

СИСТЕМИ РОЗРОБКИ

Встановлений для даних умов порядок ведення очисних і підготовчих робіт в часі та просторі називається **системою розробки пласта**.

Систему розробки можна також визначати як комплекс очисних і підготовчих виробок, що проводяться в певній послідовності в часі та просторі.

Основними факторами, що мають вплив на вибір системи розробки є: потужність і кут падіння пласта, властивості бокових порід, міцність вугілля, газоносність пласта і вміщуючих порід, схильність вугілля до самозапалювання, обводненість, глибина розробки, взаємне розташування пластів у свиті, схильність пластів до раптових викидів вугілля і газу, способи механізації очисних і підготовчих робіт та ін.

За способом виїмки пласта за потужністю всі системи розробки поділяються на дві групи: одношарові та багатошарові. У першій групі систем пласт виймається відразу на повну потужність, тобто без поділення його на шари, у другій здійснюється попереднє поділення пласта на шари, кожен з котрих розробляється як окремий пласт середньої потужності. В залежності від орієнтування шарів пласта у просторі група багатошарових систем поділяється на підгрупи з виїмкою похилими, горизонтальними або поперечно-похилими шарами.

Класифікація систем розробки

За довжиною очисного вибою всі системи розробки поділяються на два види: **довговибійні і коротковибійні**. До першого відносяться системи з довжиною вибою понад 20 м, а до другого — з довжиною до 20 м. Таке поділення у відомій мірі є умовним.

За напрямком виїмки відносно елементів залягання пласта існують системи розробки: з виїмкою за простяганням, підняттям, падінням і по діагоналі.

За порядком і послідовністю ведення очисних і підготовчих робіт, тобто прийнятому порядку підготовки і наступної відробки пласта, системи поділені на: **суцільні, стовпові, камерні, смугові і комбіновані**.

Розрізняють наступні різновиди суцільної системи розробки:

— при виїмці лавами за простяганням:

а) лава-поверх (ярус);

- б) лава-поверх (ярус) із середнім вентиляційним штреком;
- в) спареними лавами в поверсі (ярусі);
- г) з поділенням поверху (ярусу) на підповерхи (під'яруси);
- при виїмці лавами за підняттям (падінням');
- д) одинарними лавами;
- є) спареними лавами.

Загальними перевагами суцільних систем розробки є:

- швидке введення очисних вибоїв у дію;
- невеликі початкові витрати на підготовку ділянки;
- відсутність тупикових виробок значної довжини, що важливо для їхнього провітрювання, особливо на газоносних пластах;
- можливість застосування різноманітних способів охорони виїмкових виробок при слабких бокових породах пласта (особливо підшви).

Загальні недоліки суцільних систем розробки:

- незадовільні умови підтримання виїмкових виробок, що наражаються на вплив очисних робіт, і тому — значні витрати на їхній ремонт;
- відсутність попереднього розвідування пласта підготовчими виробками, а звідси — небезпека раптової зустрічі непрогнозованих геологічних порушень і виходу ділянки з ладу;
- очисні і підготовчі роботи не розділені в часу і просторі, що призводить до взаємних організаційних завад;
- обмеження навантаження на вибій за умовами провітрювання, хоча в аналогічних умовах воно вище, ніж у стовпових систем розробки, однак значно нижче, ніж при комбінованих системах з підсвіженням вихідного струменя повітря.

ОХОРОНА ВИІМКОВИХ ВИРОБОК

Транспортні штреки

Одним з основних питань для суцільної системи розробки є підтримання виїмкових виробок у робочому стані, оскільки вони в значній мірі наражаються на вплив очисних робіт і весь час підтримуються у виробленому просторі. Роботи з перекріплення виробок надто трудомісткі, тяжко механізуються і пов'язані зі значними витратами коштів.

На стійкість виробок впливає цілий ряд гірничо-геологічних і гірничотехнічних факторів, таких як: властивості порід, що вміщують пласт, місце розташування виробки відносно пласта, спосіб її охорони, наявність виробленого простору поблизу виробки та ін. Якщо змінювати гірничо-геологічні умови не можна, то управляти гірничотехнічними факторами необхідно, і це є однією з основних задач гірничого інженера.

Транспортні штреки можуть бути розташовані як по пласту (найчастіше), так і по порожніх породах, тобто проводитися польовими.

При розташуванні штреків по пласту застосовуються наступні способи їхньої охорони (рис. 2.3):

- ціликами вугілля;
- бутовими смугами;
- штучними спорудами.

Для відвернення витікань повітря через вироблений простір на початку використання нової проміжної печі старі печі закладаються породою або в них зводяться гіпсові чи чурбакові (на глині) перемички.

Достоїнства способу охорони штрека ціликами вугілля:

- забезпечується гарне сполучення Лави зі штреком, що має особливе значення для пластів зі слабкими породами покрівлі, оскільки підвищує безпеку праці;
- наявність напівстаціонарного навантажувального пункту на штреку;
- менші витікання повітря через вироблений простір у порівнянні, наприклад, з охороною бутовою смугою.

Недоліки способу:

- необхідність проведення додаткових нарізних виробок — печей і просіка;
- ускладнюється транспортування вугілля з лави, що зумовлене наявністю додаткових конвеєрів по просіку і печам;
- втрати вугілля в ціликах.

Умови застосування: тонкі і середньої потужності пласти з будь-якими кутами падіння, не схильні до динамічних явищ і до samozапалювання вугілля, з невипинаючими або слабовипинаючими підошвами, при порівняно невеликій глибині розробки.

