

**ФОРМУВАННЯ СКЛЕПІННЯ РІВНОВАГИ НАД ПІДГОТОВЧОЮ  
ВИРОБКОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ СМУГ ЗМІННОЇ ЖОРСТКОСТІ –  
ЯК СПОСІБ ЇЇ ОХОРОНИ І БЕЗРЕМОНТНОЇ ПІДТРИМКИ**

Рассматриваются вопросы охраны и поддержания подготовительных участков выработок при помощи охранных полос переменной жесткости на примере шахт «Чистяково-Снежнянского» промышленного региона. Предложены направления усовершенствования комбинированной системы разработки пологих пластов на глубоких горизонтах с целью улучшения технико-экономических показателей, безопасности работы и экологии.

**THE FORMATION OF VAULT EQUILIBRIUM ABOVE WORKING  
MAKING WITH THE HELP OF STRIPE CONSTRUCTION OF  
VARIABLE INFLEXIBILITY AS A METHOD OF PROTECTION AND  
SUPPORT WITHOUT REPAIR**

The problems of protection and support of mine working with the help of stripe construction of variable inflexibility on an example of the mine “Chistjkovo-Snegnjnskogo” of industrial region are considered. The ways of winning works improvement combined systems for slice seams mining on deep horizontes are given with the purpose of improvement of technical-economical factors, work safety and ecology.

У важких умовах, які склалися у вугільній промисловості України забезпечення потреб народного господарства повинне здійснюватися в основному за рахунок стабілізації й нарощування обсягу видобутку на діючих шахтах. Виходячи з цього, варто змінити погляди на своєчасну підготовку й відпрацювання виймальних стовпів.

Охорона гірничих виробок займає вагому частину у формуванні собівартості видобутку вугілля й, відповідно, його відпускну ціни. Зменшення витрат можливо тільки за рахунок раціонального планування й повторного використання виїмкових виробок. Правильно обраний спосіб охорони виробок, своєчасний й якісний їх ремонт створюють потенційну можливість для використання бортових хідників (штреків) повторно.

Таким чином, вибір науково-обгрунтованого способу охорони і підтримки виробок на великих глибинах як і параметри його технології – актуальне науково-практичне завдання.

Метою роботи є встановлення параметрів способу охорони і підтримки підготовчих виробок при комбінованій системі розробки, що забезпечують їх стійкість і можливість повторного використання.

Ідея роботи полягає в забезпеченні стійкості підготовчої виробки шляхом формування навколо неї склепіння рівноваги створенням двосторонніх жорстких і піддатливих опор.

Сутність роботи полягає в розкритті закономірностей розподілу напруг і зміщень порід навколо підготовчої виробки, що охороняється смугами змінної жорсткості й кріплення виробки для безремонтної її підтримки.

При розробці раціональних способів охорони варто керуватися основним принципом: виробка повинна бути поставлена в такі умови, щоб певні розміри області гірських порід, які примикають до неї, не перебували в зоні великих концентрацій напружень, і ця область повинна бути розвантажена від останніх. Такі умови в будь-яких варіантах повинні створювати всі елементи охорони виробки.

У цей час виконано великий обсяг досліджень з питань стійкості покрівлі підготовчих виробок, які базуються на різних гіпотезах гірського тиску й методах будівельної механіки, опору матеріалів і механіки ґрунтів (гіпотеза склепіннеутворення, гіпотеза балок, механіка суцільного середовища) [1-4 і багато ін.].

Подання про те, що в покрівлі виробки в низці випадків може утворюватися “рід склепіння”, відомо давно. Одна з перших гіпотез склепіння була запропонована професором Ризького політеху В. Ріттером в 1879 р. [5].

Сутність гіпотези склепіння в її сучасному тлумаченні [6] полягає в наступному. Над виробкою, проведеною в товщі будь-яких гірських порід (за винятком пливунів), на будь-якій глибині, утвориться склепіння тиску, що сприймає на себе вагу верхньої товщі порід, розвантажуючи кріплення виробки. Максимальне навантаження на кріплення визначається вагою порід усередині склепіння, що називають ядром склепіння або склепінням тиску. Дія всієї ваги товщі порід на поверхню передається п'ятами склепіння, які розвантажують масив гірських порід у боках виробки.

