1,16	1,38
		0,34	0,27	0,32	0,4
		1,05	0,83	0,84	0,98
Підтримання перед першою лавою покрівля підшва	U_1	1,92	1,65	1,41	1,87
		0,45	0,4	0,4	0,45
		1,47	1,25	1,01	1,42
Підтримання після проходу першої лави	U_{1n}	1,43	1,26	1,04	1,39

	покрівля		0,32	0,3	0,3	0,32
	підлога		1,11	0,96	0,74	1,07
Підтримання перед другою лавою		U_2	1,58	1,42	1,15	1,54
	покрівля		0,35	0,34	0,32	0,34
	підлога		1,23	1,08	0,83	1,2
Сумарні зміщення		U_{Σ}	6,32	5,43	4,76	6,18
Сумарні зміщення покрівлі за всі етапи		$U_{\Sigma k}$	1,46	1,31	1,34	1,51
Сумарні зміщення підлоги за всі етапи		$U_{\Sigma d}$	4,86	4,12	3,42	4,67

Визначаємо умови роботи кріплення. Для цього необхідно врахувати висоту склепіння порід, що розшарувалися, $h_{ск}$ за формулою [36, 37]:

$$h_{ск} = \frac{U_{\Sigma k}}{\alpha} \quad (3.14)$$

Для умов відпрацювання 9-ї північної «біс» лава блоку 10, де конвеєрний штрек підтримується попереду і позаду очисного вибою, $h_{ск}$ після проходу лави визначаємо за формулою [36, 37]:

$$h_{ск} = \frac{U_{\Sigma k2}}{\alpha_{ср}} \quad (3.14)$$

$$\alpha_{ср} = \frac{U_{\Sigma k1}\alpha_1 + U_{\Sigma k2}\alpha_2}{U_{\Sigma k1} + U_{\Sigma k2}} \quad (3.15)$$

Де $U_{\Sigma k1}$, $U_{\Sigma k2}$ – зміщення покрівлі виробки попереду і позаду очисного вибою;

α_1 , α_2 –емпіричні коефіцієнти для періодів підтримання попереду і позаду очисного вибою згідно з таблицею 4.1 [36].

Навантаження на 1 метр кріплення виробки розраховуємо за формулою:

$$P_1 = \frac{2}{3} B_{пр} \gamma h_{скс}, \text{ кН} \quad (3.16)$$

де γ - об'ємна вага порід, кН/м³;

Крок встановлення рам кріплення по довжині виробки вираховую по формулі:

$$s = \frac{P_{кр}}{P_1}, \quad (3.17)$$

де $P_{кр}$ – робочий опір рамного кріплення, кН.

Згідно з формулою 8.2 [36] розраховуємо висоту склепіння порід, що утворилась за ці два періоди.

Пікет виробки 10-50

$$\alpha_{ср} = \frac{0,45 \cdot 0,18 + 0,32 \cdot 0,15}{0,45 + 0,32} = 0,17$$

$$h_{скс} = \frac{0,45 + 0,32}{0,17} = 4,53\text{м}$$

$$P = \frac{2}{3} \cdot 6,2 \cdot 25 \cdot 4,53 = 468\text{кН}$$

$$s = \frac{300}{468} = 0,62\text{м}$$

Пікет виробки 50-75

$$\alpha_{ср} = \frac{0,4 \cdot 0,18 + 0,32 \cdot 0,15}{0,45 + 0,32} = 0,17$$

$$h_{скс} = \frac{0,4 + 0,3}{0,17} = 4,12\text{м}$$

$$P = \frac{2}{3} \cdot 6,2 \cdot 25 \cdot 4,12 = 425\text{кН}$$

$$s = \frac{300}{425} = 0,70\text{м}$$

Пікет виробки 75-140

$$\alpha_{ср} = \frac{0,4 \cdot 0,18 + 0,3 \cdot 0,15}{0,45 + 0,32} = 0,17$$

$$h_{скс} = \frac{0,4 + 0,3}{0,17} = 4,12\text{м}$$

$$P = \frac{2}{3} \cdot 6,2 \cdot 25 \cdot 4,53 = 468 \text{ кН}$$

$$s = \frac{300}{468} = 0,62 \text{ м}$$

Пікет виробки 140-185

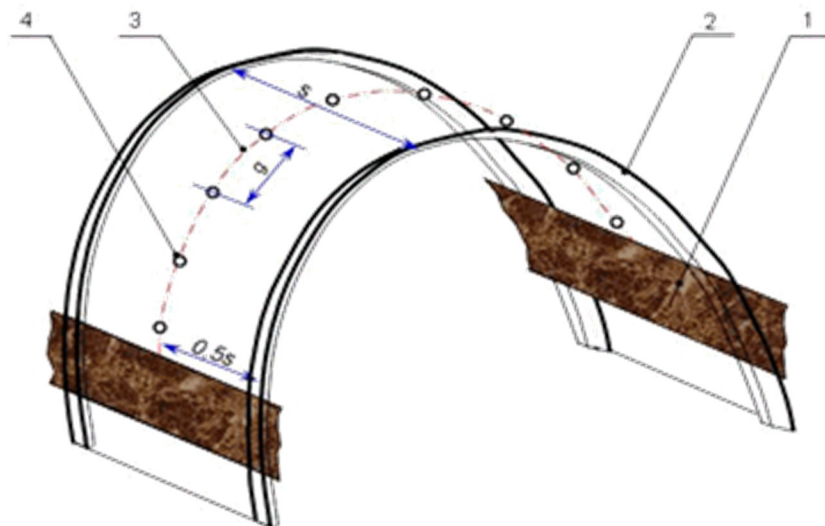
$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{0,45 \cdot 0,18 + 0,32 \cdot 0,15}{0,45 + 0,32} = 0,17$$

