

УДК 622.261.5

Р.М. Терешук, С.М. Гапєєв, О.М. Терешук

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРІВ ВИРОБКИ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПОРОДНОГО МАСИВУ

У статті наведені результати натурних шахтних досліджень за проявами гірського тиску у протяжній виробці, закріпленій різними типорозмірами кріплення. Показано, що збільшення площі перерізу виробки (використання більшого типорозміру кріплення) позитивно впливає на її стан.

В статье приведены результаты натурных шахтных наблюдений в протяженной выработке, закрепленной разными типоразмерами крепи. Показано, что увеличение площади поперечного сечения выработки (применение большего типоразмера крепи) положительно сказывается на ее состоянии.

In paper results of natural observations in a mine working, timbered by different standard sizes of a mining support, are described. It is shown, that the magnification of cross-sectional area of a mine working positively affects to her state.

**Вступ.** У загальному комплексі робіт, пов'язаних із добуванням корисних копалин підземним способом, важливе місце займає кріплення й підтримка капітальних і підготовчих виробок.

Досвід розробки вугільних родовищ показує, що у зв'язку з погіршенням гірничо-геологічних умов і збільшенням протяжності підтримуваних гірничих виробок їх експлуатаційний стан протягом терміну служби у ряді випадків не можна забезпечити через відсутність достовірних даних про очікувані переміщення порід, про навантаження на кріплення й інші чинники, що впливають, тому виробки іноді доводиться ремонтувати 2-3 рази. Разом із тим, мають місце випадки, коли при проведенні гірничих виробок встановлюється кріплення із завищеним запасом міцності, що призводить до зайвих витрат праці, до нерациональної витрати кріпильних матеріалів.

Основними гірничо-геологічними чинниками, що впливають на стійкість підготовчих виробок, є: літологічний склад, потужність і фізико-механічні властивості порід безпосередньої і основної покривель і підшви пласта; глибина розташування виробки від земної поверхні; потужність і кут падіння пласта.

Основні гірничотехнічні чинники – спосіб проведення виробки; розмір і форма перерізу виробки; несуча здатність, податливість і щільність кріплення; положення виробки по відношенню до очисних робіт; спосіб охорони виробки, що пов'язаний із системою розробки; термін служби виробки.

У виробках, на які не впливають очисні роботи, переміщення порід знаходяться в прямій залежності від розміру поперечного перерізу виробки [1]. За інших рівних умов збільшення площі поперечного перерізу виробки призводить до збільшення переміщень порід.

К. Влаховський [2] вважає, що зі збільшенням ширини виробки збільшується і напружений стан порід підшви, але сили, які прагнуть видавити породи підшви, при збільшенні ширини виробки збільшуються непропорційно роботі, яка потрібна для під-

няття порід. Тому збільшення ширини виробки спричиняє зменшення здимання підшви, на що вказують П.В. Леонов та Н.В. Підйомщиков.

Згідно з роботою [3] в капітальних і підготовчих виробках зі збільшенням ширини виробки швидкість і величина здимання підшви збільшується.

Спостереження Г.Г. Литвинського показують, що переміщення порід зростають в 1,1-3,1 разу зі збільшенням ширини виробки залежно від міцності порід, глибини розробки та несучої здатності кріплення.

За даними роботи [4], коефіцієнт впливу площі поперечного перерізу на величину переміщення порід у виробці пропорційний кореню квадратному із відношення величин для досліджуваної виробки та типової виробки, перерізом 8 м<sup>2</sup>. Збільшення площі поперечного перерізу в 2 рази, за інших рівних умов, призводить до збільшення переміщення порід в 1,4 разу.

Таким чином, у науковому середовищі немає єдиної думки щодо характеру впливу площі перерізу виробки на характер розвитку геомеханічних процесів у масиві порід навколо неї, тому спостереження за поведінкою порід при зміні перерізу виробки є цікавою і актуальною роботою.

**Мета роботи** – визначення характеру поведінки гірського масиву навколо підготовчої виробки при використанні різних типорозмірів кріплення в конкретних гірничо-геологічних умовах.

**Матеріали і результати досліджень.** На шахті ім. Героїв Космосу однією з основних проблем підтримання виробки в робочому стані є значні переміщення як порід підшви, так і покривлі. Кількість виробок, в яких стан кріплення не відповідає проектному (паспортному), становить більш ніж половину від усіх, що підтримуються. Вирішення даної проблеми присвячено багато досліджень, результати яких показали, що найбільш ефективним напрямом забезпечення стійкості виробок є збалансоване урахування геомеханічних, деформаційно-силових параметрів охоронних конструкцій та технологічних чинників.

Спорудження і підтримування гірничих виробок на шахті здійснюється в дуже важких умовах. Гірські породи, які мають низьку міцність, слабку стійкість, втрачають міцність при насиченні їх водою, схильні до здимання, а також мають низьку геологічних порушень – всі ці чинники повною мірою відображаються на стані протяжних виробок. У більшості підготовчих виробок ще до уведення їх в експлуатацію виконується часткове перекріплення та підривання порід підшоши на величину до 800 мм.