Гіпотеза склепіння базується на реальному, здавна відомому явищі, відтвореному в експериментах, дослідження якого здійснювалися багатьма авторами протягом майже ста років. Розгляд цієї гіпотези з позицій сучасної науки диктується необхідністю внесення уточнень і обмежень, а також широким і часто неправильним її використанням.

Математична інтерпретація гіпотези склепіння різноманітна. Найбільш характерними є розрахункові методи В. Ріттера й М.М. Протод'яконова, які досить повно відбивають розходження в трактуванні фізичної сутності явища, вихідних положень авторів, оцінці або ролі кріплення й визначенні величин меж переданих на неї навантажень.

По В. Ріттеру [5], сутність утворення склепіння полягає у відриві від верхньої товщі порід ядра склепіння під дією власної ваги. Розрахункова схема зображена на рис. 1.

Умови рівноваги:

$$P = \gamma \int_0^l y dy - \sigma_{нч.р} \int_0^l \frac{l}{\cos \alpha} dS, \quad (1)$$

де  $P$  – тиск на кріплення;  $y$  – питома вага породи;  $l$  – прогін виробки;  $\sigma_{нч.р}$  – межа міцності породи на розрив;  $\alpha$  – кут нахилу дотичної до кривої склепіння в розглянутій точці;  $d$  – диференціал кривої, який обмежує частину порід, що відриваються

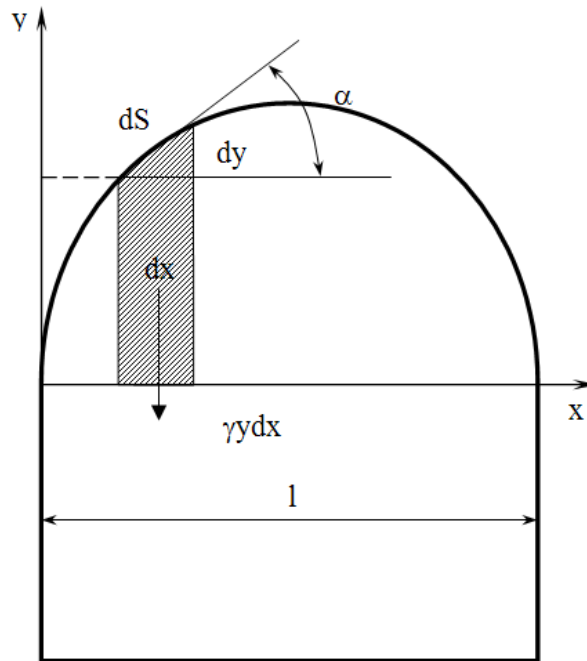


Рис. 1 – Розрахункова схема В. Ріттера

Перший член рівняння (1) визначає суму сил ваги в об'ємі склепіння обвалення, другий – суму сил опору відриву склепіння; замінюючи  $\cos \alpha$  та  $dS$  їх значеннями, одержимо

$$P = \gamma \int_0^l y dx - \sigma_{нч.р} \int_0^l (-y')^2 dx, \quad (2)$$

де  $y'$  — перша похідна  $y$  по  $x$ .

Задача полягає у визначенні форми кривої, що обмежує склепіння обвалення, при якому відрив склепіння найбільш імовірний, що відповідає максимальній різниці між обома частинами рівності (2).