$$h_{\text{скс}} = \frac{0,45 + 0,32}{0,17} = 4,53 \text{ м}$$

$$P = \frac{2}{3} \cdot 6,2 \cdot 25 \cdot 4,12 = 425 \text{ кН}$$

$$s = \frac{300}{425} = 0,70 \text{ м}$$

Отже, розрахунковий шаг встановлення металевого аркового кріплення менше за 0,8м. В такому випадку необхідно збільшувати крок встановлення і застосовувати анкерне кріплення, як допоміжне [36, 37]. Попередньо вибираю металополімерні анкери довжиною 2,4м та діаметром 22мм з визначеною несучою здатністю 250 кН. Щільність установки - 1,0 анк/м².



1 - пласт, 2 - аркове кріплення, 3 – лінія встановлення анкерів, 4 – місця для анкерів

Рисунок 3.10 – Схема розташування анкерів [37]

Анкерне кріплення впливає на породний масив як зміцнювальний елемент міцності шарів порід, в яких розташовані анкери. Еквівалентна міцність порід R_{ia} кожного такого шару вираховується за формулою [37]:

$$R_i^a = K_3 K_d R_i \quad (3.18)$$

де K_3 – коефіцієнт зміцнення масиву, що залежить від щільності встановлення анкерів N_a та їх несучої здатності P_a , який визначають графічним способом відповідно до рисунку 4 [37].

K_d – коефіцієнт, що залежить від довжини анкера (рисунок 5, [37]);

R_i – міцність порід.

Визначаю значення коефіцієнта зміцнення K_3 при застосуванні анкерів. Згідно рисунка 4 [37] він становить $K_3 = 2,3$. По рисунку 5 [37] визначаю коефіцієнт впливу довжини анкеру, він дорівнює $K_d = 1,0$.

Знаходжу по формулі 3.18 еквівалентне значення міцності для шарів порід, які закріплені анкерами. В даному випадку довжина анкерів дозволяє збільшити міцність двох перших шарів порід покрівлі.

Таблиця 3.8 Ситуативні показники скоригованої міцності порід покрівлі після анкерування та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 10-50

Положення шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	1,6	80
	Пісковик	5	80
	Пісковик	5	80
	Пісковик	5	184
	Алевроліт	3,4	95
	Вугілля	0,1	15
Середина висоти виробки			
Підшва	Вугілля	0,8	15
	Алевроліт	5	40
	Алевроліт	5	40
	Алевроліт	5	40
	Алевроліт	4,2	40

Таблиця 3.9 Ситуативні показники скоригованої міцності порід покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 50-75

Положення шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	3,3	50
	Пісковик	4	50
	Пісковик	4	50
	Пісковик	4	50
	Пісковик	4	184
	Алевроліт	0,6	92
	Вугілля	0,1	15
Середина висоти виробки			
Підшва	Вугілля	0,8	15
	Алевроліт	2	40
	Пісковик	1,5	80
	Алевроліт	4	50
	Алевроліт	4	50
	Алевроліт	4	50
	Алевроліт	3,7	50

Таблиця 3.10 Ситуативні показники скоригованої міцності порід покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 75-140

Положення шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	3,38	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Алевроліт	4	184
	Вугілля	0,6	15
Середина висоти виробки			
Підшва	Вугілля	0,3	15
	Алевроліт	3,5	40
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4,2	80

Таблиця 3.11 Ситуативні показники скоригованої міцності порід покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на пікетах 140-185

Положення шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	Пісковик	2,2	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	80
	Пісковик	4	184
	Алевроліт	1,2	92
	Вугілля	0,6	15
Середина висоти виробки			
Підшва	Вугілля	0,3	15
	Алевроліт	4	40
	Пісковик	4	40
	Алевроліт	4	40
	Алевроліт	4	40
	Алевроліт	4	40
	Алевроліт	3,7	40

Таблиця 3.12 – Результати перерахунків скоригованої середньої міцності порід покрівлі та підшви навколо конвеєрного штрека 9-ї північної «біс» лави блоку 10

Період підтримання виробки	Емпіричний коефіцієнт α	Міцність порід покрівлі виробки, $R_{кр}$, МПа	Міцність порід підшви виробки, R_n , МПа	Середня міцність порід навколо виробки, $R_{ср}$, МПа
Пікети 10-50				
Проведення виробки	0,5	119	30,5	74,8
Попереду першої лави	0,18	128,7	35,1	81,9
Підтримання за першою лавою	0,15	127,6	34,4	81,0
Попереду другої лави	0,13	126,5	80,1	33,7
Пікети 50-75				
Проведення виробки	0,5	146	39,9	93,2
Попереду першої лави	0,18	129,2	42,2	85,7