У 2005-2006 рр. при проведенні 951-го бортового штреку пласта  $C_9$  шахти ім. Героїв Космосу проводилися експериментальні роботи, які пов'язані зі зміною поперечного перерізу виробки; паралельно вирішувалося завдання щодо дослідження впливу цього заходу на інтенсивність переміщення порід у виробці. Виробка проводилася по пласту  $C_9$  (рис. 1) за допомогою прохідницького комбайна ІГПКС. Спочатку в штреку застосовувалося кріплення КШПУ-14,4 із кроком 0,8 м (до 16-го пікету), надалі кріплення виробки проводилося КШПУ-11,7 із кроком 0,8 м.

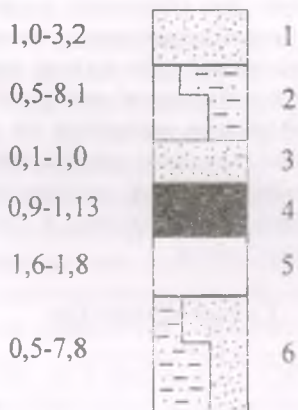


Рис. 1. Структурна колонка пласта  $C_9$ : 1 – пісковик; 2 – аргіліт або алевроліт; 3 – пісковик; 4 – вугілля; 5 – аргіліт; 6 – алевроліт або пісковик

Аналіз гірничо-геологічних умов розробки і властивостей порід показує, що виробка, в якій проводилося дослідження, знаходиться в достатньо складних умовах експлуатації: середня глибина ведення робіт, слабкі породи, що вміщують, наявність розвиненої мережі дрібних тектонічних порушень і тектонічних зон негативно позначається на її стані. До цього слід додати вплив очисних робіт, які суттєво ускладнюють підтримування виробки в експлуатаційному стані.

Найбільш надійним інструментом отримання вихідних даних для оцінки характеру і механізму проявів гірського тиску, критерієм перевірки аналітичних рішень і базою розробки інженерних розрахункових методів є шахтні вимірювання.

Інструментальні спостереження за проявом гірського тиску дозволяють одержати найбільш достовірну і повну інформацію про його поведінку, встановити основні закономірності процесу переміщення порідного контуру; утворення, формування та

просторового положення зони порушених порід залежно від їх міцності, кута падіння, глибини розробки, напряму проведення виробки, її форми та розмірів, частоти перешарування порід, різного літологічного складу, наявності очисних робіт та інших чинників.

При інструментальних маркшейдерських дослідженнях за допомогою замірних станцій (рис. 2), які встановлювалися відповідно до прийнятої методики на відстані 9...11 м від вибою, фіксувалися переміщення покрівлі  $\Delta h_1$ , підшоши  $\Delta h_2$  і ширина виробки  $b$  на висоті 1,8 м на ділянках виробки із різною площею поперечного перерізу й типорозміром кріплення. Результати вимірів на ділянці з кріпленням КШПУ-11,7 наведені на рис. 3, а на ділянці з кріпленням КШПУ-14,4 – на рис. 4.

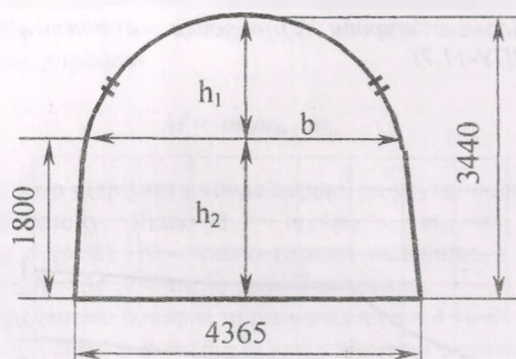


Рис. 2. Конструкція замірної станції

На рис. 3 і 4 показано, що величина підняття підшоши на момент закінчення спостережень (77-а доба) на першій ділянці виробки (пікет №24 із кріпленням КШПУ-11,7) склала 689 мм, а на другій ділянці (пікет №16 із кріпленням КШПУ-14,4) – 342 мм.

На першій ділянці (пікет №24) процес здимання найінтенсивніше розвивався в перші 14 діб, при цьому швидкість зміщення порід підшоши дорівнювала 30,0 мм/добу. Надалі спостерігалось незначне згасання інтенсивності здимання і в період 14-77 доба спостережень середня швидкість зміщення порід підшоши склала 4,5 мм/добу.

На другій ділянці (пікет №16) найбільш інтенсивний період розвитку здимання – перші 18 діб, при цьому швидкість здимання склала 15,9 мм/добу, що практично в два рази менше аналогічного показника на першій ділянці. В період 18-77 доба інтенсивність здимання стабілізувалася і розвивалася із швидкістю 0,95 мм/добу, що в 4,7 рази нижче, ніж швидкість переміщення підшоши в аналогічний період на пікеті №24.