Далі, шукана функція за умовою максимуму визначається методом варіаційного обчислення. Таким шляхом В. Ріттер визначив, що межею склепіння є парабола

$$y = \frac{\gamma}{4\sigma_{нч.р}} x(l-x). \quad (3)$$

Максимальна висота склепіння при  $x = \frac{l}{2}$

$$b_{\max} = \frac{\gamma l^2}{16\sigma_{нч.р}}. \quad (4)$$

Рівняння (2) виражає умови граничної рівноваги; підставляючи в нього  $y'$ , обумовлене з формули (3) диференціюванням по  $x$ , інтегруючи і знаходячи довільні постійні, тиск на кріплення дорівнюватиме (5)

$$P = \frac{l}{48\sigma_{нч.р}} \left( 2\gamma^2 - 48\sigma_{нч.р}^2 \right) \quad (5)$$

З (5) визначимо значення прогону, що відповідає моменту, який передусе відриву склепіння:

$$l_{np} = 7 \frac{\sigma_{нч.р}}{\gamma} \quad (6)$$

Таким чином, В. Ріттер пропонує виходити із спільного режиму роботи порід покрівлі і кріплення та визначати несучу здатність кріплення як різницю між вагою ядра склепіння і сумою напружень відриву по його контуру.

З огляду на малість деформацій розтягу в межах ядра склепіння, установлення постійного кріплення на значній відстані від вибою, малий розмір кріплення в момент її установлення та її високі деформаційні властивості відразу після установлення за рахунок змінань нерівностей по лінії примикання до порід і між її елементами, неважко зрозуміти, що реакція, яка розвивається кріпленням у цей період, невелика і не може істотно впливати на запобігання відриву склепіння. Крім того, В. Ріттер не врахував наявності в гірських породах дефектів і мінливості міцнісних характеристик і не передбачив ніякого запасу стійкості. Тому у разі відриву склепіння навантаження на кріплення зростає до величини першого доданку формули (5), і кріплення, розраховане за цією формулою, буде неминуче зруйноване.

Розрахункова схема М.М. Протод'яконова [2] наведена на рис. 2.

По М.М. Протод'яконову сутність утворення ядра склепіння полягає в тому, що горизонтальному розпору  $T$ , який діє у вершині склепіння і викликає зсувні зусилля, протистоять сили тертя на осі  $ox$  у межах напівпрогину  $x = a$ .

У стані граничної рівноваги одержуємо рівняння моментів сил щодо точки  $M$ . З (7) випливає, що склепіння рівноваги має форму параболи. З метою забезпечення запасу стійкості склепіння приймається:

$$\frac{P \cdot x^2}{2} = T y ; \quad (7)$$

$$T = fpa - tb , \quad (8)$$

де  $f = tg\varphi$  – коефіцієнт міцності по М.М. Протод'яконову;  $\varphi$  – кут природного укосу;  $b$  – висота склепіння,  $\tau$  – інтенсивність зсувних додаткових сил, що забезпечують запас стійкості склепіння.

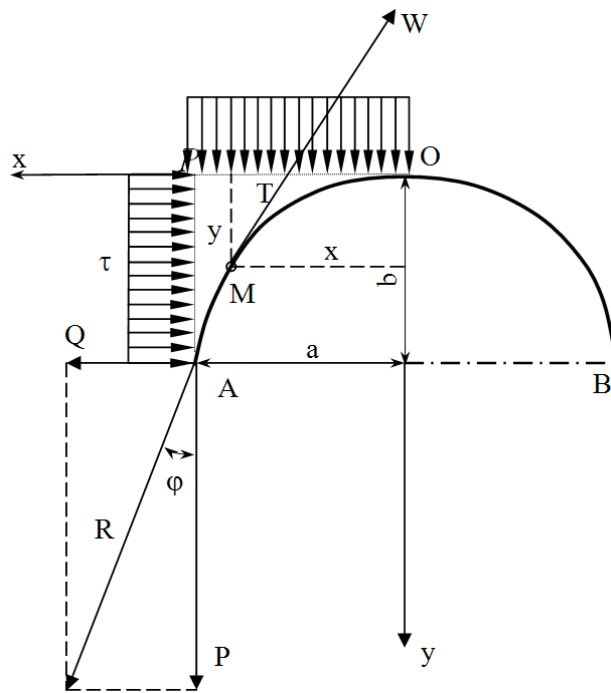


Рис. 2 – Розрахункова схема М.М. Протод'яконова

При  $x = a$ , тобто для точки опори, з (7) і (8) одержимо:

$$\tau = pa \frac{2fb - a}{2b^2}. \quad (9)$$

Очевидно, що ця функція має максимум. Прирівнюючи її першу похідну до нуля, одержимо:

$$b = \frac{a}{f} \quad (10)$$

Тиск на 1 м довжини виробки

$$P = \frac{4}{3} \gamma \frac{a^2}{f} \quad (11)$$

На відміну від В. Ріттера, у розрахунку М.М. Протод'яконова уведен запас стійкості склепіння і передбачається, що кріплення несе повну вагу порід в об'ємі склепіння, тобто працює в незалежному режимі.

Подання М.М. Протод'яконова про фізичну сутність склепіннеутворення менш чіткі: передбачуваному ним зсуву склепіння по лінії  $ox$  перешкоджає масив гірських порід, сили  $T$  уведені штучно, припущення про склепіннеутворення при будь-яких прогинах виробки – неспроможне.

На методи розрахунків, що базуються на гіпотезі склепіння, не накладено ніяких обмежень, тому необхідно розглянути область його застосування.

Наведені результати досліджень показують, що в стані граничної рівноваги процес склепіннеутворення нестабільний, форма склепіння може варіюватися, його висота змінюватися, а в ряді умов над первинним склепінням обвалення можуть виникати вторинні.

Склепіннеутворення можна прийняти за умови:

$$\sum_1^n q_i = S\sigma_{\text{мм.р}}, \quad (12)$$

де  $\sum_1^n q_i$  – вага порід в межах склепіння обвалення (ядра);  $S$  – довжина дуги, що обмежує склепіння; ( $\sigma_{\text{мм.р}}$  – межа міцності порід на розтяг (одноосьовий).

Оскільки відшарування склепіння починається в його вершині, більш просто максимальну величину висоти склепіння визначити з умови

$$b_{\text{max}} = \frac{1}{n_1 n_2} \cdot \frac{\sigma_{\text{мм.р}}}{\gamma}, \quad (13)$$

де  $n_1$  – коефіцієнт запасу міцності;  $n_2$  – коефіцієнт структурного ослаблення порід за рахунок наявності дефектів.

Приймаючи за даними досліджень  $n_1 = n_2 = n_3$ , одержимо умову склепіннеутворення:

$$\sigma_{\text{мм.р}} < \frac{1}{3} \gamma. \quad (14)$$

Таким чином, область допустимого застосування гіпотези склепіння обмежується однорідними зв'язними породами і умовою склепіннеутворення (4).

З наведеного ясно, що гіпотеза склепіння не враховує вихідного напруженого стану, впливу характеристик кріплення, глибини робіт, часу, та впливу очисних робіт. Область її застосування обмежується однорідними зв'язними породами при дотриманні умови (14).

Гіпотеза утворення склепіння над підготовчою виробкою розкрита у роботі [7]. Цей винахід відноситься до гірничої справи й може бути використаний для охорони і безремонтної підтримки повторно використовуваних підготовчих виробок на межі з виробленим простором на пологих та похилих вугільних пластах.

Відомі способи охорони повторно використовуваних підготовчих виробок, які включають спорудження низки штучних огорожень на бермі штреку за лавою. До них відносяться бутові породні смуги, залізобетонні тумби, цілики вугілля, костри, органні ряди, кущі зі стояків і ін., які забезпечують відносно невисоку стійкість виробок без ціликів [8].

До недоліків цього способу варто віднести низьку надійність і стійкість

підготовчих виробок, що призводять до деформацій вміщуючих порід і кріплення внаслідок високих концентрацій напружень. Наслідком експлуатації даного способу є капітальний ремонт виробок, що вимагає збільшення перерізу виробки з випуском породи буропідривним способом, заміни кріплення, затяжок і значних капіталовкладень.

