

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила підробки будівель, споруд та природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. – [Чинний від 2003–11–22]. – К.: Мінпаливенерго України, 2003. – 126 с.
2. Влияние геологического строения массива горных пород Западного Донбасса на процесс сдвижения / А.С. Кучин, С.Ф. Леонов // Наукові праці УкрНД-МИ. – 2011. – № 9, част.1. – С. 111 – 118.

HORIZONTAL STRAIN DISTRIBUTION AT PARTIAL UNDERWORKING OF SURFACE IN CONDITION OF WESTERN DONBAS COAL BASIN

A. Kuchin, E. Sdvigkova

State Higher Educational Institution “National Mining University”

prosp. K. Marks, 19, Dnepropetrovsk, Ukraine, 49000.

E-mail: as_kuchin@mail.ru.

The results of generalized instrumental observations with incomplete underworking of the earth's surface in the Western Donbas are presented in the article. Typical curves of horizontal strain distribution for small ratio of mined-out space to the depths of excavations are presented.

Key words: earth surface, horizontal deformation, underworking, typical curve.

REFERENCES

1. Pravila pidrobki budivel, sporud ta prirodni ob'ektiv pri vidobuvanni vugillya pidzemnim sposobom [Governed imitations of buildings, buildings and natural objects at mining by an underground method]: GSTU 101.00159226.001-2003. – [Chinniy vId 2003–11–22]. – К.: Minpalivenergo Ukrayini, 2003. – 126p.– tabl. – (Natsionalni standarti Ukrayini). (rus., ukr)
2. Kuchin A.S. Vliyanie geologicheskogo stroeniya massiva gorniyh porod Zapadnogo Donbassa na protsess sdvizheniya [Influence of geological structure of rock mass array on the subsidence process in Western Donbas] / A.S. Kuchin, S.F. Leonov // Naukovi pratsi UkrNDMI. – 2011. – №9. part.1. – pp.111-118. (rus).

Стаття надійшла 4.11.2013.

УДК 622.281.5

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРИВАЛОЇ СТІЙКОСТІ ПРОТЯЖНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК В УМОВАХ НЕСИМЕТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РАМНОГО МЕТАЛЕВОГО КРІПЛЕННЯ

О. В. Халимендик, Г. Г. Сторчак, О. В. Халимендик, В. В. Пустовий

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»
просп К. Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна.

E-mail: xalim_gs@mail.ru, gkeb_storchak@ukr.net

Наведено результати теоретичних і шахтних досліджень стійкості протяжних виробок вугільних шахт. Обґрунтовано критерії оцінки стану виробок. Проведено аналіз та узагальнення існуючих засобів забезпечення стійкості протяжних гірничих виробок в умовах несиметричних навантажень.

Ключові слова: гірнича виробка, металеве кріплення, зміщення контуру, несиметричне навантаження.

**ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ПРОТЯЖЕННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ
НЕСИММЕТРИЧНЫХ НАГРУЗОК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАМНОЙ
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КРЕПИ**

А. В. Халимендик, Г. Г. Сторчак, А. В. Халимендик, В. В. Пустовой

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»
просп. К. Маркса, 19, м. Днепропетровск, 49000, Украина.

E-mail: xalim_gs@mail.ru, gkeb_storchak@ukr.net

Приведены результаты теоретических и шахтных исследований устойчивости протяженных выработок угольных шахт. Обоснованы критерии оценки состояния выработок. Проведен анализ и обобщение существующих способов обеспечения устойчивости протяженных горных выработок в условиях несимметричных нагрузок.

