

**ВИБІР ЕФЕКТИВНОГО СПОСОБУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ
ВИЇМКОВИХ ШТРЕКІВ В СКЛАДНИХ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ
ШАХТИ «АЛМАЗНА»**

Юзеєв М.Л. (КП ДВНЗ ДонНТУ)
науковий керівник – Кодунов Б.О.

Розглянуто особливості управління геомеханічним станом породного масиву для забезпечення стійкості підготовчих виробок в складних гірничо-геологічних умовах. Запропоновано спосіб охорони і підтримання виїмкових штреків в зоні впливу очисних робіт для їх повторного використання шляхом застосування комплексу заходів, які забезпечують стійкість виробки на різних етапах її існування.

Ключові слова: гірський тиск, породний масив, виїмковий штрек, очисні роботи, охорона виробки

Інтенсифікація очисних робіт і впровадження високопродуктивних очисних механізованих комплексів з великими навантаженнями на вибій вимагають збільшення швидкості посування лав, а також вирішення питань вентиляції видобувних дільниць. Зі збільшенням глибини робіт інтенсифікувався прояв гірського тиску і ускладнилися умови підтримання виїмальних штреків. Рішення, які застосовували раніше, з охороною виробок ціликами і проходженням виробок вприсічку виявилися нераціональними, як за умовами геомеханіки стійкості виробок, так і через втрати вугілля, що інколи досягають 18-25%.

У зв'язку з відзначеними принциповими недоліками технології з охороною підготовчих виробок за допомогою вугільних ціликів і проходженням виробок вприсічку до вище відробленої лави, на вугільних шахтах все більше розглядається можливість переходу на безціликове відпрацьовування пластів з повторним використанням транспортного штреку в якості вентиляційного або повітряподаючого, що в подальшому може забезпечити впровадження прямої схеми провітрювання на високогазоносних пластах для досягнення високих навантажень на очисний вибій.

Існує достатня кількість науково-прикладних розробок (заходів, способів, технологій, технічних засобів) для ефективного повторного використання конвеєрних штреків при відробці запасів підготовлених стовпів. Повторне використання штреків (навіть у складних природних умовах) зменшує на 10-60% витрати на проведення і підтримання дільничних виробок, поліпшує схеми провітрювання і транспорту, відповідає вимогам інтенсифікації і концентрації робіт, а також раціонального використання природних надр.

У вугільній галузі назріла необхідність поширити область повторного використання дільничних виробок і перебороти традицію проведення виробок вприсічку до виробленого простору.

Для цього слід використовувати комплекс напрямків:

- розробити ефективні технології повторного використання для конкретних гірничо-геологічних умов;
- якісно виконувати всі види робіт по спорудженню, експлуатації і забезпеченню стійкості дільничних штреків, що використовуються повторно;
- контролювати виконання ПБ і вимог до ведення гірничих робіт.

Найбільший вплив на підготовчі штреки виникає при дії очисних робіт. В зоні впливу очисних робіт навантаження на кріплення багатократно зростає. Найбільш складна ситуація, що впливає на безпеку робіт, складається на сполученні штреку з лавою, і за лавою при необхідності подальшої експлуатації виробки.

Під сполученням гірничих виробок розуміють область взаємного впливу двох або більшої кількості виробок, що перетинаються. Це область гірничого масиву, що вміщує

вироблений простір, в якому здійснюється взаємне накладання зон бокового, опорного тиску і зон розвантаження в покрівлі. Сполучення підготовчих виробок з лавами є ділянками, що постійно рухаються, в межах яких виконується комплекс робіт з транспортування вугілля, зведення кріплення, виймання ніш, доставка матеріалів, обслуговування обладнання та інші технологічні операції. Звичайно під сполученням лави зі штреком розуміють ділянку, яка має довжину 40-50 м перед лавою, 40-50 м за лавою і 40-50 м у лаву.