Близьким за своїми характеристиками є спосіб охорони повторно використуваних підготовчих виробок, який включає зведення в міру посування лави на бермі штреку у виробленому просторі очисного вибою вузької відлітої жорсткої смуги з швидкотвердіючих ангідритового або фосфогіпсового розчинів на всю потужність пласта, що виймається [9].

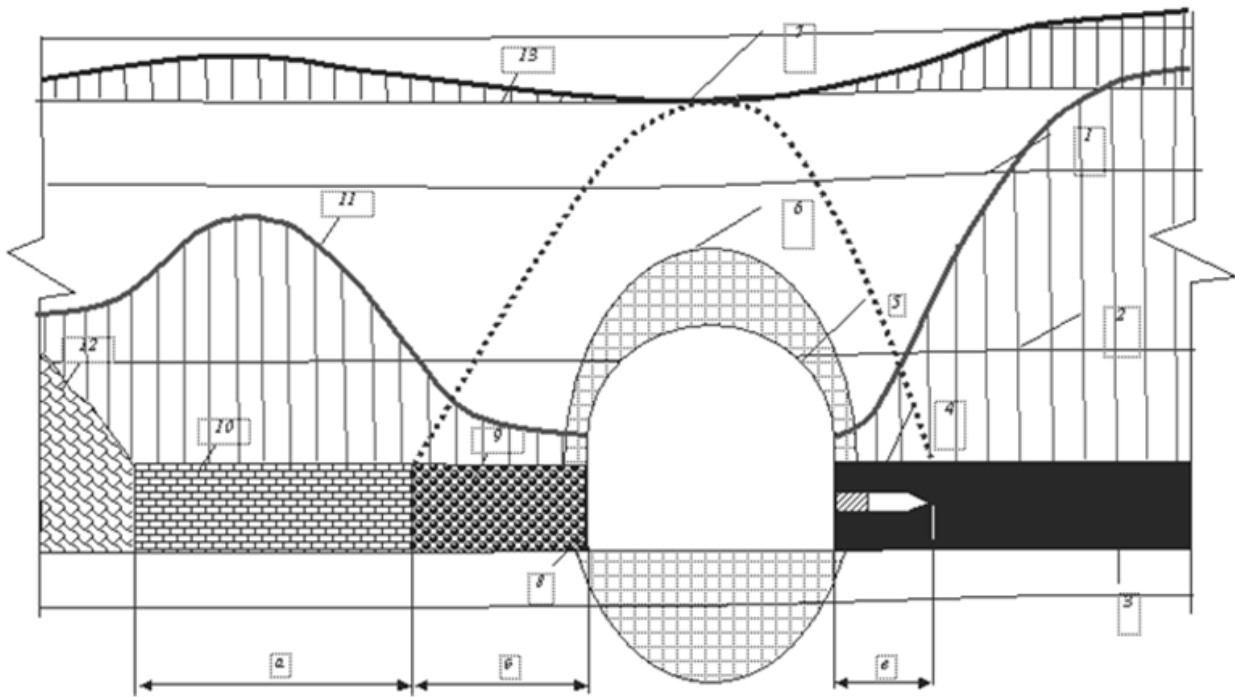
Недоліком цього способу є можливість використання його тільки в досить міцних вміщуючих породах, а в слабких породах покрівля і підшва руйнується ("обіграється") навколо жорсткої опори, і штрек втрачає повністю працездатність. Створюються ситуації коли до 30% робочих очисних бригад зайняті на забезпеченні експлуатаційного стану виробок, що примикають до лави. Все це стримує і здорожчує гірничі роботи і, у більшості випадків, є відмови від повторного використання виробок, що охороняються на межі з виробленим простором.

Основою технічного рішення є вдосконалення способу охорони підготовчої виробки, в якому шляхом формування над виробкою спеціального склепіння рівноваги в міру посування очисного вибою забезпечується необхідний перерозподіл і зниження концентрацій напружень у товщі гірських порід над виробкою усередині склепіння й за рахунок цього підвищується стійкість та є можливість безремонтного підтримання виробки в процесі експлуатації. Крім того, поліпшується безпека робіт і знижуються витрати на підтримання виробок.