Охорона штреків бутовими смугами отримала найбільше розповсюдження. Бутові смуги можуть бути односторонніми і двосторонніми.

Односторонні смуги зводяться як при випередженні вибою лави штреком (рис. 2.3, в), так і при проведенні його з відставанням від лави (рис. 2.3, г).

Використання для бутової смуги породи від проведення транспортного штрека, хоча і здається логічним, важко здійснити технологічно. Застосування для цієї мети дробильно-закладного комплексу "Титан" при малому обсязі породних робіт економічно не вигідно.

Умови застосування способу охорони штреків односторонньою бутовою смугою:

- потужність пласта не більш 1,5 м;
- кут падіння до 35° для схеми (в) і до 10-12° для схеми (г);
- покрівля: для схеми (в) — будь-яка, для схеми (г) — не нижче середньої стійкості;

—підшва — невипинаюча або слабовипинаюча. В останньому випадку для зниження випинання порід можна бурити розвантажувальні свердловини по пласту (зі штрека за падінням) діаметром 250 мм і завдовжки 6-10 м із залишенням між свердловинами невеликих ціличків, які згодом руйнуються під дією опорного тиску, котрий в результаті цього відноситься від виробки на таку ж відстань.

Охорона штреків двосторонніми бутовими смугами знаходить все більше застосування в Донбасі при розробці пластів на великих глибинах. Ідея способу полягає в тому, щоб віднести подалі від штрека опорний тиск, що виникає в масиві вугілля на межі з виробленим простором, як попереду лави, так і в бік падіння пласта. В першому випадку це досягається тим, що штрек проводять позаду вибою лави, а у другому — розташуванням між штреком і масивом вугілля широкої бутової смуги.

Нижня бутова смуга зводиться з породи, одержуваної від проведення транспортного штрека, а верхня — від проведення бутового штрека.

Достоїнства способу охорони двосторонніми бутовими смугами:

— менші величини зміщення бокових порід: приблизно в 1,3 рази у порівнянні з охороною односторонньою бутовою смугою і проведенням штрека слідом за лавою і в 2,0-2,2 рази у порівнянні з охороною дносторонньою бутовою смугою при проведенні штрека спереду лави;

- порода від проведення штрека залишається в лаві;
- відсутні тупикові вибої;
- наявність полустаціонарного навантажувального пункту на транспортному штреку.

Недоліки способу:

- значна трудомісткість робіт з викладення бутових смуг;
- необхідність проведення додаткових виробок — конвеєрного штрека (косовика) і хідників;
- ускладнення транспортної ланки від очисного вибою до навантажувального пункту;
- відсутність експлуатаційного розвідування пласта попереду лави в процесі її осування.

Умови застосування: пологі пласти потужністю 0,8-1,5 м, з нестійкими породами підшви, в тому числі і випинаючими, з будь-якою газоносністю і схильністю до раптових викидів вугілля і газу. Породи покрівлі — не нижче

середньої стійкості, оскільки при слабких породах виникають складнощі з виконанням закладних робіт. Обводненість пласта — незначна, бо конвеєрний штрек (косовик) розташовується нижче рівня транспортного штрека і для відкачки води необхідно передбачати встановлення насосів у кожного хідника.

Спосіб охорони транспортних штреків штучними спорудами у вигляді тумб із залізобетонних блоків, литих смуг, органного кріплення, дерев'яних кострів, бутокострів та ін. при суцільній системі розробки застосовують порівняно рідко в основному у зв'язку з тим, що вони (окрім литих смуг) не забезпечують належну ізоляцію виробленого простору і не попереджують витікань повітря через нього. Значно частіше штучні споруди застосовують для охорони виробок при стовпових системах розробки з метою їхнього повторного використання.

Тумби із залізобетонних блоків розміром 0,40x0,50x0,10 м (БЖБТ-6) або 0,40x0,50x0,15 м (БЖБТ-7) встановлюють в один або два ряди в залежності від очікуваного розрахункового навантаження на них.

При породах покрівлі, які легко обвалюються, встановлюють один ряд тумб на відстані 1,2-1,5 м від бровки штрека. При покрівлях, які середньо обвалюються, перший ряд тумб суцільний, а другий — в розбіг через тумбу або ж встановлюють тумби в два суцільних ряди. Між блоками в тумбі кладуться дерев'яні прокладки, сумарна товщина яких повинна складати 10-15% потужності пласта. Для відвернення руйнування тумб необхідно з боку виробленого простору пробивати однорядну органку.

Умови застосування способу охорони штреків тумбами із залізобетонних блоків: пласти потужністю до 1,5 м з кутами падіння до 18° з породами покрівлі легкої або середньої обвалюваності і тривкими породами підосви.

Литі смуги зводяться із швидкоотжувлюючих матеріалів (цемент, фосфогіпс, ангідрит) та інертних заповнювачів. їх доцільно застосовувати на пластах потужністю понад 1,2 м з покрівлями середнього або важкого ступеня обвалювання. Ширина смуги — 1,0-1,5 м. Більший розмір відноситься до порід, які важко обвалюються. Смуга зводиться на відстані від штрека, що дорівнює висоті його нижнього підривання.

Розташування штреків по порожніх породах зумовлюється або надто слабкими нестійкими боковими породами пласта (в першу чергу підосви, схильної до інтенсивного здимання), або великою потужністю пласта (понад 1,3-1,5 м), виймання якого призводить до інтенсивного зсування товщі порід та значних деформацій кріплення, або високим ступенем пожежної небезпеки пласта.