Ключевые слова: горная выработка, металлическая крепь, смещение контура, несимметричная нагрузка.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Забезпечення поточного рівня видобутку вугілля та подальше збільшення його обсягів неможливе без постійної підготовки нових очисних ділянок, замість тих, що вже існують та відпрацьовуються. В свою чергу, це обумовлює необхідність збільшення фронту гірничопрохідницьких робіт. Однією з основних проблем при цьому є забезпечення тривалої стійкості протяжних виробок, які вже існують та мають вводитись в експлуатацію. Крім того, проблема забезпечення стійкості капітальних і підготовчих виробок набуває особливо великого значення зі збільшенням глибини розробки, яка супроводжується стрімким нелінійним погіршенням гірничо-геологічного та гірничотехнічного стану (рис. 1). Така ситуація призводить до значного збільшення експлуатаційних витрат, які поступово наближаються до вартості проведення виробки і в кінцевому вигляді негативно відображаються на собівартості продукції вуглевидобувних підприємств.

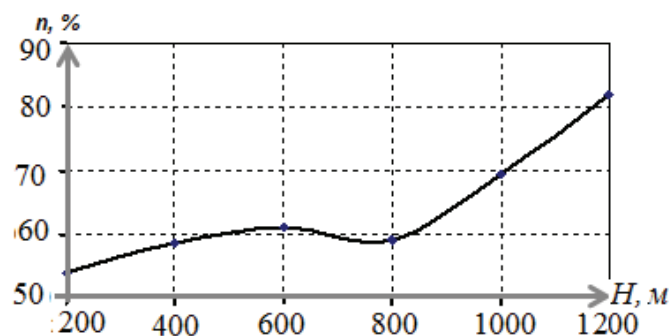


Рисунок 1 – Залежність частоти порушеності вугільних пластів від глибини ведення робіт

Метою роботи є аналіз та обґрунтування ефективних способів управління гірським тиском шляхом використання програми зосередженого навантаження в певних точках кріплення, використання кріплення змінної жорсткості, інвентарних елементів посилення кріплення, анкерування породного масиву, тощо, для подальшої розробки порівняно недорогих, простих у реалізації і ефективних в умовах великих глибин розробки, способів підвищення стійкості рамного металевго кріплення.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Рішення проблем, що пов'язані з негативними проявами гірського тиску, можливе за рахунок використання ефективних засобів керування деформаційними процесами в породному масиві, що оточує виробку. При цьому при розробці засобів забезпечення або підвищення стійкості протяжних гірничих виробок найбільш вагомим є економічна доцільність, основним критерієм якої є мінімізація витрат як при спорудженні, так і при підтриманні гірничотехнічних об'єктів.

У свою чергу, такий підхід вимагає обґрунтування відповідних рішень, критеріїв та раціональної області використання тих чи інших способів підтримання експлуатаційного стану виробок, що неможливо виконати з достатньою достовірністю без попереднього проведення комплексного аналізу теоретичної бази та практичного досвіду [1].

Удалим критерієм, що характеризує гірничо-геологічні умови і визначає якісні й кількісні показники геомеханічних процесів, що відбуваються у масиві, є безрозмірний параметр Ю.З. Заславського – $\gamma H/R_c$, як відношення напружень у непорушеному масиві до міцності порід, де γ – об'ємна вага порід, H – глибина розробки, R_c – міцність масиву на одновісьовий стиск. Цей параметр у різних модифікаціях використовується для оцінки різноманітних геомеханічних ситуацій більшістю дослідників. Це співвідношення є досить об'єктивною величиною, що визначає складність забезпечення стійкості підземних виробок і добре підтверджується практичними спостереженнями [2].

Узагальнення та результати досліджень О.М. Шашенка, О.О. Сдвижкової, О.В. Солодянкіна, А.М. Роєнка та ін. дозволяють використовувати величину, що є зворотною показнику Ю.З. Заславського – комплексний показник умов розробки: $\theta = R_c k_c / \gamma H$, де k_c – коефіцієнт структурного послаблення. Як показує існуючий досвід, цей показник добре корелює з поняттям «великі глибини розробки», для яких характерні значні погіршення стану виробок.