Підтримання за першою лавою	0,15	124,4	41,0	82,7
Попереду другої лави	0,13	121,0	40,2	80,6
Пікети 75-140				
Проведення виробки	0,5	123,9	42,2	83,1
Попереду першої лави	0,18	121,8	54,7	88,3
Підтримання за першою лавою	0,15	118,8	55,1	87,0
Попереду другої лави	0,13	116,5	55,1	85,8
Пікети 140-185				
Проведення виробки	0,5	99,6	36,5	68,1
Попереду першої лави	0,18	114,7	36,7	75,7
Підтримання за першою лавою	0,15	113,5	74,6	35,7
Попереду другої лави	0,13	112,4	34,9	73,7

Таблиця 3.13 – Визначення скоригованих вертикальних зміщень порід в конвеєрну виробку

Етап експлуатації виробки	Символ	Пікети виробки			
		10-50	50-75	75-140	140-185
При проведенні виробки	$U_{пр}$	0,63	0,21	0,44	0,79
покрівля		0,09	0,03	0,07	0,14
підшва		0,54	0,18	0,37	0,65
Підтримання перед першою лавою	U_1	0,75	0,61	0,52	0,98
покрівля		0,11	0,1	0,11	0,16
підшва		0,64	0,51	0,41	0,82
Підтримання після проходу першої лави	$U_{1л}$	0,59	0,54	0,42	0,76
покрівля		0,08	0,09	0,09	0,12
підшва		0,51	0,45	0,33	0,64
Підтримання перед другою лавою	U_2	0,68	0,67	0,51	0,88
покрівля		0,1	0,11	0,11	0,14
підшва		0,58	0,56	0,4	0,74
Сумарні зміщення	$U_{п}$	2,65	2,03	1,89	3,41

Сумарні зміщення покрівлі за всі етапи	$U_{\text{пк}}$	0,38	0,33	0,38	0,56
Сумарні зміщення підосви за всі етапи	$U_{\text{пд}}$	2,27	1,7	1,51	2,85

Згідно з формулою 8.2 [36] розраховуємо висоту склепіння порід

Розрахуємо відстань між рамами для пікетів, де зміщення максимальні і по ним будемо орієнтуватись для подальших рішень.

$$\alpha_{\text{ср}} = \frac{0,16 \cdot 0,18 + 0,12 \cdot 0,15}{0,11 + 0,12} = 0,17$$

$$h_{\text{скс}} = \frac{0,16 + 0,12}{0,17} = 1,65\text{м}$$

$$P = \frac{2}{3} \cdot 6,2 \cdot 25 \cdot 1,65 = 171\text{кН}$$

$$s = \frac{300}{174} = 1,75\text{м}$$

Так як розрахункова відстань між рамами аркового кріплення більша, ніж 0,8м, то потрібно її зменшити та прийняти рівній 0,8м або 1,25рам/м [37].

В решті пікетів виробки також приймаємо відстань між рамами 0,8м.

Так як шаг встановлення рам аркового кріплення 0,8м то зміщення порід покрівлі зменшиться на 10 відсотків у відповідності до таблиці 5.46 [38].

Якісна забутовка закріпного простору подрібненою породою надає системі «кріплення – оточуючий масив порід» більш якісну роботу основного кріплення виробки, збільшує несучу здатність системи та зменшує зміщення порід покрівлі в 1,2-1,4 рази [38]. Тобто якісна робота по встановленню аркового кріплення та суворе дотримання паспорту проведення виробки дає змогу зменшити зміщення ще на 10-30%. Перерахуємо остаточні зміщення порід покрівлі з урахуванням цих факторів (таблиця 3.14).

Як бачимо з таблиці 3.14, на пікетах 140-185 в виробці зберігається необхідність застосування допоміжних заходів з підтримання виробки, тому на цій ділянці можна застосувати кріплення посилення під кожне аркове

кріплення. При цьому коефіцієнт зменшення зміщень покрівлі буде становити 0,65, згідно з таблицею 5.42 [38]

Таблиця 3.14 – Розрахунок остаточних зміщень порід покрівлі в виробку

Параметри	Символи	Пікети виробки			
		10-50	50-75	75-140	140-185
Сумарні зміщення покрівлі за всі етапи	$U_{\text{пк}}$	0,38	0,33	0,38	0,56
Коефіцієнт щільності встановлення аркового кріплення	$K_{\text{ущ}}$	0,9	0,9	0,9	0,9
Забутівка закріпного простору	$K_{\text{заб}}$	0,85	0,85	0,85	0,85
Остаточні сумарні зміщення покрівлі за всі етапи	$U_{\text{к}}$	0,29	0,25	0,29	0,43

При цьому кінцеві розрахункові зміщення покрівлі на цих пікетах складуть $0,43 \cdot 0,65 = 0,28\text{м}$ що в межах піддатливості кріплення, яке становить 0,3м.

Для зменшення величини підняття підосви в виробці на підприємстві не застосовують нічого, що б технологічно його було зменшено. На шахті борються із підняттям підосви пласта багаторазовою піддиркою здіблених порід кожен раз на величину 0,5м, за вимогами Правил безпеки. Це технологічно просте рішення, але воно є працезатратним та дорогим по грошах і не сприяє подальшому зменшенню здимання підосви пласта.

Тому, в якості заходу, що пропонується можна використати організацію компенсаційної щілини по підосві виробки, яка дозволить суттєво знизити величину пучіння. В якості механізації робіт по створенню такої щілини можна застосовувати спеціальні щілинонарізні машини по ESF-70 концерну Eickhoff, або інші, або піти шляхом досвіду шахти Степова ДП Павлоградвугілля. На цій шахті є досвід спорудження компенсаційної щілини за допомогою бару, що було змонтовано на платформі прохідницького

комбайну. Організація щілини шириною 0,4м та глибиною 1,0-1,2м при проведенні виробки дозволить знизити витрати на експлуатацію виробки в умовах постійного здимання порід підосви пласта.