Польовий штрек проводять, як правило, у підосві пласта на відстані не менш за 10 м від нього в залежності від складу порід. За наявності шарів міцних порід завтовшки понад 3-4 м польовий штрек проводять під цим шаром, але,

зрозуміло, не в слабких породах. Якщо ж потужність шару міцних порід перевищує 6-7 м, штрек проводять по цьому шару.

Для сполучення польового штрека з лавою додатково проводяться пластовий штрек (або просік) і проміжні квершлагги або похилі гезенки.

Похилі гезенки повинні мати три відділення — вуглеспускне, ходове і для доставки обладнання. Вуглеспускне відділення в нижній частині відшивається листовим залізом або товстими дошками. Через кожні 5 м в ньому з боку ходового відділення влаштовуються вікна розміром 0,4x0,4 м для розбучення вугілля. При використанні гезенка в якості бункера кут нахилу його повинен бути не менш за 55° до горизонталі. Однак при цьому польовий штрек інколи може потрапляти у зону впливу опорного тиску, що передається на вугільний масив. В таких випадках потрібно вирішувати задачу, що вигідніше — проводити гезенк під меншим кутом з транспортуванням вугілля по металевих листах, не використовуючи його в якості акумулюючого бункера; або за допомогою буріння розвантажувальних свердловин з пластового штрека віднести опорний тиск від штрека і використати гезенк в якості бункера.

У порівнянні з квершлагом перевагами гезенка є те, що він має значно меншу довжину і його можна використати для бункеризації вугілля. Однак він незручний з точки зору виконання допоміжних транспортних операцій, особливо з доставки громіздкого вибійного і прохідницького обладнання для проведення пластового штрека.

Вентиляційні штреки

Можна проводити нові вентиляційні штреки із залишенням міжповерхового (між'ярусного) цілика вугілля розміром 20-30 м і більш, або в якості вентиляційних можуть використовуватися колишні транспортні штреки.

Можливість повторного використання штрека визначають, виходячи з його загального стану на початок робіт (стан кріплення і рейкового шляху, переріз у світлі кріплення та ін.), а також з прогнозного стану при розвитку робіт. Після початку очисних робіт в новому поверсі (ярусі) штрек, що знаходився до того в задовільному стані, може бути настільки деформований, що його відновлення і підтримання виявиться складніше і дорожче, ніж проведення нового. І якщо ці обставини заздалегідь не врахувати, виправити допущений прорахунок буде тяжко. Так, наприклад, штрек, проведений по пласту, що використовується повторно, може зміститися за падінням, що ускладнить роботу локомотивного транспорту. За відсутності такої небезпеки слід повторно використовувати виробки, бо це економічно вигідно і знижує втрати вугілля у міжповерхових (між'ярусних) ціликах.

При проведенні нового штрека по пласту його охороняють ціликами вугілля або бутовими смугами (односторонніми чи двосторонніми).

Охорону ціликами вугілля застосовують порівняно рідко із-за труднощів транспортування породи штреком або доставки її в лаву. Значно частіше

застосовують охорону ціликами при повторному використанні штреків і особливо на похилих і крутопохилих пластах, оскільки породи від перекріплення штрека недостатньо для зведення бутової смуги. При кутах падіння до 6-8° для цього спеціально проводять бутовий штрек.

Найбільше розповсюдження в практиці при новому проведенні вентиляційних штреків отримав *спосіб охорони односторонніми бутовими смугами*. Основна його *перевага* полягає в тому, що вугільні вибої штрека і лави суміщено в один, що виключає наявність тупикових вибоїв; вся порода від проведення штрека іде на викладення смуги; відсутні втрати вугілля в ціликах. Наявність берми забезпечує безпечний вихід з лави.

На пластах з породами підшви, схильними до здимання, охорону штреків здійснюють двосторонніми бутовими смугами. Нижню бутову смугу формують за допомогою скреперної настанови з породи від проведення штрека, верхню — з породи від підривання косовика і частково — від проведення штрека.

Для поліпшення провітрювання верхнього кутка лави у вентиляційному штреку встановлюється парус. За необхідності парус встановлюється в самому кутку для направлення туди частини повітря. У переважній більшості випадків вентиляційний штрек проводиться з верхнім підриванням для поліпшення транспортування породи у бутову смугу.

Якщо в якості вентиляційного повторно використовується колишній транспортний штрек, який пройдений широким вибоєм і охороняється двосторонніми бутовими смугами, то для сполучення лави зі штреком спереду неї з періодично через 10-30 м проводять вентиляційні хідники (рис. 2.4, є), а в хідниках позаду лави зводять чурбакові перемички або закладають їх породою (ПБ, п. 3.5.5).

Слід зазначити, що проведення просіку є складним як з точки зору провітрювання його вибоєм, так і транспортування вугілля до вибійного конвеєра. Для усунення цих недоліків можливо здійснювати провітрювання на задній хідник, але при цьому необхідно проводити вприсі-чку до колишнього конвеєрного штрека відробленого поверху (ярусу) пластовий вентиляційний штрек невеликого перерізу (рис. 2.4, ж). Це збільшує витрати на проведення виробок, однак при задовільному стані штрека вентиляційні хідники можна проводити на більшій відстані.

Суцільна система розробки із середнім вентиляційним штреком

Незалежне провітрювання верхньої і нижньої частин лави дозволяє сумістити роботи щодо попередження викидів вугілля і газу в одній з них з виїмкою вугілля в іншій.