В даній роботі поставлена мета запропонувати комплекс заходів щодо ефективної охорони і підтримання дільничних виробок та їх сполучень з лавами в експлуатаційному стані при повторному використанні на великих глибинах на прикладі умов 1 південної лави пласта l_1 шахти Алмазна.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Оцінити вплив гірничо-геологічних і гірничотехнічних факторів на стійкість виробок і сполучення лава-штрек.
2. Проаналізувати сучасні уявлення геомеханічних процесів деформування і руйнування гірського масиву навколо виймальних виробок і сполучень лава-штрек.
3. Проаналізувати вітчизняний і закордонний досвід використання заходів щодо охорони і підтримання виробок і сполучень в експлуатаційному стані взагалі, і в умовах шахти «Алмазна» зокрема.
4. Проаналізувати чинники, що впливають на вибір способів охорони і підтримання виробок в умовах шахти «Алмазна» і запропонувати комплекс заходів для конкретних гірничо-геологічних умов.

Поле шахти «Алмазна» розташоване в північно-західній частині Красноармійського геологічно-промислового району Донбасу. Шахта в 2014 році відпрацьовує вугільні пласти: l_2^1 , l_3 . Найближча перспектива шахти в 2015 році пов'язана з залученням у відпрацювання пласта $l_1+l_1^6$ в межах південного групового ступінчатого похилу горизонту 550 м.

Пласт $l_1+l_1^6$ на ділянці проектування технології складається з двох пачок, розділених прошарком аргіліту потужністю 0,10...0,40 м. В межах шахтного поля від пласта відщепляється нижня пачка. Загальна геологічна потужність пласта $l_1+l_1^6$ нижче горизонту 550 метрів складає 1,10-1,96 м.

Пласт витриманий по потужності, залягання хвилясте, кут падіння по шахтному полю 10-12°, у районі ведення робіт – 11°. Пласт не схильний до самозаймання, безпечний за раптовими викидами вугілля і газу, безпечний по гірським ударам, небезпечний по пилу.

Безпосередньою покрівлею пласта в нижній частині поля є аргіліт потужністю – 2,0...5,8 м, середня 3,0 м, темно-сірий, тріщинуватий. Міцність $f=4$, малостійкий Б₃, середньої стійкий Б₄.

Основна покрівля складається з алевроліту потужністю – 4,9...7,2 м і пісковіку потужністю – 2,1...8,9 м, середня потужність основної покрівлі 6,0 м, міцність $f=5$, покрівля за обвалюваністю відноситься до середньої – А₂.

Безпосередня і основна підшва складається з алевроліту потужністю – 8,0...10,2 м, міцністю $f=5$, малостійкого – П₂, верхня частина шару потужністю 0,10-0,30 м являє собою «кучерявчик», який немає контакту з основною підшвою і є дуже нестійким – П₁. Для запобігання вдавлювання основи секції кріплення в підшву виконується присічка нестійкого шару.

В цілому умови відпрацювання пласта l_1 , достатньої важкі. Загальнопоширені традиційні способи попередження проявів гірського тиску на сполученнях виявилися неефективними. Тому проблема підтримання виробок залишається актуальною.

На стійкість виробок на будь-якій глибині впливає багато гірничо-геологічних факторів. В першу чергу це літологічний тип, міцність, вологість і тріщинуватість вміщуючих порід.

Доведено, що найбільш суттєво на стійкість породних оголень горизонтальних виробок впливають шаруватість, тріщинуватість, вологість, глибина закладення виробки, її ширина і спосіб охорони. Дослідники вважають, що аргіліти і алевроліти здатні зменшувати свою

міцність при водонасиченні вдвічі і більше. Нестійкість виробок часто пов'язана з тектонічною будовою шахтного поля.

Кріплення гірничих виробок є основним технічним засобом забезпечення їхньої стійкості, надійності і безпеки. Тому від ефективності рішення задач, зв'язаних із вибором типу і форми кріпленням, залежить надійність і безпека функціонування шахти в цілому. Як показує практика при традиційному рамному (арковому) кріпленні виробки згодом задавлюються настільки, що втрати первісної площі їхнього поперечного перерізу складають поза зоною очисних робіт 30-40%, а в зоні їхнього впливу – 70-80%. Це приводить до того, що 30% виробок щорічно ремонтуються і перекріплюються, у тому числі до 50% від знову проведених виробок. Частка витрат на проведення, кріплення і підтримку виробок на шахті "Алмазна" вже досягла 20% від собівартості вугілля і подальше збільшення цього показника є неприпустимим.