Для порівняння запропонованої технології підтримання виробки проведемо розрахунки зміщень порід покрівля та підосви пласта в виробку за шахтною технологією підтримання та спроекуємо необхідні додаткові заходи для підтримання виробки за весь строк її експлуатації. При цьому будемо виходити з наступних даних, що відрізняються від запропонованих і взятих з шахтних документів по виробці:

- Шаг встановленого аркового кріплення – 0,65м або 1,5рам/м;
- Анкерування згідно з паспортом щільністю 1,5анк/м²;
- Усереднена геологічна ситуація щодо бічних порід пласта, так як немає інформації до ділення виробки на ділянки по її довжині;
- Підривання порід підосви механізованим способом або за допомогою ВМ;

Результати розрахунків зведемо до таблиць 3.15 –3.17.

Таблиця 3.15 – Скореговані показники міцності порід покрівлі та підосви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки на

Положення шару	Тип породи	Потужність <i>m</i> , м	Міцність <i>R</i> , МПа
Покрівля	Пісковик	19,0	80
	Пісковик	15,9	80
	Пісковик	11,9	80
	Пісковик	7,9	80
	Пісковик	3,9	208
	Алевроліт	1,3	104
	Вугілля	0,6	15
Середина висоти виробки			
Підосва	Вугілля	0,3	15
	Алевроліт	2,3	40
	Пісковик	6,3	40
	Алевроліт	9,8	40
	Алевроліт	13,5	80
	Алевроліт	17,9	80

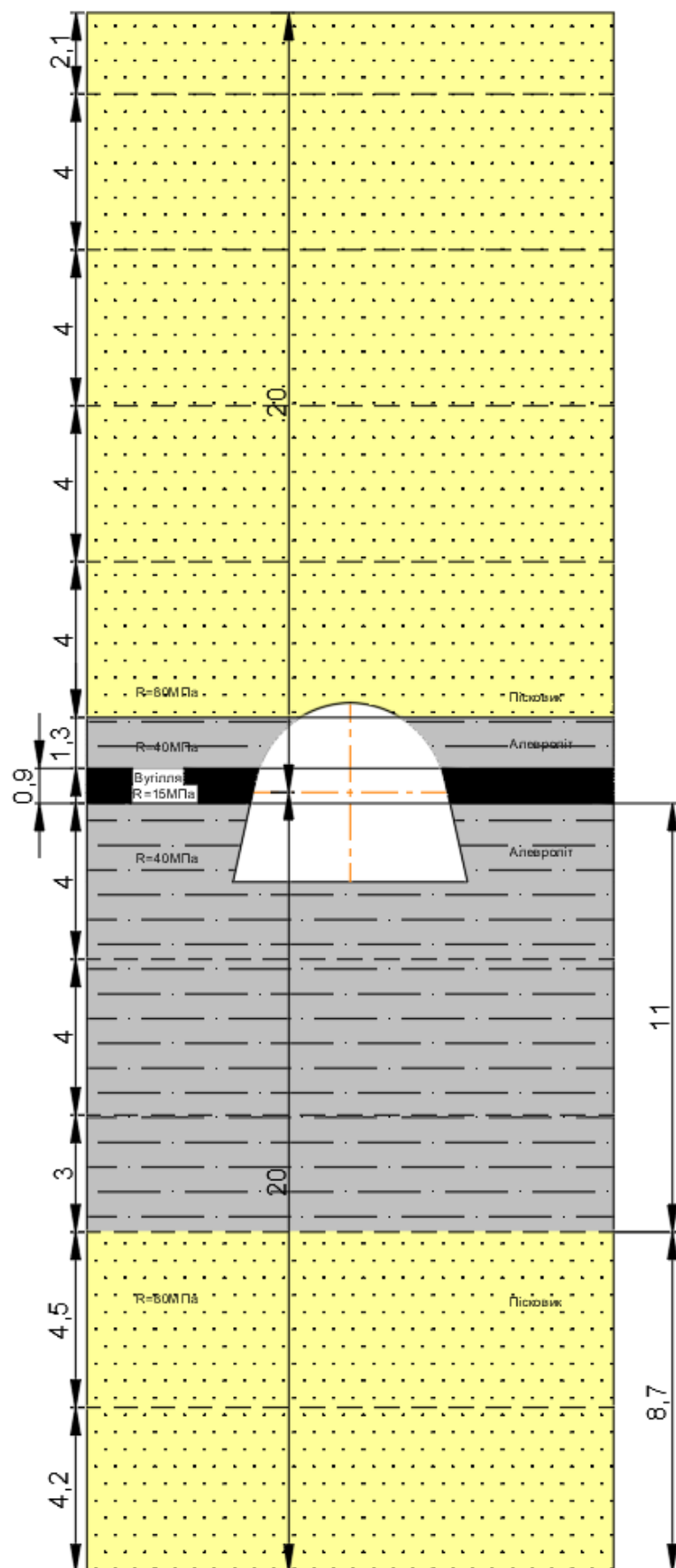


Рисунок 3.11 – Схема до розрахунку міцності порід за шахтним варіантом підтримання