Важливими перевагами цього різновиду системи розробки є зниження питомого обсягу проведення штреків, забезпечення можливості ефективної дегазації супутників, шляхом буріння свердловин з середнього вентиляційного штрека і збільшення навантаження на поверх (ярус).

Недоліки суцільної системи розробки із середнім вентиляційним штреком:
—загальні для суцільних систем;
—великий обсяг породних робіт.

Умови застосування: пологі пласти потужністю до 1,2-1,3 м будь-якої газоносності і небезпеки з викидів, зі здимаючими породами підосви. В останній час ця система розробки все ширше застосовується на шахтах Донбасу при відробці пластів на великих глибинах. При цьому добове навантаження на вибій сягає 1500 т.

Способи розташування і охорони транспортних штреків при суцільній системі розробки на крутих пластах

Поверхові транспортні штреки можуть проводитися як по пласту, так і по пустих породах, тобто польовими.

Пластові штреки проводяться, як правило, з підриванням порід підосви пласта, без порушення порід покрівлі. За наявності сповзаючої підосви допускається підривання і покрівлі, але на величину не більш 1,0 м. При міцних однорідних породах покрівлі допускається і більша величина їхнього підривання.

Охорона пластових виїмкових штреків може здійснюватися ціликами вугілля і штучними спорудами (кострами, кустами, кустокострами). Залізобетонні тумби на крутих пластах застосування не знайшли.

Охорона ціликами вугілля (рис. 2.10, -а) забезпечує надійне сполучення лави зі штреком. Розмір ціликів за падінням знаходиться в межах 6-14 м в залежності від міцності вугілля і потужності пласта. При м'якому вугіллі воно приймається рівним 8-Ю м на пластах потужністю до 1,2 м і 12-14 м на пластах понад 1,2 м. При міцному вугіллі воно, відповідно, складає 6-8 і 8-10 м.

Розмір ціликів за простяганням приймається в межах 4,5-5,4 м, ширина вуглеспускних печей — 1,8 м. Кількість вільних (нічим не заставлених і не призначених для спуску вугілля) печей, що використовуються для виходу з лави на транспортний штрек повинна бути не менш двох (ПБ, п. 2.1.7), а мінімальне випередження просіку відносно вибою магазинного уступу — не менш за 20 м.

Недоліки охорони штрека ціликами вугілля:

- необхідність проведення додаткових виробок (печей, просіків);
- втрати вугілля, що особливо відчуваються при обмеженій висоті поверху;
- незручність доставки в лаву обладнання та матеріалів для кріплення через вуглеспускні печі.

Умови застосування: пласти з вугіллям, не схильним до самозапалювання, безпечні щодо раптових викидів і гірничих ударів, з підосвами, схильними до сповзання.

Охорона штреків кострами (рис. 2.10, б) застосовується на пластах потужністю до 0,9 м, не схильних до сповзання порід підосви, схильних до

самозапалювання, викидів вугілля і газу і гірничих ударів. При породах тривких застосовуються звичайні костри з дерев'яних стояків, а при слабких породах — зі шпального бруса.

На пластах потужністю понад 0,9 м для охорони штреків застосовуються кусти (г) і кустокостри (в), що більш ефективні при сповзаючих підосвах. Кількість стояків у кусті від 60 до 100 штук, а у кустокострі вибирається з умов повного заповнення костра.

Охорона штреків кострами, кустами і кустокострами зменшує обсяг проведення нарізних виробок, виключає втрати вугілля, однак збільшує витрати лісоматеріалів.

Проведення штреків по пустих породах (д) застосовується на пластах, схильних до самозапалювання, викидів вугілля і газу, зі слабкими боковими породами і підосвами, схильними до сповзання. У цьому відношенні польове розташування штреків є універсальним способом забезпечення гарних умов їхньої експлуатації в самих складних умовах розробки пластів при суцільних системах.

Для зручності транспортування вугілля польові штреки розташовують у підосві пласта на відстані 5-20 м від нього. Найбільш часто приймається розмір 5-10 м, бо при більшій відстані залишається невилученою незначна смуга вугілля в нижній частині лави.

Гезенки, що з'єднують штрек з лавою, проводяться або буро-підричним способом з кріпленням рамками за падінням, або за допомогою бурозбійкових машин типу "Стріла". При машинному проведенні діаметр гезенків дорівнює 1 м, самі гезенки не кріплять, ретельно закріплюють тільки їхні устя. Відстань між ними приймається в межах 6-8 м. При меншій відстані зростають загальні витрати на проведення гезенків в межах поверху, а при більших — зростає трудомісткість робіт з ручного перекидання вугілля у просіку, і збільшуються втрати відбитого і не навантаженого вугілля в лаві.

Кут нахилу гезенків на практиці приймається в межах 50-60°. При цьому польовий штрек наражається на вплив зони опорного тиску пласта, що відпрацьовується. Для усунення шкідливого впливу опорного тиску рекомендується застосовувати буріння розвантажувальних свердловин діаметром 250-400 мм з нижнього просіку.

Способи розташування і охорони вентиляційних штреків

Вентиляційні штреки при суцільній системі розробки крутих пластів можуть проводитися по обвалених породах (по завалу), по пласту і по пустих породах (рис. 2.11). У деяких випадках в якості вентиляційних можуть використовуватися колишні транспортні штреки.

Розташування вентиляційних штреків по завалу на місці колишніх транспортних (рис. 2.11, а) застосовується у переважній більшості випадків. Це зумовлено прагненням зберегти однаковий рівень рейкових шляхів на всьому

вентиляційному горизонті від приствольного двору до виїмкової ділянки. Штрек у цьому випадку проводиться відбійними молотками із-за наявності в старих виробках невиданих рам металевих або дерев'яного кріплення, великих глибоких обвалених порід та ін.

