

в расчетах параметров гидроимпульсного воздействия при гидрорыхлении выбросоопасных угольных пластов в значительной мере повышает надежность способа и уровень безопасности ведения горных работ.

При этом установление адекватных значений углов внутреннего и внешнего трения угля позволяет более достоверно рассчитывать давление гидроотжима, которое является граничным условием при определении предельного состояния краевой части выбросоопасного угольного пласта, для различных глубин герметизации скважин. А применение гидроимпульсного воздействия обеспечивает равномерность обработки угольного пласта по всей его мощности.

Список литературы

1. Правила ведения горных работ на пластах склонных к газодинамическим явлениям. - К.: Минуглепром Украины, 2005. - 224 с.
2. Теоретические основы гидроотжима и гидрорыхления на угольных шахтах / А.А. Борисенко. - М.: «Наука», 1986. - 114 с.
3. Барон Л.И. Характеристики трения горных пород. - М.: Наука, 1967. - 207с.
4. Капранов И.В. Теоретическая механика: Ч.1. Статика: Учеб. пособ. - М.: РГОТУПС, 2001. - 81 с.
5. Порпевский А.К., Катков Г.А. Основы физики горных пород, геомеханики и управления состоянием массива. М.: Московский гос. открытый ун-т, 2004. - 120с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бойком В.О.
Надійшла до редакції 20.06.11*

УДК 622.833.5

© Є.В. Тимошенко

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУ СТАНУ ПОРІД ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ ВИЙМАННІ ТОНКИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

В статті представлені результати моделювання та прогноз стану порід при високій швидкості посування очисного вибою при вийманні тонких вугільних пластів в умовах ПАТ «Шахтоуправління «Покровське».

В статті представлені результати моделювання та прогнозу стану порід при високій швидкості подвигання очисного забоя при виемке тонких угольних пластів в умовах ПАО «Шахтоуправление «Покровское».

The results of modeling and forecasting the state of rock at high speed longwall advance excavation at thin coal seams in the PJSC "Shahtoupravlenie" Pokrovskoe" are described.

Вступ. Швидкість посування очисного вибою є одним з визначальних параметрів, які впливають на обсяги видобування вугілля за певний проміжок часу. Фактично, досить складно сьогодні досягти максимальних швидкостей, при яких релаксації гірського масиву перевищували б стійкість порід основної покрівлі та інших верхніх шарів жорсткості, що призводило б до миттєвих розвантажень накопичених напружень і динамічних переміщень зависаючих порід покрівлі. Відомі випадки, коли такі явища виникали на пластах з тяжкообвалювальними покрівлями. Вони супроводжувалися переміщеннями великих пород-

них мас, повітряними ударами, посадками кріплення механізованих комплексів «на жорстко». Причому нерідко проходило деформування стійок секцій, і виникали нещасні випадки з обслуговуючим персоналом в лаві. Слід зазначити, що питання управління станом гірничого масиву при високих швидкостях посування очисного вибою є недостатньо вивченим, і вимагає уточнення.

Метою дослідження є визначення впливу швидкості посування очисного вибою на прояв гірського тиску в лаві та визначення діапазону збільшення або зменшення швидкості посування для оптимальної роботи очисного вибою.

Основна частина. Дослідження напружено-деформованого стану масиву гірських порід при високій швидкості посування очисного вибою проводились на ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» [1]. Нижче приведена характеристика ділянок родовища, в умовах яких були проведені дослідження.

3 та 4 північні лави центральної панелі блоку 8 розташовані в північній частині шахтного поля. Очисні роботи будуть вестися за простяганням пласта. Спосіб управління покрівлею - повне обвалення.

Вугільний пласт на ділянці ведення гірничих робіт має просту будову. Геологічна потужність коливається від 0,8 м до 1,43 м. Середня потужність по виймальному стовпу - 0,88 м.