Таблиця 3.16 – Розрахунок коефіцієнтів впливу положення породних шарів на їх міцність

Положення шару	Відстань від середини шару до центру виробки, м	Коефіцієнт впливу k_i			
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,18$	$\alpha = 0,15$	$\alpha = 0,13$
Покрівля	19,0	0	0,049	0,082	0,114
	15,9	0,001	0,086	0,13	0,171
	11,9	0,008	0,178	0,237	0,287
	7,9	0,061	0,365	0,432	0,483
	3,9	0,449	0,75	0,787	0,812
	0,3	1,649	1,197	1,162	1,139
Середина висоти виробки					
Підшва	0,15	2,93	1,473	1,381	1,322
	2,3	1	1	1	1
	6,3	0,135	0,487	0,549	0,595
	9,8	0,024	0,259	0,325	0,377
	13,5	0,004	0,133	0,186	0,233
	17,9	0	0,06	0,096	0,132

Таблиця 3.17 Визначення скоригованих вертикальних зміщень порід в конвеєрну виробку

Етап експлуатації виробки	Символ	Зміщення, м
При проведенні виробки	$U_{пр}$	0,62
покрівля		0,12
підшва		0,61
Підтримання перед першою лавою	U_1	0,6
покрівля		0,14
підшва		0,59
Підтримання після проходження першої лави	$U_{1.л}$	0,48
покрівля		0,14
підшва		0,49
Підтримання перед другою лавою	U_2	0,57
покрівля		0,12
підшва		0,56
Сумарні зміщення	$U_{п}$	2,77
Сумарні зміщення покрівлі за всі етапи	$U_{пк}$	0,52
Сумарні зміщення підшви за всі етапи	$U_{пд}$	2,25

Отже, з таблиці 3.17 видно, що розрахункові зміщення покрівлі становлять 0,52м, а підосви 2,25м. При якісній забутовці, враховуючи шаг встановлення кріплення та використання кріплення посилення, остаточні розрахункові зміщення порід покрівлі становитимуть:

$$U_{кр}=0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,65 \cdot 0,52=0,25\text{м}$$

Що в межах величині податливості кріплення.

Для боротьби з пучінням застосовуватимемо підривання порід підосви пласта на величину 0,5м кожного разу, коли здимання порід підосви наблизиться до цієї величини.

Порівняльна характеристика двох варіантів підтримання виробки приведена в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Порівняльна характеристика варіантів що порівнюються

Показник	Варіант що пропонується					Шахтний варіант
	ПК10-50	ПК50-75	ПК75-140	ПК140-185		
Зміщення порід покрівлі виробки						
Розрахункові зміщення без заходів, м	1,46	1,31	1,34	1,51		1,63
Щільність анкерування, анк/м ²	1,0	1,0	1,0	1,0		1,5
Зміщення після анкерування, м	0,38	0,33	0,38	0,56		0,52
Шаг встановлення аркового кріплення, м	0,8	0,8	0,8	0,8		0,65
Ущільнення кріплення	так	так	так	так		так
Якісна забутовка міжрамного простору, м	так	так	так	так		так
Застосування кріплення посилення, м	так	так	так	так		так
Остаточні зміщення , м	0,29	0,25	0,29	0,28		0,25
Конструктивна підатливість кріплення, м	0,30	0,30	0,30	0,30		0,30
Зміщення порід підосви виробки						
Розрахункові зміщення без заходів, м	2,27	1,7	1,51	2,85		2,25
Організація компенсаційної щілини	так	так	так	так		ні
Зміщення з проведенням компенсаційної щілини	1,2	0,85	0,8	1,4		2,25
Загальна величина підривки, м	0,7	0,35	0,3	0,9		1,75

3.4 Техніко - економічне порівняння варіантів підтримання виробки

Ефективною оцінкою прийняття того чи іншого технологічного рішення щодо його доцільності є економічний критерій. Тому необхідно порівняти ці варіанти за параметром питомі експлуатаційні витрати, грн/т.

$$C_3 = \frac{\sum C}{Q_{np}} \rightarrow \min \quad (3.19)$$

де Q_{np} - величина промислових запасів, т;

$\sum C$ - сума експлуатаційних витрат, що прийняті до врахування, грн.

В загальному випадку величина експлуатаційних витрат на підтримання виробки:

$$\sum C = C_{np} + C_{охр} + C_{дм}, \quad (3.20)$$

где C_{np} - витрати на проведення виробки, грн.;

$C_{охр}$ - витрати на заходи з охорони, грн.;

$C_{дм}$ - витрати на допоміжні заходи по підтриманню виробки, грн.

Для розрахунків витрат на проведення та підтримку виробки з її охороною скористаюся методикою, викладеній в відповідних методичних вказівках з УСМГП [38].

Витрати на проведення виробки

$$c_1 \left(3323,7 \prod_1^n k_{c1} + 113,27 \cdot S_{np} \prod_1^n k_{c2} \right), \text{ грн/м} \quad (3.21)$$

Де S_{np} - площа поперечного перетину виробки в світлі при її проведенні, м²;

c_1 – коефіцієнт, що враховує загальношахтні витрати;

k_{c1} и k_{c2} – коефіцієнти, що враховують відхилення реальних гірничих, технічних та економічних умов від прийнятих у розрахунках середніх умов.