Для кріплення виробок застосовують різні типи кріплення, але в останній час відзначається єдина концепція, згідно якій кріплення виймальних виробок необхідно виконувати не шляхом використання кріплення з важкого спецпрофілю, а за рахунок керованого малоенергоємного впливу на гірничий масив, залучаючи в його охорону вантажонесучу конструкцію.

При прямокутній і трапецієвидній формах виробки на їх контурі і в навколишніх породах коефіцієнт концентрації напруг завжди більше ніж при арочній. Але в дільничних підготовчих виробках арочне піддатливе кріплення із спецпрофілю відразу не включається в роботу і не створює відсіч навколишнім породам через наявність пустот в закріпному просторі висотою до 0,2-0,5 м. По периметру арок тиск навколишніх порід розподіляється нерівномірно. Верхній сегмент сприймає косонаправлений тиск осідаючої покрівлі, який різко зростає в зоні впливу очисних робіт. При піддатливому кріпленні відбувається ковзання цього сегменту в замках, але в конструкції арок поворот сегментів в замках не передбачений. У результаті порушується робота замків, а арки втрачають здібність до піддатливості.

Вживане на шахті піддатливе трьохланкове кріплення із важкого спецпрофілю вичерпало свої технологічні і технічні резерви поліпшення стійкості виробок. У зоні тимчасового опорного тиску воно відчуває дію напружень, що перевищують геостатичне в 2,3...4,5 рази. Застосування звичайних серійних конструкцій кріплення КМП-А є основною причиною суцільного, постійного перекріплення виробок, які здійснюються вже через 3-4 місяця після проведення виробки

Згідно сучасним вимогам розробленими центром «Геомеханіка», рамне аркове кріплення, яким кріпляться виймальні виробки, що передбачають підтримувати для повторного використання в важких гірничо-геологічних умовах, повинно мати робочий опір рами не менше 400 кН і конструктивну піддатливість на рівні 600-800 мм, або більше.

Для важких гірничо-геологічних умов шахт Західного Донбасу і північно-західних шахт Красноармійського геолого-промислового району розроблені металеві аркові піддатливі кріплення різних типів. Особливого розповсюдження отримали кріплення типу КШПУ (кріплення шатрове піддатливе з подовженими стійками кріплення) і КМП-А-Р2 (кріплення металеве піддатливе аркове двохрадіусне овоїдної форми).

Практика гірничих робіт з підтримання виробок в умовах шахт Західного Донбасу і шахт Добропільської групи показує, що кріплення типу КШПУ краще застосовувати в умовах сильного здимання порід підосви і незначних зміщеннях порід покрівлі. В умовах збільшених зміщень порід покрівлі при підтриманні виробок використовують для закріплення виробки кріплення типу КМП-А-Р2.

В зв'язку з передбаченими зміщеннями порід покрівлі при підтриманні виробок, проведеними по пласту l_1 , приймаємо для закріплення виробки в умовах її подальшого підтримання для повторного використання кріплення типу КМП-А4-Р2. Дане кріплення має форму овоїда, максимально приближеного до еліпсу і кривої природного гірського тиску. Дана форма кріплення має найбільшу стійкість впливу вертикального всебічного тиску

породного масиву, його спроможність протидіяти гірському тиску в 1,7-2 рази більше ніж у звичайного типового аркового піддатливого кріплення.

Розроблена конструкція кріплення дозволила практично без зміни ваги комплексу кріплення збільшити несучу здатність верхняка в 2,7 рази за рахунок збільшення кривизни. Конструктивна піддатливість кріплення складає 700-1000 мм. На основі цього можливе збільшення величини робочого опору кріплення в 2 рази за рахунок використання замкових з'єднань типу ЗПКм-15.000. Збільшення конструктивної піддатливості досягається за рахунок рівномірного стягування сегментів з однаковою довжиною і зменшеною кривизною двохрадіусного виконання. Практика застосування даного типу кріплення в умовах шахтоуправління «Покровське» шахт «Комсомолец Донбасу», «Степна», «Стаханова» показали можливість підтримання виймальних штреків за лавою для їх повторного використання.