Спроби застосування прохідницьких комбайнів для проведення виробок по обвалених породах виявилися марними, оскільки при цьому потрібне застосування забивного випереджаючого кріплення.

Охорона вентиляційних штреків здійснюється бутовими смугами, вугільними ціликами, кострами і рідко іншими видами штучних споруд (кусти, кустокостри, бутокостри).

Охорона бутовими смугами (рис. 2.12, а, б) приймається при проведенні штреків по завалу або по пласту вугілля.

Для викладення смуги використовується порода від проведення штрека. Розмір бутової смуги за падінням визначається виходом породи з 1 м штрека і потужністю пласта. На практиці він знаходиться в межах 10-30 м. В нижній частині бутова смуга спирається на поміст з обалюв, розпилів або стояків, під якими зводяться два ряди кострів: упорних та підупорних.

Порода під власною вагою забучується у породні ящики, які спеціально відшиваються для цього. Ширина їх (крок закладки) складає 1,8-3,6 м. При цьому менший розмір приймається при слабких породах покрівлі, що легко обвалюються, більший — при тривких, які важко обвалюються. Для безпеки робіт нових породний ящик споруджується до початку забутовки попереднього. Максимальне відставання бутової смуги від вибою при слабких породах покрівлі — 1,8-3,6 м, при тривких — до 7,2 м.

В зоні сполучення лави зі штреком на відстані 4-6 м застосовується зворнене привибійне кріплення і встановлюється ряд кустокострів або кострів зі шпального бруса.

Охорона вентиляційних штреків бутовою смугою спрощує сполучення штрека з лавою, виключає втрати вугілля в ціликах. В нинішній час цей спосіб застосовується надто широко як основний для охорони вентиляційних штреків при суцільній системі розробки крутих пластів.

Особливість викладення бутової смуги при проведенні мінусового штрека по пласту {б} полягає в тому, що порода від проведення штрека силою вибуху спрямовується в породний ящик, що значно полегшує проведення виробки. Мінусовий штрек розташовується нижче рівня вентиляційного горизонту із залишенням цілика вугілля розміром, який дорівнює $(2 \cdot t - 3) \cdot t$ (де t - потужність пласта). Менший розмір відноситься до більш міцного вугілля. Вибій штрека може розташовуватися як позаду вибою лави (рис. 2.12, б), так і спереду. Достоїнства проведення *мінусових штреків*:

— спрощується технологія проведення штрека, і покращуються техніко-економічні показники проходження;

— відсутні тупикові вибої, які дуже важко провітрювати.

Недоліки: ускладнюється робота транспорту у зв'язку з появою похилих виробок (заїздів), що з'єднують вентиляційний штрек з вентиляційним горизонтом шахти біля поверхового квершлагу при індивідуальній розробці пласта або біля проміжних квершлагів при груповій розробці.

Область застосування технологічної схеми проведення мінусових штреків з розташуванням їх позаду лави обмежується пластами з відбиванням вугілля молотками, бо при виїмці комбайнами надто ускладнюється кріплення напрямних роликів для канатів тягової лебідки. Однак при проведенні мінусових штреків з випередженням лави цей недолік виключається, але втрачаються переваги такого способу проведення.

Великий недолік мінусових штреків в частині транспортних ускладнень перешкоджає їхньому застосуванню на практиці, однак, у тих випадках, коли проведення вентиляційних штреків по завалу утруднено, а підтримання пов'язане із значними витратами, усне застосування може виявитися доцільним.

Охорона штреків ціликами вугілля (в) застосовується при повторному використанні штреків коли порода для викладення бутової смуги необхідних розмірів відсутня або надходження її від ремонту виробки недостатньо. Розміри ціликів за падінням приймаються рівними 8-14 м в залежності від потужності пласта і міцності вугілля, за простяганням — 4,5-5,4 м. Щоб вугільні цілики не обвалювались, під ними зводяться дерев'яні костри через 1,8 м за простяганням. Простір між ними перекривається дерев'яними стояками у вигляді органки.

При слабких бокових породах пласта або коли вони порушені веденням очисних робіт на верхньому поверсі і інтенсивно розшаровуються (при проведенні штрека по завалу), застосовується комбінований спосіб охорони — ціликами вугілля невеликих розмірів і бутовою смугою (г). Розміри ціликів скорочуються до 4-6 м за падінням і 3,6-4,5 м за простяганням. Основне призначення шликів в таких випадках зводиться до забезпечення гарного стану сполучення лави зі штреком. Втрати вугілля в ціликах при цьому знижуються.

Охорона ціликами вугілля забороняється на пожежонебезпечних пластах і не рекомендується на викидонебезпечних.

Охорона штреків кострами (є) застосовується на тонких пластах за відсутності породи для викладення бутової смуги та на пластах схильних до samozapalювання вугілля, коли неприпустима охорона ціликами. При тривких породах застосовуються звичайні костри з дерев'яних стояків, а при слабких — зі шпального брусу.

На пластах потужністю понад 1,2 м за наявності схильних до сповзання порід підосви застосовуються кусти, кустокостри і бутокостри.

Польові вентиляційні штреки можуть проводитися ще раз (д), якщо проведення по завалу надто утруднено або їхнє підтримання виходить занадто коштовним, або використовуватися повторно (є, ж).

