

Д-р техн. наук О.М. Кузьменко  
(Національний гірничий університет)  
Канд. техн. наук В.Д. Рябічев  
(АФ ГД і Т ВУНУ ім. Даля)

## ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ СТРУКТУРНИХ ЗМІН В ГІРСЬКОГО МАСИВУ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ РОЗРОБЦІ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Приведены результаты шахтных исследований деформации подготовительной выработки и механизм расслоения кровли впереди движущегося очистного забоя, а также определены зависимости изменения параметров образовавшихся полостей в горном массиве от технологических решений, принятых при разработке угольного пласта, и структурного строения вмещающих пород

## CHARACTERISTICS OF EFFECT OF AT MOUNTAIN RANGE ON TEKHNOLOGICHNICHNI PROCESSES AT OF COAL GEOLOGICAL HORIZONS

The consequences of mine of preparatory generation and device of breaking of upper boundary are resulted ahead of locomotive cleansing bottom hole and also dependences of change of characteristics of appearing cavities are certain in a mountain range from technological decisions, inspected at development of coal geological horizon, and structural structure of containing breeds

**Проблема і її зв'язок з науковими і практичними задачами.** На вугільних шахтах Донбасу суттєвих змін в напрямі розвитку гірничих робіт не відбулося не дивлячись на явний його вплив на стійкість гірничих виробок і як наслідок та собівартість дільничної однієї тонни вугілля. Гірничі роботи розвиваються в різні боки від центру шахтного поля. При одній структурній будові масиву це відзначається ефективному застосуванні технології очисного виймання. В реальності структурна будова гірського масиву не однорідна. Це підтверджено багатьма науковими дослідженнями геології та геодинаміки Донбасу.

**Постановка задачі.** Посування гірничих робіт в геологічному середовищі провокує утворення зон підвищеного та зниженого гірничого тиску навколо гірничих виробок. Масштабність розповсюдження цих зон залежить від фронту гірничих робіт, що здійснюються на шахті.

Шари порід, що зависають над виробленим простором, передають частину своєї ваги на масив, який знаходиться попереду фронту посування гірничих робіт. В наслідок цих дій відбувається стискання вугільного пласта і порід безпосередньої покрівлі з витисканням їх в бік виробленого простору. Відбувається постійне прогинання більшості порідних шарів і часткове їх руйнування та обвалення в простір гірничих виробок і вироблену порожнину гірничого масиву. Таким чином, в гірничому середовищі вугільних родовищ відбуваються структурні перетворення. Інтенсивність їх утворень залежить від швидкості посування гірничих робіт та реологічних властивостей гірських порід. Потужність порідних шарів та їх міцність визначають циклічність структурних перетворень геологічного середовища. У більшості випадках розміри структурних утворень

співпадають з розмірами геологічних змін, а саме, з відстанню між зонами інтенсивної тріщинуватості.

Зміна стану та структури геологічного середовищ спотворює умови до перетікання підземних вод з вище розташованих горизонтів до горизонту, де ведуться гірничі роботи. По розкритим тріщинам газ метан проникає з прошарків вугільних пластів до гірничих виробок. Гірничі виробки є тим колектором до якого стікають енергетичні градієнти різноманітних полів, що мають місце в геологічному середовищі.

**Результати досліджень.** За останні роки проблемам охорони і підтримання підготовчих (дільничних) виробок приділяється не менше уваги, чим очисним. Це пов'язано з тим, що стан цих виробок визначає своєчасне добування й транспортування вугілля, доставку матеріалів, надійне провітрювання шахти і безпеку виконання гірничих робіт в шахті. З пониженням рівня ведення гірничих робіт на глибини більше ніж 700 м, стан гірничих виробок погіршується як за умом гірничого тиску, так низької якості матеріалів і виконання робіт із спорудження цих виробок. Знижується надійність виробок до забезпечення виробничих процесів за рахунок зниження їх стійкості до гірського тиску. Вплив стану перехідних зон напружень на стійкість підготовчих виробок досліджувався на шахтах Центрального і Східного Донбасу. Встановлювалась конвергенція порід, що оточують підготовчу виробку. Вимірювання здійснювалися на відстані 20 м від геологічного порушення в місці обладнання станції на протязі року раз на місяць.

Як показали дослідження при конвергенції порід до 70 мм відбувається різке підвищення навантаження на кріплення виробки в проміжок 10-15 діб. Відбувається руйнування елементів кріплення і втрата її несущої здібності, розвантаження масиву і просипання окремих кусків породи до виробки. Така характерна особливість спостерігається на протязі до 40 м, яка була спостерігалася на платі  $l_1$  на шахті «Центральна» (рис. 1.).