Шахтний варіант

$$C'_{np} = 1,17 \cdot (3323,7 \cdot 1,93 + 113,27 \cdot 20,3 \cdot 2,42) = 14016 \text{ грн/м}$$

Варіант, що пропонується

$$C'_{np} = 1,17 \cdot (3323,7 \cdot 1,56 + 113,27 \cdot 20,3 \cdot 1,72) = 10694 \text{ грн/м}$$

Витрати на охорону виробки (лита смуга шириною 1,2м та 1,0м)

Вартість зведення 1 м охорони:

$$C_o = 1100,85 k_m k_{цб} k_{TC} c_1 \cdot b_{л.с}, \text{ грн/м;} \quad (3.22)$$

Шахтний варіант

$$C_o = 1100,85 \cdot 0,773 \cdot 4,895 \cdot 1,142 \cdot 1,2 = 5708 \text{ грн/м}$$

Варіант, що пропонується

$$C_o = 1100,85 \cdot 0,773 \cdot 4,895 \cdot 1,142 \cdot 1,0 = 4757 \text{ грн/м}$$

Витрати на анкерування виробки

$$C_{\text{анк}} = n_{\text{анк}} \cdot c_{\text{анк}} \quad (3.23)$$

Шахтний варіант

$$C_{\text{анк}} = 12 \cdot 117,36 = 1408,32 \text{ грн/м}$$

Варіант, що пропонується

$$C_{\text{анк}} = 8 \cdot 117,36 = 938,88 \text{ грн/м}$$

Підбивання підшви виробки

$$R_{\text{под}} = c_1 \left(0,34h + 0,16 \ln \left(\frac{S}{12} \right) h \right) \prod_1^7 k_i, \text{ грн/м} \quad (3.24)$$

где h - глибина підривки підошви, мм.

Шахтний варіант

$$R_{\text{нод}} = 1,17 \left(0,34 \cdot 1750 + 0,16 \ln \left(\frac{20,3}{12} \right) \cdot 1750 \right) \cdot 1,41 = 1224 \text{ грн/м};$$

Варіант, що пропонується

$$R^{10-50}_{\text{нод}} = 1,17 \left(0,34 \cdot 700 + 0,16 \ln \left(\frac{20,3}{12} \right) \cdot 700 \right) \cdot 1,41 = 490 \text{ грн/м}$$

$$R^{50-75}_{\text{нод}} = 1,17 \left(0,34 \cdot 350 + 0,16 \ln \left(\frac{20,3}{12} \right) \cdot 350 \right) \cdot 1,41 = 245 \text{ грн/м}$$

$$R^{75-140}_{\text{нод}} = 1,17 \left(0,34 \cdot 300 + 0,16 \ln \left(\frac{20,3}{12} \right) \cdot 300 \right) \cdot 1,41 = 210 \text{ грн/м}$$

$$R^{140-185}_{\text{нод}} = 1,17 \left(0,34 \cdot 900 + 0,16 \ln \left(\frac{20,3}{12} \right) \cdot 900 \right) \cdot 1,41 = 630 \text{ грн/м}$$

Кріплення посилення коштує 160грн [38] і виконується по всій довжині виробки при шахтному варіанті (480грн/м) та на пікетах 140-185 (400грн/м) у варіанті що пропонується.

Якісна забутовка міжрамного простору коштує 2% від проведення виробки [38] і становить 280грн/м у шахтному варіанті та 214грн/м у варіанті, що пропонується.

Вартість компенсаційної щілини, що споруджується при проведенні виробки з параметрами 0,4м ширини та 1,2м довжини коштує 200гр/м.

Експлуатаційні запаси вугілля для лави довжиною 250м, потужності пласта 0,9м, довжиною виїмкового стовпа 1850м становить:

$$Z_{\text{експ}} = 250 \cdot 0,9 \cdot 1850 \cdot 1,34 \cdot 0,98 = 546620 \text{ тон}$$

Зведені витрати на проведення та підтримання виробки в експлуатаційному стані представлені в таблиці 3.19.

Таблиця 3.19 – Техніко економічне порівняння варіантів підтримання

Найменування витрат	Витрати за варіантами, тис.грн./%	
	Шахтний варіант	Варіант що пропонується
Проведення виробки	<u>25929,60</u> 60,6	<u>19783,90</u> 61,8
Анкерування виробки	<u>2605,39</u> 6,1	<u>1736,93</u> 5,4
Зведення охоронної споруди	<u>10559,80</u> 24,7	<u>8800,45</u> 27,5
Якісна забутовка	<u>518,59</u> 1,2	<u>395,68</u> 1,2
Підривання порід підосви	<u>2264,40</u> 5,3	<u>726,25</u> 2,3
Кріплення посилення	<u>888</u> 2,1	<u>180</u> 0,6
Заходи зниження пучіння	= 0	<u>370</u> 1,2
Загальні витрати	<u>42765,78</u> 100	<u>31993,21</u> 100
В % до кращого варіанта	134	100

Отже, за результатами порівняння видно, що запропонований варіант за теоретичними розрахунками кращій за шахтний на 34% до надає змогу стверджувати, що цей варіант кращій за врахованими витратами та технологією розрахунків.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі розглянута актуальна проблема багатьох гірничовидобувних підприємств, а саме забезпечення експлуатаційного стану виробок, що використовуються повторно при відробці вугільних пластів за допомогою комбінованої системи розробки.