Даний спосіб передбачає зведення за лавою на бермі виробки постійної бутової опорної смуги із породи, який використовується для закладання. В міру посування очисного вибою, з боку виробленого простору формують комбіновану бутову смугу біля виробки й виробленого простору і між ними – жорстку, при цьому одночасно на бермі виробки з боку вугільного масиву – піддатливу й жорстку опори в ньому з наступним утворенням над виробкою у верхньої товщі порід склепіння рівноваги.

Вищенаведене технічне рішення забезпечує створення над виробкою зони низьких концентрацій напружень усередині склепіння рівноваги, що дозволяє протягом терміну служби виробки розташовувати їй у масиві, розвантаженому від підвищеного опорного тиску й перебувати у стійкому стані. Незначний гірський тиск, що виникає від ваги верхніх порід, розташованих усередині контуру склепіння рівноваги, буде сприйматися відповідними конструкціями кріплення виробки і біляштрековими піддатливими смугами. У цьому випадку відпадає необхідність у ремонтних роботах і у зведенні кріплення з високою вантажонесучою здатністю.

На рис. 3 наведена характеристика розподілу напружень навколо підготовчої виробки при охороні смугами змінної жорсткості з утворенням склепіння рівноваги.



1 – епюра опорного тиску над вугільним масивом вугілля; 2 – шар породи в недоторканому масиві; 3 – масив вугільного пласта; 4 – розвантажений масив вугілля; 5 – виробка, що охороняється для повторного використання; 6 – розвантажений масив гірських порід під склепінням рівноваги; 7 – плавний прогин шарів породи без розриву суцільності у зоні склепіння рівноваги; 8 – аркове кріплення; 9 – піддатлива смуга біля виробки; 10 – жорстка ін'єкційна смуга; 11 – епюра опорного тиску над смугами змінної жорсткості; 12 – обрушені породи у виробленому просторі; 13 – характер епюри опорного тиску для вищележачого шара породи; *a* – ширина жорсткої ін'єкційної смуги; *b* – ширина піддатливої смуги; *c* – ширина розвантаженої частини вугільного масиву.

Рис. 3 – Характеристика розподілу напружень навколо підготовчої виробки при охороні смугами змінної жорсткості з утворенням склепіння рівноваги

Даний спосіб охорони реалізується наступним чином.

У процесі проведення очисних робіт на вугільному пласті за лавою утворюється вироблений простір із обвалених в ньому порід. Очисні роботи негативно впливають на підготовчі виробки, які передбачається використовувати повторно. Для забезпечення сприятливих умов підтримання виробки, яка підлягає збереженню для повторного використання, доцільно розробляти паспорт охорони виробок, який передбачає застосування раціонального способу охорони виробок за вибоєм лави з урахуванням гірничо-геологічних факторів. Правильне рішення цього завдання найчастіше визначає й успіх охорони виробки на межі з виробленим простором.

Виходячи із цих позицій, нами запропоновано принципово новий спосіб охорони повторно використовуваних підготовчих виробок у зоні склепіння рівноваги з двосторонніми жорсткими і піддатливими опорами.

Сутність цього способу полягає в наступному:

По мірі посування очисного вибою (на рис. 3 не показано) й утворення за ним виробленого простору 12, слідом за пересуванням механізованого кріп-



лення подається порода із прохідницького вибою (або від підривання підшви) для формування комбінованої бутової опори 9, 10. Потім по перфорованій трубі (на рис. 3. не показана), що перебуває в завалі приблизно в середній частині бутової смуги нагнітається ін'єкційний розчин з швидкотвердіючих сумішей, й на відстані  $b$  від виробки 5 зводять тверду ін'єкційну смугу 10 шириною  $a$ . Між бровкою штреку 5 і жорсткою смугою залишають бутову піддатливу стрічкову смугу з породи 9 шириною  $b$ . На протилежній стороні виробки 5 у вугільному масиві також створюють піддатливу опору 4, яка утворюється вибуруванням вугілля з масиву 3. Далі на відстані  $v$  у глибині вугільного масиву розташовується тверда вугільна опора 3.