При проведенні нового штрека сполучення його з очисним вибоєм може здійснюватися або за допомогою похилої вентиляційної збійки по породі (д), або за допомогою проміжних вентиляційних квершлагів невеликої довжини. У першому випадку похила збійка проводиться з боку очисного вибою за допомогою відбійних молотків, тому, породи, що залягають між пластом і польовим штреком, не повинні бути міцними.

У другому випадку проведення квершлягу здійснюється буро-підривним способом. Також необхідно проводити по завалу вентиляційний штрек невеликого перерізу і підтримувати його на ділянці між квершлагами.

При повторному використанні польових транспортних штреків у якості вентиляційних вони можуть з'єднуватися з очисним вибоєм або шляхом використання колишніх вуглеспускних гезенків (є), якщо вони знаходяться в робочому стані або їхнє відновлення можливо без значних витрат і зниження безпеки робіт, або за допомогою коротких горизонтальних квершлагів (ж). При цьому над вентиляційним горизонтом залишається стрічковий цілик, що при невеликій висоті поверху призводить до істотних питомих втрат вугілля.

СТОВПОВІ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ

Визначальними признаками стовпових систем розробки є:

- очисні і підготовчі роботи розділені в часу і просторі;
- виїмкові виробки підтримуються в неторканому масиві вугілля або в зоні гірничого тиску, що встановився, і, як правило, гасяться позаду очисного вибою по мірі його посування;
- напрямок транспортування вугілля по виробках, що примикають до лави, і напрямок руху відробленого струменя повітря по них завжди співпадають з напрямком руху самої лави.

Стовпові системи розробки можуть застосовуватися при будь-яких способах підготовки шахтного поля, але здебільшого на пологих пластах їх застосовують при панельній підготовці, а на пластах з кутами падіння до 10° — при погоризонтній.

Розрізняють наступні різновиди стовпових систем розробки:

- з виїмкою лавами за простяганням:
 - а) лава-ярус (поверх);
 - б) спареними лавами в ярусі (поверсі);
 - в) з поділенням поверху на підповерхи.
- з виїмкою лавами за підняттям або падінням:
 - г) одинарними лавами;
 - д) спареними лавами.

Загальними достоїнствами стовпових систем розробки є:

- порівняно гарний стан транспортних виїмкових виробок, які розташовані в масиві вугілля, і малі витрати на їхнє підтримання;

— вилучення взаємних завад між роботами з проведення виїмкових виробок і очисною виїмкою, що дозволяє ефективно використовувати високопродуктивну техніку в очисних і підготовчих вибоях;

— детальне дорозвідування умов залягання пласта в період підготовки стовпів і можливість вчасного виявлення геологічних порушень для прийняття необхідних заходів щодо переходу їх очисними вибоями або підготовки нового вибою за їх межами;

— погашення виїмкових виробок по мірі посування очисного вибою, що дозволяє регулярно і повно витягати металеве кріплення;

— відсутність витікань повітря через вироблений простір, що забезпечує нормальне провітрювання лави і попереджає можливість samozапалювання вугілля у виробленому просторі, а у випадку виникнення пожежі її можна легко ізолювати шляхом встановлення герметичних перемичок у виїмкових виробках, провести нову розрізну піч і продовжити очисні роботи без тривалих перерв.

Загальні недоліки стовпових систем розробки:

— великий обсяг проведення підготовчих виробок до початку ведення очисних робіт, що подовжує терміни введення лав в експлуатацію, а при будівництві шахт або підготовці нових горизонтів викликає значні капітальні витрати;

— складність провітрювання підготовчих виробок великої протяжності в період їхнього проведення;

— обмеження навантаження на очисний вибій за газовим фактором, особливо на надто газоносних пластах;

— підготовчі виробки підтримуються як в період їхнього проведення, так і під час ведення очисних робіт, що призводить до додаткових витрат на їхнє підтримання особливо при випинаючих породах підшви.

Підготовка довгих стовпів за простяганням

Підготовка стовпів полягає в проведенні виїмкових виробок, якими оконтурюються стовпи в масиві. Вона містить в собі вирішення на-ступних питань:

- вибір способу проведення виробок (штреків);
- вибір напрямку проведення відносно елементів залягання пласта;
- вибір способу підготовки стовпів.

Способи проведення пластових штреків

Застосовуються три способи проведення штреків: вузьким вибоєм, широким вибоєм і спареними вибоями.

Напрямок проведення виробок відносно елементів залягання пласта

Прагнення проводити штреки за напрямком, а не за ізогіпсою, викликано тими обставинами, що при цьому досягається постійність довжини лави і

виключається необхідність періодичного монтажу і демонтажу окремих крайніх секцій кріплення і риштаків вибійного конвеєра.

Рисунок:

- (а) - план ділянки пласта у бремсберговому полі;
- (б) - ярусні штреки проводяться за ізогіпсою мінус 200,0 м (вентиляційний) і мінус 254,0 м (транспортний);

Достоїнство варіанту проведення штреків за ізогіпсами полягає в тому, що при цьому можна витримати будь-який заданий профіль шляху виробки, а отже, забезпечити нормальний стік води і застосувати локомотивний транспорт.