Одним із головних факторів, що визначає ритмічність, ефективність і безпеку робіт шахти, є задовільний стан капітальних і підготовчих виробок. При цьому основним способом забезпечення стійкості виробок вугільних шахт є зведення кріплення. Найбільш поширеним видом кріплення на шахтах України є металеве аркове податливе кріплення зі спецпрофілю, обсяг використання якого сягає 95 %. Аналіз стану протяжних виробок вугільних шахт, а також витрат, пов'язаних з їх підтриманням і ремонтом (рис. 2), показує, що найбільш вагомим фактором при підтриманні виробок в експлуатаційному стані є зміщення породного контуру, які суттєво зростають у результаті впливу несиметричних навантажень на рамне кріплення.

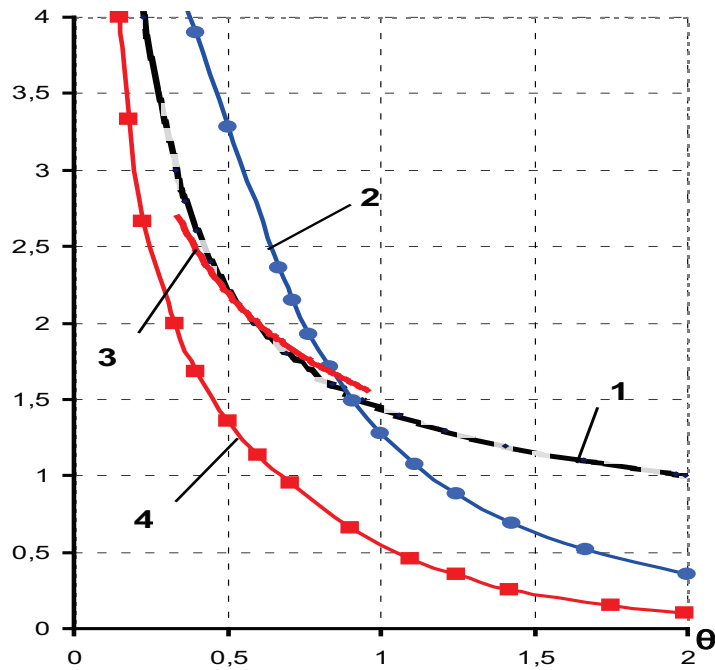


Рисунок 2 – Залежність геомеханічних та експлуатаційних показників від θ :
 1 – розміри ЗНД; 2 – можливість здимання порід; 3 – частота вивалоутворення;
 4 – вартість підтримання 1 п.м. $C_{рам}/C_{пр}$ [3]

Як показують численні дослідження, виникнення несиметричного навантаження на рамне кріплення обумовлено:

1. Невідповідністю традиційних конструкцій металокріплення широкому спектру гірничо-геологічних умов та розбіжністю напрямів податливості постійного кріплення з переважаючими зміщеннями породного контуру (рис. 3). Формування несиметричного навантаження може відбуватися у вигляді складкоутворення в породах приконтурної частині масиву, що призводить до локального впливу на кріплення, напрямом якого перпендикулярно нашаруванню порід. Односторонній вплив зовнішнього навантаження відчуває також кріплення зближених виробок, сполучень та заокруглень, про що свідчать численні натурні спостереження.



Рисунок 3 – Приклад деформації кріплення протяжної гірничої виробки внаслідок дії підвищеного несиметричного гірського тиску

2. Проявами нових форм гірського тиску на глибинах 800-1300 м, при яких традиційне кріплення не забезпечує належну протидію породам, що зміщуються у виробку, і викликає їх позамежні деформації (рис. 4).