При проходженні гірничих виробок були зустрінуті тектонічні порушення. В інтервалі ПК 128 - ПК 133 за 3 північному конвеєрному штреку центральної панелі блоку 8 було зустрінуте розщеплення вугільного пласта на дві пачки потужністю 0,3 - 0,46 м, розділених пачкою пісковика потужністю 0,4 - 0,9 м. Всі зони геологічних порушень можуть супроводжуватися підвищеною метанообільністю і обводненістю вміщуючих порід, нестійкістю і схильністю до обвалення.

Обводненість лави буде пов'язана з двома водоносними горизонтами, пісковиками d_3Sd_4 і $d_4Sd_4^1$, залягають в підшві та покрівлі. Очікуваний приплив води по виймальному стовпу 8 - 10 м³/год. Збільшення припливу до 10 - 15 м³/год може відбутися після посадки основної покрівлі. Скупчення води по штреку буде відбуватися в місцях зниженого профілю, де проводиться облаштування водозбірників. Очисні роботи в зонах бар'єрних ціликів під розвідувальними свердловинами № 3145 і № 3453 вести згідно розроблених заходів. Води, що формуються в гірничих виробках, хлоридно - натрієвого типу з мінералізацією 16,5 - 28,3 г/л, жорсткі сильно агресивні до сталевих конструкцій.

При відпрацюванні лави первинна посадка основної покрівлі відбудеться через 70 метрів. Крок періодичної посадки основної покрівлі - 10 - 15 метрів, безпосередньої покрівлі - 1 - 3 м.

Природна газонасність вугільного пласта становить 15 - 20 м³/т.с.б.м. Підвищене виділення метану може відбуватися з пласта в зонах тектонічних порушень і підвищеної тріщинуватості, з пісковиків, що залягають в покрівлі і підшві, з пластів - супутників d_4^1 і d_4^2 , які залягають на відстані 6,3 - 14,8 м і 16,9 - 31,5 м відповідно.

Вугільний пласт на площі виймальної ділянки є небезпечний за раптови-ми викидами вугілля і газу, пісковики є викидонебезпечності. Вугільний пласт є

небезпечним по пилу, не схильний до самозаймання. Лава не небезпечна за раптовими проривами метану з підшви пласта.

Середній вміст SiO_2 у вміщуючих породах: алевроліти - 34%, пісковики - 58%. Температура порід - 27,9 °С.

Для виконання статистичної обробки даних роботи очисного вибою з метою визначення навантажень на секції механізованого комплексу при високій швидкості посування лави, за допомогою управляючих приладів РМС®-R в результаті проведених спостережень були отримані наступні показники:

R – радіус форми дуги лінії очисного вибою, град;

$V_{\text{п}}$ – швидкість посування очисного вибою за зміну, м/зм;

$l_{\text{в.л.}}$ – довжина відходу очисного вибою від монтажного хідника (розрізної печі), м;

r_c – товщина стружки, мм;

V_c – швидкість подачі струга, м/хв.

З даних гірничо-геологічного прогнозу відпрацювання очисних вибоїв, що обладнані струговим комплексом BUCYRUS DBT:

m – виймальна потужність пласта, м (Дані щодо цього показника отримувались щодобово, впродовж проведення шахтних досліджень від фахівців відділу технічного контролю);

$h_{\text{ш.б.п}}$ – потужність шару порід безпосередньої покрівлі, м;

$\sigma_{\text{ш.б.п}}$ – межа міцності на стиск порід безпосередньої покрівлі, 10^5 МПа;

$h_{\text{ш.о.п}}$ – потужність шару порід основної покрівлі, м;

$\sigma_{\text{ш.о.п}}$ – межа міцності на стиск порід основної покрівлі, 10^5 МПа.

За допомогою програмного забезпечення для ПЕОМ, розробленого на базі методу групового обліку аргументів виконуємо розрахунок навантажень на секції механізованого комплексу [2].