Пояснення такому явищу можна дати за наступних умов, а саме взаємодія багатьох чинників на границі структурних блоків, що утворилися за природних та техногенних умов. Під дією гірничого тиску структурні блоки починають рухатися у бік послабленого градієнтного поля, утворюючи концентрацію напружень на їх границі. Рух блоків призводить до розвантаження масиву і просипання породи до виробки. Після відновлення форми і пере кріплення виробки починається новий цикл концентрації напружень у перехідній зоні. Циклічність втрати виробкою експлуатаційних параметрів призводить до 5-6 разі її пере кріплення та протязі терміну служби (1,5-2 роки), а при наближенні очисних робіт до геологічного порушення – 6-7 разів.

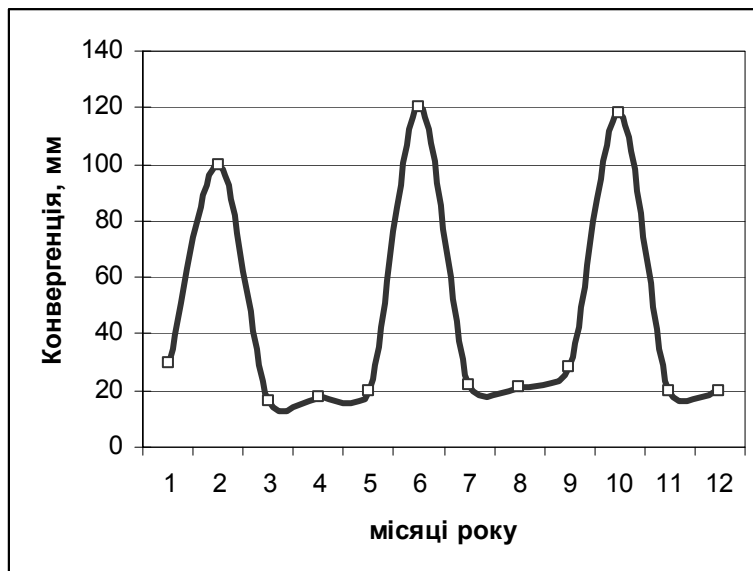


Рис. 1. Графік зміни конвергенції в підготовчій виробці поблизу геологічного порушення

Постійний темп посування виробки в однорідних породах надає можливість до більше чи менш рівномірному протіканню процесів газообміну. При неоднорідних породах відбуваються стрибкоподібні зміни в процесах деформації і витікання рідини та газу.

Експериментально встановлено, що в масиві вугільного пласта попереду вибою в зоні опорного тиску можуть утворюватись області підвищених та знижених напружень. Їх розподіл відбувається наступним чином. Поблизу вибою на відстані від 1,5-2,0 до 10 м розташовується знижені напруження, за ними область гранично-напруженого стану, де напруження зростають у 2,5 рази в порівнянні з геостатичними, і далі - область природних напружень, що є притаманними даному тектонічному блоці.

В області знижених напружень опір вугільного пласта понижується до гірничого тиску, виникають передумови до відслонення масиву в бік виробки. В масиву формується розвинута система тріщин з високими фільтраційними можливостями до витікання газу та рідини.

Область гранично-напруженого стану порід характеризується великими деформаціями, які відбуваються стрибкоподібно з різким пересуванням в іншу область. Її розміри залежать від глибини гірничих робіт, відстані на якій знаходиться очисний вибій від розрізної печі, способу керування гірничим тиском, кута залягання пласта, його потужності та структурної будови, а також від властивостей породних шарів, що знаходяться в оточенні пласта.

На відстані 40-70 м, а інколи і більше, від вибою напруження гірського масиву мають значну величину, але деформації є порівняно невеликими. При попаданні в цю області свердловини чи виробки проявляється формування навколо неї своєї зони гранично-напруженого стану порід. Вплив очисного вибою на напружено-деформований стан масиву починає відчуватися на відстані 30-50 м і окремих випадках до 70 м попереду лави. Зона впливу вибою не постійна і має тенденцію до збільшення при відході від розрізної печі. Крім того, межа зони

впливу лави розповсюджується в глибину масиву не монотонно з швидкістю посування вибою, а стрибкоподібно зі змінною амплітудою. Розташування зони опорного тиску змінюється перед черговим обваленням порід і характеризується збільшенням амплітуди, що утворює виникнення зони часткового розвантаження масиву. В свою чергу обвалення порід покрівлі призводить до швидкого перерозподілу опорного тиску, що проявляється в зниженні напружень в зоні вибою.

Зміна властивостей і структурної будови викодонебезпечних пластів і порідних шарів є основною причиною нерівномірного деформування контуру при забойної зони і стрибкоподібною зміни напружень попереду очисного вибою.