Для виробок, що відчувають вплив очисних робіт, зон підвищеного гірничого тиску, підтримання їх в експлуатаційному стані потребує комплексу охоронних заходів, що застосовуються в різний час підтримання виробки.

Час підтримання виробки можливо розділити на чотири етапи в залежності від періодів, під час яких впроваджуються заходи щодо підтримання і охорони виробок.

1. При проведенні виробки.
2. Підтримання виробки попереду першої лави.
3. Підтримання виробки позаду першої лави.
4. Підтримання виробки попереду другої лави.

Для рішення поставленої мети розглянемо різні способи охорони і підтримання виробки на всіх визначених етапах.

Для зменшення зміщень покрівлі на стадії проведення виробки традиційно збільшують щільність рамного кріплення. Надмірне ущільнення рамного кріплення суттєво збільшує металоємність виробок, тому щільність більше 1,25 рам/м слід вважати недоцільною.

Дуже ефективним заходом підвищення стійкості гірського масиву є кріплення виробки рамно-анкерним кріпленням з установкою металевих анкерів, що зводяться між рамами.

Анкерне кріплення, як армуючий елемент породного масиву, формує навколо контуру виробки вантажонесучу оболонку, що сприяє зниженню його деформацій [4]. На відміну від рамного кріплення воно ефективно зберігає підвищену несучу здатність шарів покрівлі, запобігає породи покрівлі від некерованого процесу розвитку деформацій, уповільнює процес руйнування покрівлі.

При підтриманні виробок для повторного використання додатково з рамно-анкерним кріпленням використовуються анкери глибокого закладення або багаторівнева система анкерування покрівлі. Багаторівневі анкери дозволяють додатково закріплювати покрівлю виробок, що примикають до очисного вибою, які при проведенні вже були закріплені анкерами звичайної конструкції. Вони дозволяють створити безпечні, комфортні умови праці на сполученнях очисного вибою зі штреками без використання гідрофікованого кріплення сполучення і посилюючого кріплення. Використання таких анкерів дозволяє набагато скоротити металоємність кріплення.

Таким чином, комплекс заходів щодо зменшення зміщень покрівлі на стадії проведення виробки, повністю забезпечить стійкість сполучення лава-штрек для першої лави. Для другої лави за рахунок тільки анкерування забезпечити експлуатаційний стан виробки не вдається. Зміщення покрівлі і підосви будуть занадто великими.

З метою підвищення опору рамно-анкерного кріплення пропонується зведення посилюючого кріплення позаду лави з дерев'яних стійок. Представлена технологія підтримання виймальних виробок, заснована на використанні ефекту попереднього розпору. Зберігання виробок забезпечується сумісною роботою анкерів з попереднім натягінням і підпорних стійок з початковим розпором.

Додатковим заходом по підвищенню стійкості сполучення лава-штрек і виймальної виробки позаду лави є зведення штучних конструкцій з боку виробленого простору для

сприймання навантаження від консолі, що залишилась, і усування асиметрії навантаження на кріплення.

В якості охоронних конструкцій для охорони і підтримання конвеєрних штреків з боку виробленого простору використовувалось багато варіантів. Найбільш поширеними були бутові смуги, костри і органне кріплення. Але з переходом гірничих робіт на глибину понад 500 м в зв'язку зі значною величиною піддатливості кострів і усадкою шахтної породи, що використовується для викладки бутових смуг, вони втратили можливість надійного забезпечення підтримання виймальних виробок при різкому опусканні покрівлі. Тому вони частіше використовуються в комбінації з більш жорсткими конструкціями (тумби з залізобетонних блоків, лита смуга і інші інноваційні охоронні конструкції).

Використання литих смуг і тумб із залізобетонних блоків (БЗБТ) на ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» для охорони і підтримання виймальних виробок при відпрацюванні пласта d_4 зарекомендували себе як один з самих ефективних та надійних способів підтримання виробок для повторного використання. Але необхідно відзначити, що ефективне підтримання виробок було можливе лише при наявності міцних порід в підшві виробки, не схильних до здимання.