Використання жорстких конструкцій високої міцності 10 і 3, розташованих на деякій відстані від виробки 5 сприяє утворенню максимуму опорних тисків 11, 1 над ними від дії ваги верхньої товщі порід. Цьому також сприяє і створення двох піддатливих опор 9, 4, розташованих ближче до виробки 5, що охороняється. Над піддатливими опорами 9, 4 опорний тиск 11, 1 зменшується за рахунок зависання товщі порід над хідником (штреком).

У процесі реалізації способу охорони підготовчої виробки створюються сприятливі умови, що забезпечують зниження концентрацій напружень навколо виробки. Піддатливі смуги 9, 4 відсувають опорний тиск 11, 1 від виробки 5, а жорсткі опори 10, 4 беруть навантаження на себе. Ці опори утримують навислий породний масив 7 (консоль порідну), що утворилася під впливом очисних робіт і виробленого простору 12. Жорсткі 10, 3 і піддатливі 9, 4 опори в нависаючій над виробкою 5 товщі порід 7 знижують концентрації напружень і ведуть до утворення склепіння рівноваги. Під склепінням перебуває частина завислої на жорстких опорах 10, 3, розвантаженої від гірського тиску породи 6, тиск якої на кріплення виробки 5, що охороняється поширюється незначно. Всі пласти породи (наприклад, пропласток 7) під склепінням прогинаються без розриву суцільності. Виникаючий при цьому незначний гірський тиск нейтралізується піддатливістю аркового кріплення 8 виробки 5 і піддатливими смугами 9, 4.

Таким чином, при роботі нової (суміжної) лави у вугільному пласті 3 виробка 5 буде перебувати у стійкому і безремонтному стані в процесі відпрацювання нового суміжного виймального стовпа.

Шари породи, які залягають вище, перебувають над жорстким вугільним масивом 3 і практично не мають ніяких змін на всьому протязі роботи суміжної лави. У той же час товща порід, що перебуває над склепінням рівноваги, деформується незначно.

У конкретних гірничо-геологічних умовах розробки висоту ущільнювального ядра склепіння рівноваги можна визначити, знаючи кути, які обмежують повні зсуви товщі порід за падінням або підняттям, а також крок посадки основної покрівлі. При пологому заляганні пластів кути зсувів не залежать від кута падіння пластів, і мають приблизно постійне значення – 65-70°.

Пропонований спосіб охорони повторно використовуваних підготовчих виробок має наступні переваги: при відпрацюванні пластів із застосуванням

даного способу охорони навколо виробки створюються сприятливі й однакові в межах усього шахтного поля геомеханічні умови ведення гірничих робіт, що характеризуються відсутністю небезпечних концентрацій напружень у породах навколо підготовчих виробок. Це дозволяє застосовувати найбільш прості технологічні схеми розробки пластів, забезпечити зниження експлуатаційних втрат вугілля, небезпеки раптових викидів вугілля, породи й газу, ударнебезпеки при істотному скороченні питомих обсягів проведення й підтримання виробок.

З геомеханічної точки зору цей спосіб створює найбільш сприятливі умови для підтримання виробок у розвантаженому від гірського тиску масиві гірських порід.

За економічних і технічних факторів дана схема охорони повторно використовуваних підготовчих виробок дозволяє не тільки істотно (в 1,5-2,0 рази) скоротити питомий обсяг і вартість проведення виробок, але й поліпшити провітрювання виймальних дільниць, завдяки можливості здійснення його прямоточності й підсвіжіння вихідного струменя повітря, що особливо важливо при розробці газонесних пластів.

Спрощується планування гірничих виробок при підготовці шахтних і виймальних полів, оскільки є можливість безпосереднього примикання підготовчих виробок до очисного вибою й поліпшення, завдяки цьому, схем підземного транспортування й вентиляції, зниженню травматизму шахтарів. Відпадає необхідність видавати на поверхню породу від проведення виробок, знижується обсяг і вартість ремонтних робіт у порівнянні з іншими способами охорони.