В гірському масиві вугільних родовищ з шаровою структурною будовою посування вибою спричиняє зсув порід у вигляді пошарового згинання з утворенням порожнин розшарування. Більш за все розшарування відбувається на контактах породних шарів покрівлі вугільних пластів, що межують між собою, і мають різну жорсткість, а саме, коли нижчий шар має меншу чи рівну жорсткість з вищим шаром порід. Це відбувається за тих обставин, що шари при прогині від земного тяжіння мають різне пришвидшення на траєкторії зміни деформації. Порожнини розшарування розповсюджуються по підробленій площині і їх розміри залежать як від природних факторів, так і від технологічних параметрів виїмання вугільних пластів.

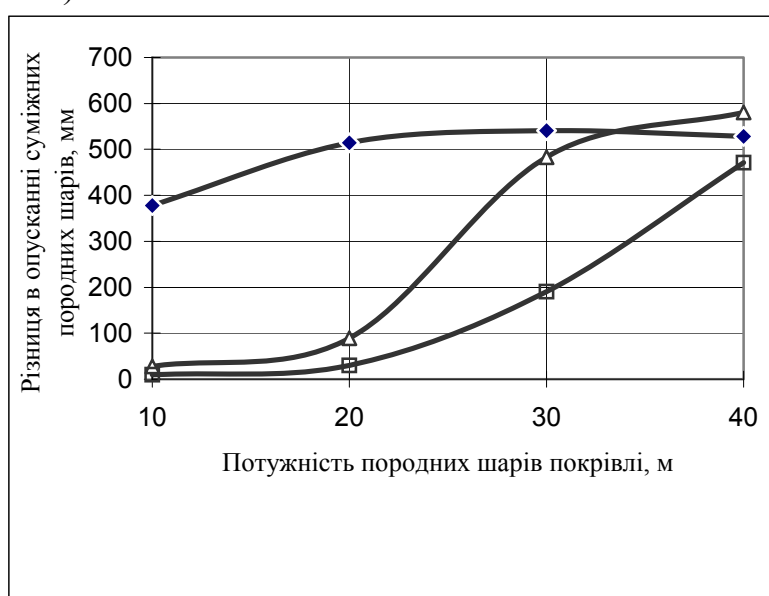
Для встановлення закономірностей формування порожнин гірський масив поділено на породні шари за їх літологічної різниці та потужності. При виконанні моделювання змінювалась потужність шарів, що залягають безпосередньо над вугільним пластом. Потужність першого шару оставалась незмінною при всіх варіантах і рівнялася 10 м. Вищий шар змінював свою потужність від 10 до 40 м з інтервалом в 10 м.

На першому етапі моделювання визначалися геометричні параметри епюр навантажень для кожного шару. За граничні умови прийнято вільне опускання породного шару, яке при рівних умовах, залежить від виїмкової потужності вугільного пласта і способу керування гірничим тиском, а також від міцності породних шарів на розтягування перпендикулярно нашаруванню та стисканню паралельно нашаруванню. Для кожного шару встановлювалась глибина його залягання від земної поверхні та визначалися фізичні параметри навантаження при заданих технологічних розмірах лави. Враховувалася довжина лави, швидкість її посування та кут, що утворюється між віссю штреку та лінією очисного вибою. Керування гірничим тиском прийнято повним обваленням порід при якому опускання порід складає 0,8 від виїмкової потужності пласта. При відпрацюванні вугільного пласта відбудеться розшарування порід покрівлі і між шарами утворюються порожнини. Над виробленим простором породні шари розвантажуються від навантаження, що діє нормального до них. Розкриваються пори та тріщини і метан заповнює ці порожнини. Їх розміри залежать від нормального потужності шарів, що межують між собою. Чим більша різниця між потужностями шарів, тим більша максимальна висота порожнини. В площині

простягання порід розміри порожнини залежать від довжини лави, та її швидкості посування.

Для одинокої лави, що знаходиться в оточенні вугільного масиву, ширини опорної зони визначається відстанню між границями опорних зон відкатного і вентиляційного штреків. Якщо лава з одного боку граничить з виробленим простором то цей розмір складає відстань між границею опорної зони і точки змикання порід у виробленому просторі. З цього слідує, що об'єм порожнини залежить від виймальної потужності пласта, швидкості посування очисного вибою, його довжини та терміну, за який відбувається утворення.

В результаті моделювання встановлені залежності зміни висоти утвореної порожнини в породнім масиві від потужності породних шарів та її особливості, що відбуваються при формуванні навантаження на масив при посуванні очисного вибою (Рис. 2.).