Це необхідно для порівняння з реальними показниками навантажень на секції механізованого комплексу та визначення ступені збіжності отриманих результатів.

В результаті виконаних обчислень навантажень на секції механізованого комплексу визначено, що ступінь збіжності розрахованих показників з реальними складає $\varepsilon = 8,79\%$, причому залежність буде мати вигляд:

$$P = K_1 x_4 + K_2 x_5 x_6 - K_3 x_2 x_9 - K_4 x_3 x_4$$

де K_1 – коефіцієнт просторового розташування очисного вибою;

K_2 – коефіцієнт геологічної будови;

K_3 – геомеханіко-технологічний коефіцієнт;

K_4 – технологічні коефіцієнти;

x_2 – радіус форми дуги лінії очисного вибою, град;

x_3 – швидкість посування очисного вибою за зміну, м/зм;

x_4 – довжина відходу очисного вибою від монтажного хідника (розрізної печі), м;

x_5 – виймальна потужність пласта, м;

x_6 – потужність шару порід безпосередньої покрівлі, м;
 x_9 – межа міцності на стиск порід основної покрівлі, 10^5 МПа.

Для умов досліджуваних ділянок в умовах ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» значення коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 , K_4 будуть такими: $K_1 = 47,15$; $K_2 = 26,9$; $K_3 = 0,002$; $K_4 = 0,59$.

Враховуючи припущення наведені у роботі [2] було встановлено, що для досліджуваних гірничого-геологічних умов можна знехтувати наступними параметрами, котрі не приведуть до зниження достовірності моделювання: місце проведення вимірів, межа міцності на стискання порід безпосередньої покрівлі, потужність основної покрівлі.

З іншого боку визначальними будуть фактори, котрі визначають навантаження на привибійне кріплення.

Радіус дуги очисного вибою має максимально відповідати встановленим паспортним параметрам виймальної ділянки. Незначна варіація цього параметру приводить до адекватного збільшення навантаження з боку бічних порід. Причому спостерігаються не лише підвищені обвалення порід покрівлі, але значно збільшується піднесення підошви.

Окремо негативним наслідком є відхилення радіуса дуги лави у поєднанні із іншими визначальними параметрами. Особливо це відчувається при не стабільному посуванні очисного вибою. Доведено, що підвищення швидкості руху лави призводить до зависання порід покрівлі, і концентрування напружень масиву. З одного боку це приводить до зниження навантаження на секції механізованого кріплення стругового комплексу, проте не повна релаксація напружень приводить до їх накопичення, що може мати негативні наслідки. Динамічні розвантаження покрівлі у вигляді опускань плитами значної площі викликає не лише посадку секцій кріплення на «жорстко», але може мати негативні наслідки у вигляді повітряних ударів. Відомі випадки коли такі вивільнення енергії приводили до деформації гірничого обладнання та травматизму обслуговуючого персоналу.

Довжина відходу очисного вибою від монтажного хідника (розрізної печі), у нашому випадку має дуже важливе значення. Проведені заміри переконливо доказують на існування так званого «квадрату напружень» у струговому вибої. Чітко спостерігалися підвищені переміщення бічних порід на межах кроку опускання безпосередньої та основної покрівлі. Причому, ці параметри були рознесені у часі. Так крок посадки безпосередньої складає 1-3 м. Крок посадки основної покрівлі – 10-15 м.

До 7-8 опускання основної покрівлі заміри показували поступове збільшення величини переміщень бічних порід. Особливо рух порід покрівлі спостерігався при поєднанні кроку посадки основної та безпосередньої покрівлі. Ці значення тричі співпадали на пікетах ПК 150+8,7; ПК 150+5,3 та ПК 150+2,4 і виливалися у максимальних переміщеннях порід покрівлі. На відстані 70-90 м. при відході від монтажного хідника були виявлені максимальні деформаційні характеристики порід. Відповідно автор вважає, що саме на цій ділянці були максимальні прояви за принципом «квадратом напружень». Відповідно у даних

гірничо-геологічних умовах прояви гірського тиску значно відрізняються від класичної схеми «квадрату».