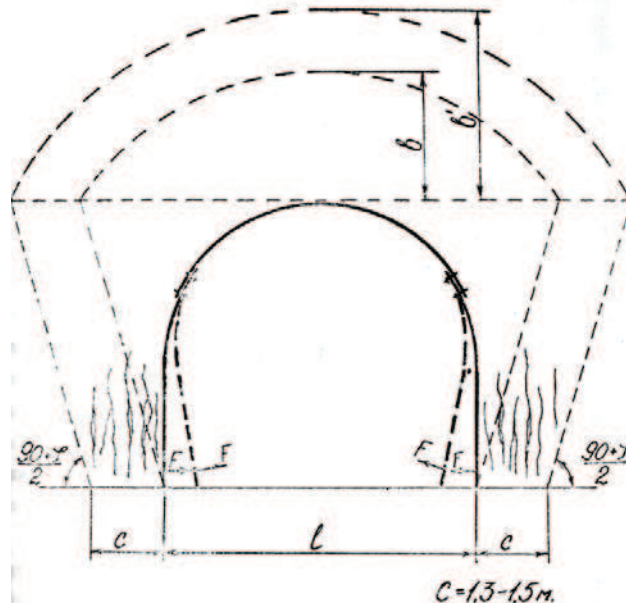


Рисунок 4 – Схема виникнення підвищеного склепіння руйнування порід

3. Послабленням вугленосної товщі під дією геомеханічних процесів, зокрема водонасиченням. При цьому навіть незначне зволоження оточуючих виробку порід спільно з природною тріщинуватістю (рис. 5) призводить до утворення в приконтурному масиві пластичної зони, якій не властиві несучі властивості, а бере участь лише в передачі зовнішніх навантажень і їх перерозподілу, внаслідок чого утворюється техногенна структура, що формує нерівномірне навантаження на кріплення рам постійного кріплення [4].

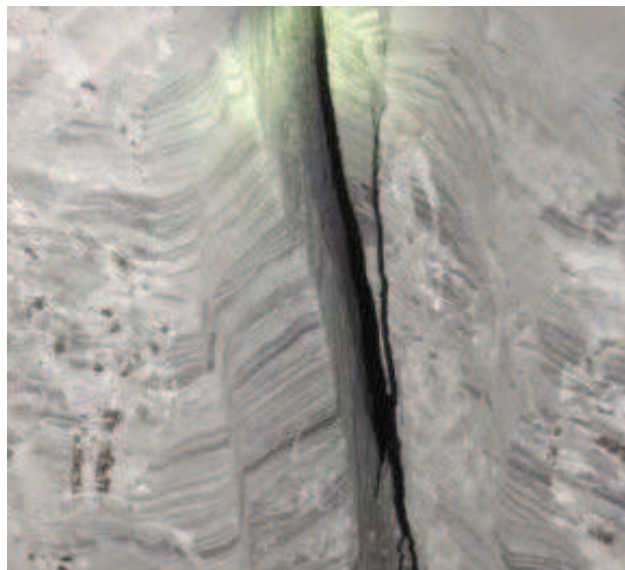


Рисунок 5 – Приклад магістральної тріщини у вибої виробки

4. Орієнтацією та розташуванням виробки відносно фронту очисних робіт.

Нормативні документи, що визначають просторово-планувальні параметри суміжних виробок із метою виключення їх взаємовпливу, рекомендують розташовувати їх на відстані не менше трьох-п'яти діаметрів, однак, в умовах великої глибини розробки, такі виробки можуть впливати на значно більшу відстань, що не завжди враховується.

5. Вивалоутворенням (рис. 6). Як відомо, навантаження на кріплення формуються в результаті спільної взаємодії зміщень порід в утвореній навколо виробки ЗНД і ваги відокремленого в межах ЗНД стовпа зруйнованих порід над склепінням виробки. Як правило, повного відділення зруйнованих порід не відбувається в наслідку чого і утворюється вивал.



Рисунок 6 – Приклад вивалоутворення в підготовчій виробці

Як показує аналіз, існуючі способи і засоби забезпечення стійкості виявляються в багатьох випадках недостатніми. У зв'язку з цим на підтримку виробок в експлуатаційному стані відволікаються значні матеріально-трудові ресурси. Все це створює передумови до переосмислення існуючих підходів забезпечення стійкості протяжних виробок, зокрема при використанні металевого кріплення.