Недоліки:

- непостійність довжини лави (у нашому прикладі вона змінюється від 250 до 190 м), що викликає необхідність виконувати ремонт секцій кріплення і риштаків вибійного конвеєра;
- неможливість застосування стрічкових конвеєрів із-за кривизни виробок у горизонтальній площині;
- (в) - виїмкові штреки проводять за напрямком, тобто строго прямолінійно в горизонтальній площині, що дозволяє застосувати конвеєрний транспорт в них і зберігати постійну довжину лави без ремонтів частини вибійного обладнання. Це є достоїнствами цього способу. Однак невитриманість профілю виробки виключає природний стік води;
- (г) - штреки проводять за напрямком із загальним підйомом для стоку води і з постійною довжиною лави (рис. 3.4, г). Однак у зв'язку з тим, що верхні і нижні межі панелі, як правило, проводять за ізогіпсами, потрібно у цих меж залишати цілики вугілля значних розмірів у вигляді трикутників, що призводить до додаткових витрат вугілля або ж, якщо їх витягати, до більш значних експлуатаційних витрат;
- (д) - проведення штреків здійснюють за двома (або декількома) напрямками, наближаючи кожний з них до ізогіпси пласта, але з таким розрахунком, щоб забезпечувався загальний нахил виробки для стоку води.

Способи підготовки стовпів

Застосовують наступні способи підготовки довгих стовпів при відробці їх лавами за простяганням:

- проведенням нових транспортного і вентиляційного штреків (а);

- проведенням нового транспортного і повторним використанням в якості вентиляційного колишнього транспортного штрека розташованого вище ярусу (б);
- проведенням здвоєних штреків (в);
- проведенням спарених штреків (г);
- комбінованим проведенням штреків (д).

(а) між суміжними ярусами залишають цілики вугілля завширшки 20-40 м, що дозволяє підготовляти в крилі панелі декілька ярусів водночас, забезпечуючи необхідне навантаження на панель.

Підготовка стовпа співпадає у часі з веденням очисних робіт у ярусі, який розташований вище, що призводить до того, що вентиляційний штрек приблизно на половині своєї довжини наражається на вплив тимчасового опорного тиску верхньої лави, а після проходження очисного вибою він знаходиться у зоні стаціонарного опорного тиску.

Область застосування способу: невелика глибина розробки, тривкі бокові породи пласта, не схильні до здимання підшви, відсутність потужних пісковиків у породах основної покрівлі, малоцінне вугілля.

(б) застосовується на пластах з породами підшви, не схильними до здимання.

При цьому охорона штреків може здійснюватися бутовими смугами (на пластах потужністю до 1,0-1,2 м) або за допомогою штучних споруд.

Різні види цих споруд застосовуються в наступних умовах:

- органне дерев'яне кріплення — при потужності пласта до 2,5 м і заляганні в покрівлі тонкошаруватих глинистих та піщаних сланців легкої або середньої обвалюваності;
- костри зі шпального бруса — при заляганні в покрівлі порід, які легко або середньо обвалюються, і потужності пласта до 2,5 м;
- тумби із залізобетонних блоків — при заляганні в покрівлі порід, які легко або середньо обвалюються, тривкій підшві і потужності пласта до 1,5 м;
- литі смуги зі швидкотужавіючих матеріалів — при заляганні в покрівлі порід, які середньо або важко обвалюються, тривкій підшві і потужності пласта до 2,5 м.

Достоїнства способу:

- зменшується у два рази обсяг виробок, що проводяться для підготовки стовпа;
- виключаються втрати вугілля в між'ярусних ціликах.

Недоліки:

- можливість відробки тільки однієї лави в крилі панелі;
- необхідність виконання ремонтних робіт для підтримання штрека в робочому стані;
- складність провітрювання виробки.

(в) від панельного бремсберга проводять два штрека на відстані 15-25 м один від одного, які з метою провітрювання вибоїв і концентрації транспортування гірничої маси збиваються між собою вентиляційними печами. Верхній штрек служить в якості транспортного для верхнього стовпа, а нижній — в якості вентиляційного для нижнього стовпа.

Достоїнства способу:

- гарне провітрювання вибоїв під час підготовки стовпа;
- можливість одночасної підготовки, а після цього і відробки де-кількох ярусів у крилі панелі.

Недоліки:

- втрати вугілля в між'ярусних ціликах;
- при слабких бокових породах — погані умови підтримання майбутнього вентиляційного штрека, що наражається на опорний тиск при відробці верхньої лави.

Область застосування: пласти середньої потужності з несхильними до здимання породами подошви, які залягають на невеликій глибині.

(г) відрізняється від розглянутого вище тим, що між двома штреками здійснюється виїмка вугілля, тобто вони проводяться широкими вибоями зі спільним вугільним вибоєм, а порода від проведення міститься у виробленому просторі. Відстань між штреками (ширина розкоски) приймається з розрахунку розміщення всієї породи, що одержується від проведення обох штреків.

Достоїнства способу:

- відсутність тупикових вибоїв;
- можливість провітрювання підготовчих вибоїв за рахунок загальношахтної депресії;
- залишення породи від проведення штреків у шахті;
- додатковий видобуток вугілля при підготовці стовпів.

Недоліки:

- погані умови підтримання вентиляційного штрека, який зазнає шкідливого впливу опорного тиску при відробці верхньої лави;
- необхідність влаштування вентиляційних стінок для відвернення витікань повітря через бутову смугу, оскільки остання із-за малої ширини виробленого простору (розкоски) недостатньо ущільнюється.

(д) включає проведення штреків в масиві вугілля спареними вибоями і вприсічку до виробленого простору.

Основні його переваги:

- можливість роботи двох лав в крилі панелі;
- порівняно гарні умови підтримання всіх штреків: вентиляційний штрек верхньої лави проводиться вприсічку, транспортний штрек нижньої лави

знаходиться в масиві, а два середніх штрека не зазнають додаткового впливу опорного тиску (якщо немає, взаємного випередження лав).