У роботі [10] зроблено оцінку стійкості підготовчої виробки з урахуванням впливу очисних робіт на основі узагальнення положень теорії склепіння рівноваги й розрахункового методу граничних елементів, розроблено розрахунковий алгоритм для рішення плоских задач геомеханіки для пружних неоднорідних породних масивів зі складною геометрією, з використанням сучасних ЕОМ, встановлено нові залежності максимальних вертикальних і горизонтальних зсувів контуру кріплення повторно використовуваної підготовчої виробки від геометричних параметрів охоронних смуг змінної жорсткості, у результаті кореляційного аналізу результатів 125 варіантів розрахунку, виконаних для конкретних гірничо-геологічних умов шахт Чистяково-Сніжнянського промислового району, розроблено й обґрунтовано принцип вибору раціональних параметрів конструктивно-технологічної схеми кріплення й охорони підготовчої виробки при комбінованій системі розробки, що базується на розгляді її окремих елементів як взаємовпливної системи, в якій геометричні й механічні параметри охоронної смуги змінної жорсткості є інструментом для формування сприятливої (з погляду стійкості виробки) епюри навантаження на кріплення. У шахтних умовах і на моделі встановлено, що аркове кріплення КМП-А3-22/11,2 при створенні смуг змінної жорсткості має симетричне навантаження її елементів, а це сприятливо позначається на роботі системи “кріплення-бічні породи”. Виходячи з аналізу НДС, установлені раціональні параметри нового способу охорони підготовчих виробок для гір-

ничо-геологічних умов шахт Чистяково-Сніжнянського промислового району. Вони досягаються шляхом формування склепіння рівноваги охоронними смугами змінної жорсткості: жорстка частина смуги шириною 8 м; піддатлива – шириною 5 м і розвантаженням масиву свердловинами довжиною 3 м.

Економічна ефективність застосування комбінованих систем розробок визначена в істотній мірі зменшенням обсягу проведення й ремонту підготовчих виробок за рахунок удосконалення способу їх охорони та забезпечення можливості повторного використання.

Результати виконаних досліджень знайшли відображення в робочій документації відпрацьовування виїмкових полів і впроваджені на шахті “Прогрес” ДП “Торезантрацит”.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Цымбаревич П. М. Рудничное крепление. – М.: Углетехиздат, 1957.
2. Протодьяконов М.М. Давление горных пород и рудничное крепление. – ч.1. – Давление горных пород. – Л.: ОГИЗ, 1931. – 104 с.
3. Оценка устойчивости кровли горных выработок / В.К. Бранчугов, Е.З. Гелюта, В.В. Куликов, И.М. Трофимов // МУП СССР ЦНИЭИуголь, М. – 1974.
4. Лабасс А. Давление горных пород в угольных шахтах. // Горное давление. – М.: Госгортехиздат, 1961. – С. 59-164.
5. Ritter W. Die Static Der Tunnel – Gewolbe, Berlin, 1879.
6. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1980. – 360 с.
7. Спосіб охорони підготовчої виробки /О.В. Колоколов, М.М. Табаченко, В.Ю. Медяник та ін. Деклараційний патент № 36714 А (UA) від 01.02.2000. № д.р.2000020523. Опубл. 16.04.2001. Бюл.№3.
8. Бесцеликовая отработка пластов /Ю.Л. Худин, М.И. Устинов, А.В. Брайцев и др. – М.: Недра, 1983. – 280 с.
9. Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт / И.Ю. Заславский, В.Ф. Компаниец, А.Г. Файвишенко, В.М. Клещенков. – М.: Недра, 1991. – 235 с.
10. Медяник В.Ю. Обоснование параметров способа охраны подготовительных выработок при комбинированной системе разработки пологих пластов на больших глубинах Дис. канд. техн. наук. – Днепропетровск: НГУ, 2005. – 193 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н І.А. Ковалевською 19.08.09*