Однією з характерних особливостей роботи кріплення в умовах несиметричного навантаження є поява значних горизонтальних зміщень порід, що вимагає відповідних змін у конструкції кріплення. У зв'язку із цим, розроблено спеціальне кріплення з податливістю в горизонтальному і вертикальному напрямку – кріплення КПК (ДонВУГІ) – для виробок крутих пластів, що проводяться по простяганню; кріплення спрямованої податливості АПК-3 (ДПІ) із додатковим вузлом податливості у верхняці. Дані технічні рішення дозволяють значно підвищити несучу здатність кріплення – у 2-2,5 рази по відношенню до традиційного аркового.

Ще одним із механізмів забезпечення довготривалої працездатності кріплення при несиметричних навантаженнях є управління його податливістю відповідно до формування асиметричного навантаження.

У роботі [5] наведено конструкцію компенсаційного вузла аркового кріплення з різною податливістю, який складається з П-подібних скоб, пластинок і гайок, вузла податливості ЗСД конструкції ДонВУГІ, вузла піддатливості ЗПК конструкції НДІОГР і КузНДУН. Монтаж даної конструкції на раму арочного

кріплення дозволяє уповільнити процес спрацьовування замку податливості з боку переважаючих великих навантажень і включити в роботу замок ЗСД без «гальма» з боку менших навантажень. У результаті одночасної роботи обох вузлів податливості арокне кріплення більш рівномірно сприймає несиметричне навантаження, що позитивно позначиться на загальній стійкості виробки.

Іншим методом із мінімізації шкідливого впливу несиметричного навантаження є виконання складових елементів кріплення різної міцності. Конструкція представлена чотириланковим арочним кріпленням підвищеної несучої здатності із жорстко скріпленого здвоєного спецпрофілю в зоні перекріплення і стійок кріплення, виконаних зі звичайних одинарних спецпрофілів [6].

Упровадження переднапруженого елемента підсилення в конструкцію рами на ділянці прогнозованих деформацій профілю є ще одним досить поширеним засобом підвищення несучої здатності кріплення [7]. У роботі [8] описується метод, в якому як спосіб керування зусиллями, виникаючими в конструкції кріплення, використовується попередньо напружена металева стяжка, встановлена з певним регульованим опором.

Збільшення несучої здатності кріплення може досягатися також за допомогою анкерів, що взаємодіють безпосередньо із профілем кріплення, встановлених за допомогою жорсткого зв'язку, або через металеві смуги – при встановленні їх між рамами кріплення.

ВИСНОВКИ. Таким чином, з одного боку, в питанні забезпечення несучої здатності металокріплення при несиметричному навантаженні існує значна база дієвих способів, але з іншого, як показують дані про ремонтні роботи, цього недостатньо для вирішення проблеми тривалої стійкості гірничотехнічних об'єктів, що може бути пов'язано з тим, що одні способи виявляються неефективними в умовах підвищення глибини розробки, а інші – технологічно складні в реалізації і вимагають додаткових фінансових витрат. Саме тому при розробці і вдосконаленні засобів забезпечення стійкості протяжних гірничих виробок необхідно орієнтуватися на економічну складову при дотриманні необхідних умов безпеки праці.

Серед таких способів управління гірським тиском є зміна схеми завантаження шляхом програми зосередженого навантаження в певних точках кріплення, використання кріплення змінної жорсткості, інвентарних елементів посилення кріплення, анкерування породного масиву, тощо. Розробка порівняно недорогих, простих у реалізації і ефективних в умовах великих глибин розробки, способів підвищення стійкості рамного металевих кріплення є актуальною науково-технічною задачею, важливою для народного господарства України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Халимендик О.В. Обґрунтування способу підвищення стійкості капітальних виробок в умовах великих зміщень породного контуру: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.04. – Дніпропетровськ, 2012. – 189 с.
2. Шашенко О.М. Стійкість підземних виробок в неоднорідному породному масиві: дис. ... докт. техн. наук: 05.15.04.; 05.15.11 / Шашенко Олександр Миколайович. – Дніпропетровськ, 1988. – 507 с.