Останнє дозволяє застосовувати цей спосіб на пластах з підшвами, які слабо здимаються, а також на великих глибинах розробки.

Проведення штреків вприсічку до виробленого простору

В результаті виймання вугільного пласта відбувається перерозподіл напруженого стану порід навколо виїмкової виробки. Масив вугілля, що прилягає до неї, сприймає додаткові навантаження від ваги порід, які залягають над виробленим простором. Характер розподілу цих навантажень наведений на рис. 3.6 у вигляді епюри 3.

Коефіцієнт концентрації напружень поблизу контуру виробки зростає у 2-5 разів і більше, що призводить до руйнування і деякого видавлювання вугілля у бік виробки. Максимум опорного тиску при цьому зміщується у бік масиву (епюра 4). В місці розташування вентиляційного штрека, який проведений вприсічку, пласт сприймає значно менший тиск. У результаті цього витрати на його підтримання зменшуються у 1,5-2,5 рази в порівнянні з охороною його між'ярусним ціликом.

Між виробленим простором і вентиляційним штреком залишають цілик вугілля невеликих розмірів — 2-4 м. За наявності в покрівлі пласта порід, які легко обвалюються і швидко ущільнюються, на глибинах менш за 600 м цілик зовсім не залишають, і новий штрек проводять впритул до колишнього транспортного.

Проводити штреки вприсічку можна тільки слідом за лавою в зоні гірничого тиску, що встановився. Рекомендуються наступні відставання вибою штрека від вибою лави:

— при глибині залягання пласта 300-600 м та породах покрівлі, що легко обвалюються, — 120 м; середньо обвалюються — 150 м і важко обвалюються — 210м;

— на глибині понад 600 м — відповідно, 150,180 і 2 і 0 м.

Стовпові системи розробки крутих пластів

Основним різновидом стовпової системи розробки тонких і середньої (до 2,0 м) потужності крутих пластів є лава-поверх, що визначається поверховим способом підготовки шахтного поля, який застосовуються повсюдно в цих умовах, і обмеженою похилою висотою поверху — до 150 м.

На пластах потужністю понад 2,0 м застосовується різновид стовпової системи розробки з поділенням поверху на підповерхи, а на потужних — система

довгих стовпів за підняттям з виїмкою їх за падінням із застосуванням пересувних щитових кріплень.

Пластові транспортні штреки, як правило, проводяться вузьким вибоєм. Вентиляційні штреки проводяться або по завалу (по обвалених породах) на місці колишнього транспортного штрека відробленого поверху, або ж по пласту.

Проведення штреків по завалу пов'язане зі значними труднощами, що різко стримує темпи їхнього проведення, а, отже, і своєчасність підготовки стовпів. Однак, незважаючи на цей великий недолік, спосіб отримав переважне розповсюдження при розробці тонких крутих пластів у Донбасі, головним чином із-за прагнення зберегти загальний рівень рейкових шляхів в усіх виробках вентиляційного горизонту, що є його великою перевагою.

Більш прогресивним є проведення штреків по пласту вприсічку до відробленого поверху ("мінусові штреки"), при якому можливо застосування високопродуктивної прохідницької техніки. Однак ускладнення роботи транспорту на вентиляційному горизонті із-за невідповідності рівнів виробок ускладнюють його застосування.

Заслуговує уваги спосіб повторного використання в якості вентиляційного колишнього транспортного штрека шляхом його консервації.

Різновид *системи розробки довгими стовпами за підняттям з виїмкою їх за падінням із застосуванням пересувних щитових кріплень*, яка отримала назву щитової, широко застосовується в Кузбасі при розробці потужних крутих пластів.

Сутність щитової системи розробки полягає в тому, що виїмкове поле з розміром за простяганням 250-300 м, котре підготовляється за допомогою польових штреків і проміжних квершлагів, поділяється на стовпи завширшки 24-36 м (рис. 3.16), витягнені за підняттям відносно транспортного штрека. Ці стовпи відпрацьовуються в напрямку зверху вниз під захистом щитового кріплення спеціальної конструкції.

Стовпи відокремлюються один від одного ціликами вугілля завширшки біля 2 м, а виїмкові поля між собою — протипожежними ці-ликами завширшки 8-10 м.

Підготовка виїмкового поля полягає в проведенні від проміжних квершлагів пластового транспортного і вентиляційного штреків, що розташовуються біля підшви пласта. Вентиляційний штрек проводять на 5-6 м нижче транспортного штрека відробленого поверху із залишенням міжповерхового цілика і з'єднують з проміжним квершлагом похилою виробкою.

Достоїнства щитової системи розробки:

- відсутність у технологічному циклі трудомісткого процесу кріплення виробленого простору;
- простота управління гірничим тиском;
- малоопераційність очисних робіт, що зводяться в основному до виконання буро-підривних робіт і розбирання вугілля у вибої;
- безпека робіт щодо наслідків падіння шматків вугілля і породи;
- високі техніко-економічні показники;
- невеликі витрати лісоматеріалів.

Недоліки системи:

- значні експлуатаційні втрати вугілля, що сягають 35-40%, більш третини яких є втратами за потужністю пласта;
- висока пожежна небезпечність;
- нестійке провітрювання;
- великий обсяг проведення підготовчих виробок;
- значні зсування земної поверхні.

Умови застосування: круті, витримані щодо потужності і кутів падіння пласти, потужністю для секційних щитів 6-10 м, для безсекційних — 3-6 м, з міцністю вугілля не нижче середньої, з тривкими породами підшви і будь-якої покрівлею.