Аналізуючи результати використання охоронних конструкцій можливо зробити висновок, що в умовах залягання в підшві пласта порід схильних до різкого здимання необхідне застосування в якості охоронної конструкції тумб з дерев'яно-бетонних блоків (БДБ), що по своїй піддатливості наближені до піддатливості крайової частини масиву вугілля, до якого примикає штрек. Загальний вигляд тумби з БДБ (БОПВ) зображено на рисунку 1.

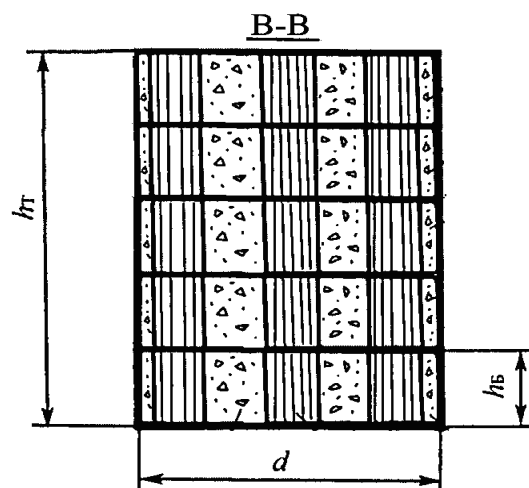


Рисунок 1. Схема конструкції тумби з БДБ (БОПВ)

Тумба БДБ (БОПВ) для охорони і підтримання повторно використовуємих підготовчих виробок розроблена на основі багаторічних досліджень, приведених в роботі [1] і представляє собою циліндричні дерев'яно-бетонні блоки встановлені один на інший. Блоки виконані з дерев'яних стійок, встановлених в металеву обійму і залитих цементним розчином.

Згідно технічним параметрам тумб БДБ (БОПВ) несуча здатність складає 4000-6000 кН при піддатливості конструкції не більше 10-15% від первинної висоти. Вага блоків коливається в межах 37-45 кг [2].

Попередній розпір робочого простору з охорони виробки виконується за допомогою встановлення двох смуг органного кріплення. Органне кріплення встановлюється вслід за посуванням очисного вибою. Смуга зі сторони виробленого простору складається з двох рядів органного кріплення, смуга зі сторони виробки - з одного ряду. Відстань між смугами – 1,0-1,1 м, що забезпечує встановлення двох рядів тумб БДБ. Для збільшення жорсткості

тумб БДБ необхідно встановлювати додатковий перпендикулярний ряд органного кріплення. Встановлення органного кріплення забезпечує збільшення жорсткості конструкції на 5%.

Дослідження показали, що для повторного використання виробок необхідно більше уваги приділяти заходам щодо зменшення здирання підосви.

Встановлено, що після обвалення порід покрівлі симетрія гірничого тиску порушується. Попереду очисного вибою межі зони зсуву в покрівлі і підосві проходять приблизно по центру штреку, ближче до очисного вибою межі зони зсуву в покрівлі і підосві зміщуються в різні боки. Позаду очисного вибою зона зсуву практично не охоплює покрівлю штреку, але охоплює всю підосву. Тому позаду лави зміщення масиву за рахунок його руйнування відбувається тільки збоку підосви. Тому в якості основного способу успішного підтримання виробок за лавою при безціликовій технології відробки пластів слід виділяти боротьбу із здиранням підосви.

Закономірності деформування і руйнування гірничого масиву на сполученні штреку з лавою, що викладені вище, дозволили запропонувати нетрадиційний спосіб підвищення стійкості виймальних виробок при наявності тумб БДБ встановлених на сполученні в ряди: відсічне торпедування порід покрівлі і підосви в межах сполучення.

Відсікання зони зміщень під виробленим простором лави від зони зміщень під штреком за відбувається за рахунок камуфлетного підривання в свердловинах, пробурених в підосву у бік виробленого простору. Доцільно разом з свердловинами в підосву бурити і свердловини в покрівлю для відсікання консолей основної покрівлі, обвалення яких, власне, і активізує здирання підосви.