3. Солодянкин А.В. Геомеханические модели в системе геомониторинга глубоких угольных шахт и способы обеспечения устойчивости выработок: дис. ... докт. техн. наук: 05.15.04., 05.15.09. – Днепропетровск, 2009. – 426 с.

4. Тулуб С.Б., Татаринов А.А., Костогриз В.І. Вибір раціональних конструктивних параметрів рамних кріплень для умов шахт Західного Донбасу // Науковий вісник НГА України.–1998. – № 2. – 204с.

5. Халемендик Ю.М., Александров С.М., Вишневський В.В. Замкові з'єднання посилення конструкції для підвищення стійкості гірничих виробок // Вугілля України. – 2007. – № 2. – С.16–19.

6. Генин М.С. Способи зміцнення гірського масиву навколо виробки // Вугілля.– 1983. – № 12. – С. 16–18.

7. Гайко Г.І. Обґрунтування способу і параметрів посилення аркової кріплення підготовчих виробок: автореф ... дис. канд. техн. наук. – Донецьк, 1995. – 20 с.

8. Литвинський Г.Г., Троян В.Д. Дослідження резервів підвищення несучої здатності металевого аркового кріплення // Технологія видобутку вугілля підземним способом. – 1976. – № 12. – С. 38–39.

WAYS OF MAINTENANCE PROLONGED SUSTAINABILITY OF LONG MINE WORKINGS IN CONDITIONS UNBALANCED LOADS WHEN USING METAL SUPPORT SPACEFRAME

O. Khalimendik, G. Storchak, O. Khalimendik, V. Pustoviy

State Higher Education Institution "National Mining University"

prosp. K. Marks, 19, Dnipropetrovs'k, 49027, Ukraine.

E-mail: xalim_gs@mail.ru, gkeb_storchak@ukr.net

Results of stability studies of long the workings coal mines received. Criteria assessment of the status workings justified. Analysis and generalization of way to ensure the stability of mine workings in unbalanced load carried

Key words: mine workings metal support, the offset circuit, unbalanced load

REFERENCES

1. Khalimendik, O.V. Substantiation of stability increase method for capital workings in large displacements of rock contour: Dis. ... Candidate. Sc. Sciences: 05.15.04. – Dnepropetrovsk, 2012. – 189 p.

2. Shashenko, A.M. Stability of underground workings in a heterogeneous rock mass: Dis. ... Dr. Techn. Sciences: 05.15.04; 05.15.11. – Kiev, 1988. – 507 p.

3. Solodyankin, A.V. Geomechanical model of the system geomonitoring deep coal mines and ways to ensure the sustainability of developments: Dis. ... Dr. Tehn. Sciences: 05.15.04, 05.15.09. – Dnipropetrovsk. – 2009. – 426 p.

4. Trunk, S.B., Tatarinov, A.A., and Kostogriz, V.I. (1998), "Choice of rational design parameters frame mounts for the mine in Western Donbass" *Scientific Bulletin of the NSA of Ukraine*, № 2.

5. Halemendyk, J.M., Aleksandrov, S.M., and Vishnevsky, V.V. (2007), "Castle strengthen the connection design for increased resistance mining", *Coal Ukraine*, no. 2, pp. 16-19.

6. Genin, M.C. (1983), "Ways to strengthen the rock mass around the excavation", *Coal*, no. 12, p.p. 16-18.

7. Gaiko, G.I. (1995), "Justification of the method and parameters increased arch attachment development workings", Thesis abstract for Cand. Tehn. Sc., Donetsk, Ukraine.

8. Litvinsky, G.G. and Troyan, V.D. (1976), "Research reserves increase carrying capacity metal fasteners arch", *Technology of coal underground*, no. 12, p.p. 38-39.

Стаття надійшла 6.11.2013.