—◇— при довжині лави 100 м; —△— при довжині лави 150 м;  
—□— при довжині лави 200 м

Рис.2. Залежності зміни висоти утвореної порожнини в породнім масиві від потужності породних шарів і довжини лави

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що максимальна різниця між опусканнями двох суміжних шарів залежить як від довжини лави, так і від потужності суміжних шарів.

При збільшенні довжини лави висота порожнини розшарування зменшується. Найбільша різниця має місце при незначних розбіжностях в потужності суміжних шарів. При невеликій довжині лави порожнина розшарування зберігає свої розміри в бік виробленого простору в міру посування лави на довжину стовпа не більше 1000 м. При збільшенні довжини лави порожнина зменшується в бік виробленого простору і в кінці кінців відбувається змикання шарів.

Кількість метану, що може накопичуватися в утвореній порожнині, залежить від її об'єму, який в свою чергу залежить від технологічних параметрів виймання вугільного пласта. На рис. 3 приведена залежність динаміки зміни

об'єму порожнини розшарування гірського масиву від потужності породних шарів покрівлі та довжини лави. Аналізуючи отримані графіки стає зрозумілим наскільки впливовим фактором є довжина лави.

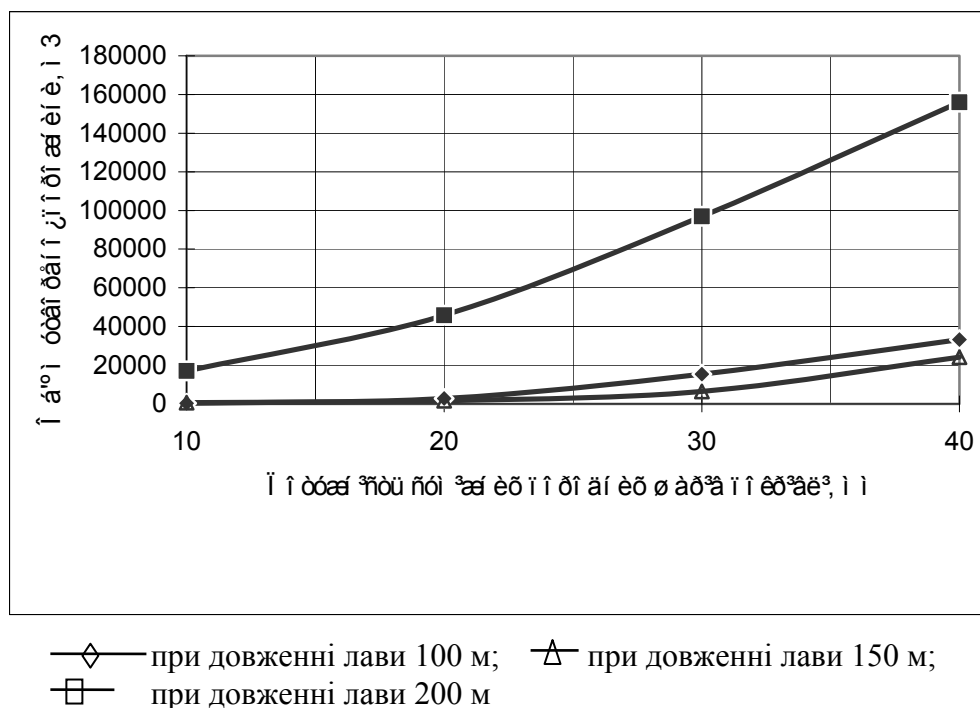


Рис. 3. Залежність динаміки зміни об'єму порожнини розшарування гірського масиву від потужності породних шарів покрівлі та довжини лави

Найбільшого об'єму газу метану може накопичитись при довжині лави 100 м і потужності нижнього шару 10 м і верхнього - 40 м. З цього слідує, що динаміка змін природного стану геологічного середовища є притаманною коротким лавам, де гірський масив не встигає пройти процес релаксації за короткий термін зміни технологічних процесів.

### Висновок

Циклічність втрати виробкою експлуатаційних параметрів призводить до її пере кріплення 5-6 разі та протязі терміну служби (1,5-2 роки), а при наближенні очисних робіт до геологічного порушення – 6-7 разів.

В результаті моделювання впливу технологічних параметрів виймання вугільних пластів на зміну структури геологічного середовища встановлено, що швидкість посування лави і потужність породних шарів покрівлі є домінуючими факторами і вони в значній мірі визначають динаміку структурних перетворення гірського масиву.

Перетворенні геологічного середовища в гірничий масив відбувається з різною інтенсивністю і має чітко виділені інтервали, що відрізняються один від одного за динамікою в декілька разів.

Знаючи можливий характер розвитку деформаційних процесів, можна прогнозувати стан гірського масиву та приймати відповідні технологічні параметри для уникнення небажаних явищ, що ускладнюють ведення гірничих робіт.