Схема відсічного торпедування покрівлі і підосви виробки зображена на рисунку 2.

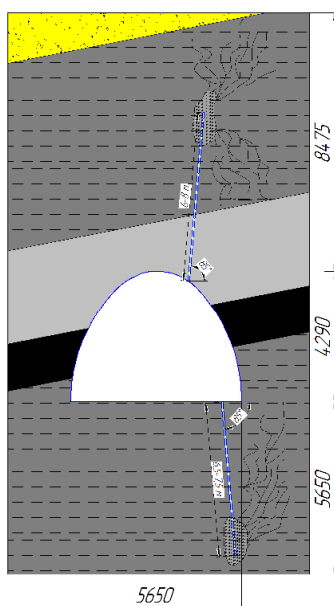


Рисунок 2. Схема відсічного торпедування покрівлі і підосви виробки.

Використання таких свердловин забезпечує зменшення конвергенції на 53%, в т.ч. 33,3% за рахунок підосви. Попереду зони опорного тиску за 100 м до лави під кутом $75-85^{\circ}$ у бік майбутнього виробленого простору буряться свердловини довжиною 6-8 м в покрівлю і 6,5-7,5 м – у підосву. Діаметр свердловин 42 мм. Відстань між свердловинами по довжині виробки в покрівлі виробки – 10-20 м, в підосву виробки – 5 м. В свердловини заряджають заряд камуфлету вибухових речовин IV класу запобіжності і підривають його для створення системи тріщин.

При посуванні лави під опорного тиску накочується на свердловини і зародкові тріщини, що утворились при підриванні зарядів, перетворюються у площину зміщень порід покрівлі і підосви між зонами над очисним вибоєм і підготовчою виробкою. Консолі

основної покрівлі обвалюються по цих площинах, а зона підняття підосви відокремлюється від штреку.

Обвалення порід покрівлі за очисним вибоєм обумовлює різке зменшення зміщень в покрівлі сполучення вдвічі, при цьому зміщення в підосві трохи збільшуються. Збільшення зміщень в підосві сполучення при наявності розтягуючих деформацій проявляється у вигляді здимання підосви позаду очисного вибою.

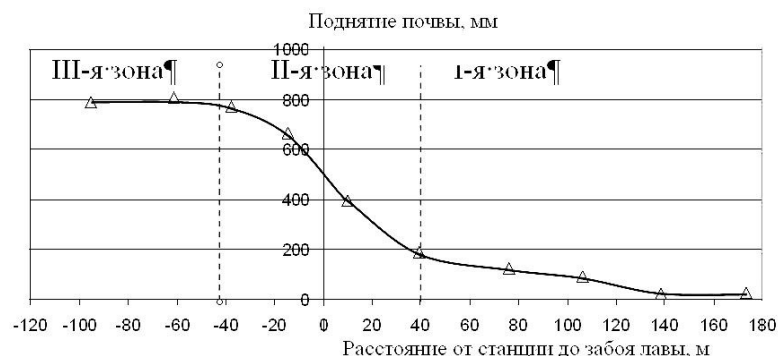


Рисунок 3. Крива підняття підосви на сполученні лава-штрек

У піднятті підосви умовно виділяється три зони, що відрізняються інтенсивністю здимання (рис. 3):

I зона – здимання активізується на відстані 150 м попереду очисного вибою, що наближається і розвивається за лінійним законом;

II зона – інтенсифікація підняття підосви в виймальному штреку починається за 40 м до підходу лави і закінчується за 40 м після її проходження;

III зона – затухання процесу здимання підосви на відстані більше 40 м позаду лави.

Таким чином, загальна конвергенція виробки до підходу лави на відстань до 40 м здійснюється за рахунок здимання підосви. Позаду лави вклад покрівлі і підосви залежить від властивостей порід, що їх складають і способу охорони виробок.

Не дивлячись на численність досліджень, присвячених боротьбі із здиманням підосви, на сьогодні цей процес малокерований. Втрати перетину виробки за рахунок здимання підосви коливається від 30 до 80% від загальної вертикальної конвергенції на сполученні.