Розглянуті гірничо-геологічні та гірничо-технічні умови відпрацювання вугільного пласта в умовах блоку 10 ПрАТ «ШУ «Покровське», проведено аналіз стану гірничої виробки, вивчені шахтні паспорти підтримання та ремонту. На основі чого були запропоновані рішення на корегування параметрів з її охорони, а саме:

- Розділення умов підтримання виробки на ділянки із характерними умовами її проведення
- -для кожної з таких ділянок окремо розраховані середня міцність порід, зміщення порід покрівлі та підшви пласта
- Запропоновані технологічні рішення з підтримки та охорони виробки для кожної з ділянок окремо з огляду на кінцеві зміщення

В результаті техніко-економічного порівняння шахтного та запропонованого варіанту підтримання виробки в умовах відпрацювання 9-ї північної «біс» лави блоку 10 було отримано зниження витрат 34%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сторчак Г.Г. Способы охраны выработок, предназначенных для повторного использования [Текст] / Г.Г. Сторчак // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2010». – Д: Національний гірничий університет, 2010. – С. 211-215.
2. Солодянкин А.В. Поддержание подготовительных выработок для их повторного использования [Текст] / А.В. Солодянкин, М.Э. Мищенко // Перспективы развития строительных технологий : 9-я междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, 23-24 апреля 2015г. – Д.: НГУ, 2015. – С. 228-234. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/146538>
3. Кишинский А.В. Разработка технологии поддержания и охраны повторно используемых подготовительных выработок [Текст] / А.В. Кишинский // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 12. – С. 45-49.
4. Стрижиборода С.К. Влияние средств охраны вентиляционного штрека на устойчивость [Текст] / С.К. Стрижиборода, Б.И. Курицын, О.С. Аносов // Уголь Украины. – 1983. – № 9. – С. 4-5.
5. Охорона підготовчих виробок, що використовують повторно, в умовах антрацитових шахт: монографія / О.В. Солодянкін, І.В. Дудка, Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро: НГУ, 2017. – 161 с
6. Пособие по курсовому и дипломному проектированию по дисциплинам «Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых», «Технология подземной добычи угля», «Управление состоянием породного массива» (для студентов специальностей 7.090301.02, 7.090216 всех форм обучения) / В.И. Теряник, Я.А. Ляшок, Н.А. Рязанцев, В.М. Куцерубов, В.Н. Нестеренко, Л. Л. Бачурин. – Красноармейск, КИИ ДонНТУ, 2008. – 30 с.
7. Худков А.Н. Охрана главных пластовых выработок спаренными

целиками [Текст] / А.Н. Худяков, А.Ф. Борzych, А.И. Нелюбов // Уголь Украины. – 1983. – № 10. – С. 7-10.

8. Зборщик М.П. Малозатратное обеспечение устойчивости податливых выработок угольных шахт [Текст] / М.П. Зборщик // Современные проблемы шахт и подземного строительства. – 2006г. – Вып. 7. – С. 12-20.

9. Волошин А.И. Определение рациональной ширины целика между транспортной магистралью и отрабатываемой лавой [Текст] / А.И. Волошин, О.В. Рябцев, А.И. Коваль // Уголь Украины. – 2011. – №8. – С. 11 – 13.

10. Белодедов А.А. Обоснование эффективности технологии проведения выработок с разгрузочными полостями при установлении устойчивых параметров угольных целиков [Текст] / А.А. Белодедов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – № 4. – С. 197-201.

11. Левкин М.Ю. Осуществление мониторинга за состоянием охранных закладочных целиков подземных горных выработок, предназначенных для вторичного использования [Текст] / Ю.М. Левкин, С.Ю. Левкина, М.Ю. Левкин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – №12. – с. 106 – 110.

12. Александров В.Г. Обоснование и разработка эффективного и безопасного способа поддержания пластовых выработок при отработке крутых и крутонаклонных пластов Донбасса длинными столбами по простиранию на глубоких горизонтах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.15.02. «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» / В.Г. Александров. – СПб, 1993. – 14 с.

13. Власенко Д.С. Геомеханическое обоснование выбора типа и параметров крепи горных выработок, охраняемых податливыми целиками: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 25.00.20. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» / Д.С. Власенко. – СПб, 2015. – 20 с.

14. Кардаков В.Е. Охрана подготовительных выработок разгруженными от опорного давления ленточными целиками [Текст] / В.Е. Кардаков,

Н.И. Десятерик // Уголь Украины. – 1980. – № 6. – С. 7-8.

15. Титов Н.В., Турук Ю.В. Расчет параметров податливых целиков. URL <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-parametrov-podatlivykh-tselikov/viewer> (дата звернення 20.03.2023р.).

16. Негрей С.Г. Усовершенствование технологии охраны подготовительных выработок породными стойками. Вісті Донецького гірничого інституту. №1(34), 2014

17. Демин В.Ф. К вопросу об охране повторно используемых выработок породными полосами [Текст] / В.Ф. Демин // Караганда: Труды КарГТУ. – 2002. – № 4. – С. 43-46.

18. Литвинский Г.Г. Управление устойчивостью подготавливаемой выработки взрывной бутовой полосой [Текст] / Г.Г. Литвинский, В.Б. Волошин, И.А. Горбунов // Уголь Украины. – 1989. – № 2. – С. 7-9.

19. Дмитриев В.А. Об управлении кровлей при возведении бутовых полос [Текст] / В.А. Дмитриев, Ю.Ф. Савенко, Э.О. Чопок // Уголь Украины. – 1983. – № 3. – С. 9-10.