Зафіксоване за період спостережень опускання покрівлі склало 53 мм і 45 мм відповідно на пікетах №24 та №16. При цьому швидкість переміщення покрівлі на першій ділянці (КШПУ-11,7) склала 4,2 мм/добу в період активного розвитку здимання і 0,45 мм/добу – в подальший період спостережень. На другій ділянці (КШПУ-14,4) швидкості переміщення порід покрівлі склали відповідно 1,4 мм/добу і 0,35 мм/добу.

Зменшення ширини виробки на пікеті №24 – 146 мм, а на пікеті №16 – 124 мм. Вказані величини отримані на 77-у добу спостережень.

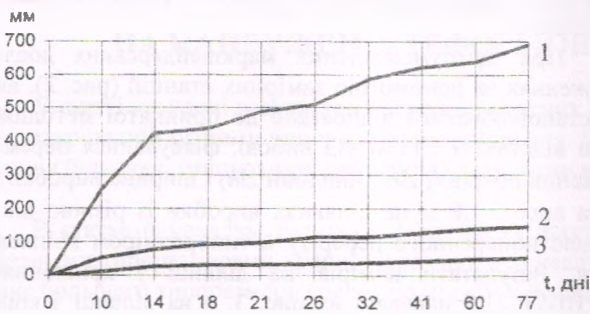


Рис. 3. Величини переміщення підшови (1), покрівлі (3) і зміна ширини (2) виробки на пікеті № 24 (КШПУ-11,7)

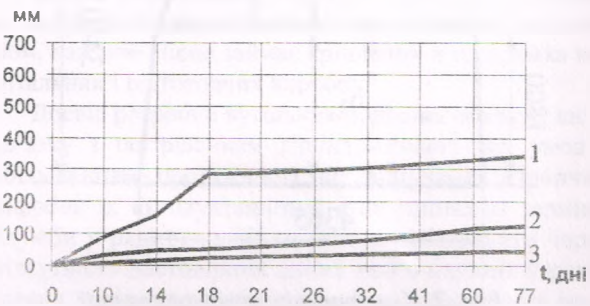


Рис. 4. Величини переміщення підшови (1), покрівлі (3) і зміна ширини (2) виробки на пікеті № 16 (КШПУ-14,4)

На момент уведення виробки в експлуатацію переміщення підшови та покрівлі на пікеті № 24 склали 980 і 86 мм відповідно. На пікеті № 16 зафіксовані величини – 392 і 72 мм відповідно, що в 2,5 і 1,2 разу менше, ніж ті, що спостерігалися на пікеті №24 (КШПУ-11,7).

Крім того, після проведення виробки на всю довжину на ділянці виробки із КШПУ-11,7 (пікет №24) виконувалося часткове перекріплення та підривання підшови глибиною 600-800 мм.

Таким чином, застосування в 951-му бортовому штреку пласта С<sub>9</sub> шахти ім. Героїв Космосу кріплення КШПУ-14,4 замість КШПУ-11,7 дозволило знизити величину та інтенсивність здимання порід підшови та забезпечити практично безремонтну підтримку цієї виробки до введення її в експлуатацію. Застосування вказаних заходів привело до зниження швидкості переміщення підшови у виробці в перші дні в 3,4 разу, в подальшому – в 1,6 разу, а також позитивно, хоча й не значною мірою, вплинуло на величини переміщення покрівлі та ширини виробки.

### Висновки

Результати експериментальних досліджень показали високу ефективність застосування кріплення більшого типорозміру, проте розробляти паспорти кріплення для аналогічних умов необхідно раціональніше, оскільки надмірний запас міцності конструкції веде до перевитрати трудових та матеріальних витрат і є резервом ресурсозбереження при спорудженні гірничих виробок. Для визначення раціональних параметрів кріплення в аналогічних умовах необхідно надалі додатково виконувати шахтні дослідження, а також проводити лабораторні дослідження із застосуванням еквівалентних матеріалів та математичне моделювання, оскільки лише комплексний підхід дозволить прийняти найбільш раціональний варіант відповідного паспорту кріплення, а також оцінити ефективність його роботи.

### Список літератури

1. Каретников В.Н., Клейменов В.Б., Нуждихин А.Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок: Справочник. – М.: Недра, 1989. – 571 с.
2. Vlachovsky K. Mechanismus rastenia Spodkov. – Uhli. – 1958. – № 5.
3. Глушко В.Т. Проявления горного давления в глубоких шахтах. – К.: Наукова думка, 1971. – 196 с.
4. Горное давление в подготовительных выработках угольных шахт / И.Л. Давыдович, Н.П. Бажин, Ю.П. Коренной и др. – М.: Недра, 1971.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.М. Шашенком 25.12.06