Спостереження за зміщенням підосви показали, що вони починаються за 100-150 м попереду лави, на відстані 60-70 м попереду лави спостерігається опускання підосви, на відстані біля 20-40 м підосва повертається у вихідний стан і при подальшому наближенні вибою підняття підосви різко зростає. Після проходження лави, починаючи з 40-100 м позаду лави, інтенсивні зміщення підосви припиняються. Окрім цього відзначається збільшення зміщення порід підосви після підривання порід підосви, особливо якщо піддривка порід виконується в зоні інтенсивних зміщень порід.

У зв'язку з очікуваною інтенсифікацією вертикальної конвергенції при підтриманні штреку необхідно підривання порід підосви проводити після пуску лави в експлуатацію на відстані не менше 160 м попереду лави, що мінімізує негативний вплив від піддривки підосви.

Перед підриванням штреку необхідно здійснити додаткове дворівневе анкерування другого етапу посилення покрівлі виробки канатним анкером довжиною 8 м з кроком установки 0,8 м.

Встановлення додаткового канатного анкера необхідно на випадок різкого обвалення значної площі порід покрівлі в виробленому просторі, що зазвичай приводить до розриву канатного анкера внаслідок розтягуючих деформацій порід покрівлі в межах сполучення штреку з лавою.

Перед зняттям стійок кріплення верхнього елемента кріплення виробки встановлюються металевий анкер довжиною 2,4 м в покрівлю пласта в місці сполучення лави з штреком.

Прояви гірського тиску при повторному використанні виробок відрізняються від проявів при первинному використанні внаслідок зміни граничних умов. При первинному використанні штреків опорами покрівлі служить вугільний пласт попереду лави і масив вугілля у сусідньому виймальному стовпі, при повторному – вугільний пласт попереду очисного вибою. Тому при повторному використанні виробок вкрай небажано їх перекріплення, яке супроводжується розвантаженням і випуском порід, що збільшує зону непружних деформацій і знижує ефект консолідації порід навколо кріплення. Важливим моментом є знання умов навантаження кріплення або охоронної конструкції штреку. При підтриманні виймальної виробки на стадії відпрацювання другої лави, коли виробка використовується в якості вентиляційного штреку, необхідно додатково зміцнювати безпосередню покрівлю за допомогою встановлення анкерів з нагнітанням в'язучих смол в покрівлю пласта в межах сполучення очисного вибою з вентиляційною виробкою на протязі 40 м по довжині лави.

Висновки.

Впровадження повторного використання виймальних виробок дозволяє зменшити на 2-3% добову зольність видобуваної гірничої маси і зменшити об'єм проходження виймальних виробок в 2 рази порівняно з підготовкою видобувних діляниць з проходженням вентиляційного штреку вприсічку до раніше погашеного транспортного штреку [3].

Перехід на цілком безціликове відпрацювання пластів з повторним використанням транспортного штреку дозволяє зменшити технологічні втрати вугілля, яке залишається в підштрекових ціликах.

Описана технологія охорони штреків на пологих пластах дозволяє не тільки реалізувати відомі геомеханічні принципи охорони виробки, але в подальшому забезпечити впровадження прямої схеми провітрювання на високогазоносних пластах для досягнення високих навантажень на очисний вибій.

Література:

1. Беликов В. В., Беликова Н. В. Влияние отдельных конструктивных особенностей деревянно-бетонных блоков на деформационно-силовые характеристики тумб, используемых для охраны выемочных выработок на угольных шахтах. Научно-технические и социально-экономические проблемы Российского Донбасса: Сб. науч. тр. / Шахтинский ин-т ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003. — С. 30—35.
2. Беликов В. В., Беликов А. В. Методика определения параметров охранных конструкций в виде тумб из деревянно-бетонных блоков при бесцеликовой охране подготовительных выработок//Совершенствование техники и технологии угледобычи. Изв. Вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Специальный выпуск. — Новочеркасск: 2006. — С. 72-74.
3. Клорикьян С.Х. Уменьшение зольности и улучшение сортности угля, добываемого очистными комплексами. – М. Центральное правление Всесоюзного НТГО, 1990. – 59 с.
4. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. – Днепропетровск, 2002. – 372 с.