20. Соболев В.В. Совершенствование технологии поддержания подготовительных выработок при бесцеликовой подготовке и отработке пологих пластов (в условиях Печорского угольного бассейна): автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.15.02. «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» / В.В. Соболев. – СПб, 1993. – 27 с.

21. Штанько Л.А. Влияние бутовых полос на устойчивость выемочных выработок [Текст] / Л.А. Штанько, А.В. Ремизов, В.М. Воротилин // Уголь Украины. – 2010. – №7. – С. 3-5.

22. Стулишенко А.Ю. Обоснование с использованием численного моделирования разных способов сохранения выработок за лавами в условиях шахт ГХГ «Селидовуголь» [Текст] / А.Ю. Стулишенко, Е.П. Брагин // Доклад на симпозиуме «Неделя горняка – 2000». – М.: Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. – № 12. – С. 130-137.

23. Касьян Н.Н. Лабораторные исследования несущей способности

охранных сооружений с распорным элементом [Текст] / Н.Н. Касьян, Н.Н. Малышева, И.Г. Сахно // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2012. – Вип. 105. – С. 161-168.

24. Касьян Н.Н. Результаты лабораторных испытаний опорных породных конструкций с использованием ограничивающих поверхностей [Текст] / Н.Н. Касьян, В.Л. Самойлов, И.В. Хазипов // Горный информационно- аналитический бюллетень. – 2008. – № 3. – С. 146-150.

25. Юдковский В.А. Бесцеликовая технология охраны и поддержания выработок на шахте «Новодзержинская» [Текст] / В.А. Юдковский // Уголь Украины. – 1984. – № 10. – С. 12.

26. Черняк И.Л. Деформирование кровли при охране подготовительных выработок породными полосами [Текст] / И.Л. Черняк, В.Ф. Носко // Уголь Украины. – 1988. – № 4. – С. 11-13.

27. Демин В.Ф. Обоснование эффективного способа охраны выемочных выработок при отработке маломощных пластов [Текст] / В.Ф. Демин, Н.Н. Тулепов, В.В. Демин // Караганда: Труды КарГТУ. – 2006. – 4. – С. 45-50.

28. Аксенов А.В. Совершенствование бесцеликовых способов охраны подготовительных горных выработок [Текст] / А.В. Аксенов, В.В. Васютина, Ю.А. Пивень // Наукові праці Укр НДМІ НАН України. – Донецьк, Укр НДМІ НАН України, 2007. – Вип.1. – С. 94-101.

29. Канин В.А. Применение газобетонной крепи на шахте «Красногвардейская» [Текст] / В.А. Канин, А.Е. Жуков // Уголь Украины. – 1999. – № 1. – С. 13-15.

30. Соловьев Г.И. Анализ способов обеспечения устойчивости выемочных выработок глубоких шахт [Текст] / Г.И. Соловьев, А.Л. Касьяненко и др. // Геотехнології и охорона праці у гірничій промисловості: Збірник матеріалів науково-практичної конференції – Донецьк: ООО «Цифрова типографія», 2009. – С. 77-80.

31. Амелин В.А. Моделирование на эквивалентных материалах работы

охранной конструкции из двух разнесенных литых полос [Текст] / В.А. Амелин, В.Н. Трипольский, А.С. Янжула, С.Е. Онопченко // Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2008. – Вип. 78. – С. 173-177.

32. Байсаров Л.В. Охрана штреков литыми полосами при разработке пологих пластов средней мощности [Текст] /Л.В. Байсаров, А.И. Демченко, М.А. Ильяшов // Уголь Украины. – 2001. – № 9. – С. 3-6.

33. Кожушок О.Д. Совершенствование охранных конструкций для поддержания повторно испытываемых выемочных штреков [Текст]

/ О.Д. Кожушок, С.В. Борщевский // Вісті Донецького гірничого інституту: Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю – Донецьк: ДВНЗ «Дон НГУ», 2008. – С. 192-198.

34. Байсаров Л.А. Опыт применения импортных и отечественных составов сухих смесей при возведении литых околоштрековых полос на шахте «Красноармейская-Западная» № 1 [Текст] / Л.А. Байсаров, А.А. Яйцов, В.А. Болбат // Уголь Украины. – 2005 – № 11 . – С. 3-5.

35. Вайтандт А.А. О возможности охраны выемочных выработок подвижной гидравлической бортовой крепью [Текст] / А.А. Вайтандт, Б.С. Павлов // Уголь Украины. – 1992 – № 10 . – С. 47-48.

36. СОУ 10.1.00185790.011:2007. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. Київ: Мінвуглепром України. 2007. 118с.

37. Інструкція з забезпечення стійкості дільничних виробок для повторного використання на вугільних шахтах. Київ: Міністерство енергетики України 2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1665-22#n14> (дата звернення 25.04.2023р.)

38. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Управление состоянием массива горных пород» для студентов горного направления всех форм обучения. / Сост.: В.Л. Самойлов, С.В. Подкопаев, В.Е. Нефедов, В.И. Стрельников, Н.Н. Малышева. Под ред. Самойлова

В.Л. – Донецк: ДонНТУ, 2013. 143 с.

39. Негрій С.Г. Розвиток наукових основ охорони підготовчих виробок вугільних шахт в умовах слабких бічних порід. 5.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. ДонНТУ: Покровськ. 2021. 48с.