Автор дисертаційної роботи пояснює це тим, що дана зона також є границею розмиву і саме її вплив визначив максимальні переміщення покрівлі. Це зона характеризувалася зміною літологічної різниці порід покрівлі та подошви.

Наступним максимальними прояви гірського тиску визначалися на відстані 190,0 – 220,0 м відходу від розрізної печі. Після чого лава вийшла в зону стабільної напруженості з однаковими проявами деформацій масиву. Надалі відмінності у поведженні масиву спостерігалися у зонах зміни літологічної різниці порід (ПК 152+6 – ПК 152+6), плікативної та тектонічної порушеності (ПК 127 – 128).

Будова вугільного пласта в межах досліджуваних ділянок має просту будову. Середня потужність пласта по виймальному стовпу 0,95 – 1,17 м. Наявність зон тектонічних порушень, вугільного пласта по довжині виймального стовпа представлені у вигляді стоншення, або заміщення пласта породами покрівлі або подошви. Перехід таких зон механізованим комплексом потребують спеціальних заходів, призводить до зниження швидкості посування вибою та в свою чергу – до зниження напружень, аж до повної релаксації масиву.

Безпосередня покрівля представлена, переважно пісковиком. В зонах гірничо-геологічних порушень відбувається заміщення пісковіку алевролітом міцністю 3 – 6 за шкалою проф. Протод'яконова. При проведенні досліджень з ПК 160+3,0 по ПК 154+5,4 було виявлено порушення такого типу, що розповсюджувалося по довжині очисного вибою на 23 секції від сполуки з вентиляційним штреком (приблизно 40 м). В такому випадку при стабільному посуванні лінії вибою на даній дільниці спостерігалось обвалення порід покрівлі вслід за пересуванням секцій механізованого кріплення на даній ділянці (крок пересування секцій кріплення 0,65 м).

На основі отриманої залежності навантаження на секції механізованого кріплення від гірничо-геологічних та гірничотехнічних факторів визначимо межу підвищення інтенсивності відпрацювання тонких пологих вугільних пластів (підвищення швидкості посування) для конкретних гірничо-геологічних умов. Для цього очисний вибій (довжина 287 м) буде умовно поділений на 5 розрахункових точок: №1 – 10 м, №2 – 80 м, №3 – 150 м, №4 – 220 м, №5 – 280 м. Показники довжини відходу очисного вибою від монтажного хідника (розрізної печі) $l_{в.л}$ сталі та дорівнюють при радіусі форми дуги лінії очисного вибою $R = 30^\circ$, для 5 розрахункових точок: №1 – 79 м; №2 – 82 м; №3 – 83 м; №4 – 82 м; №4 – 80 м. виймальна потужність пласта m в цих точках буде дорівнювати 1,0; 0,9; 1,1; 0,8; 0,9 відповідно. Показники $h_{ш.б.п}$, $h_{ш.о.п}$, $\sigma_{ш.б.п}$, $\sigma_{ш.о.п}$ отримані з прогнозу гірничо-геологічних умов відпрацювання 4 північної лави центральної панелі блока 8 пласта d_4

Для розрахунку прогнозу навантажень на секції механізованого кріплення в формулі змінюємо швидкість посування очисного вибою (м/зм) в діапазоні від 0,0 м/зм до 5,0 м/зм, з кроком обчислення 0,2 м/зм. Результати розрахунків прогнозу навантажень приведені в графічному відображенні залежності зміни тиску на секції механізованого кріплення приведені на рис. 1, де k_1 – коефіці-

ент, що враховує гірничо-геологічну ситуацію досліджуваної ділянки; k_2 – коефіцієнт, що враховує гірничотехнічну ситуацію досліджуваної ділянки.

а) замірна станція №1



б) замірна станція №2

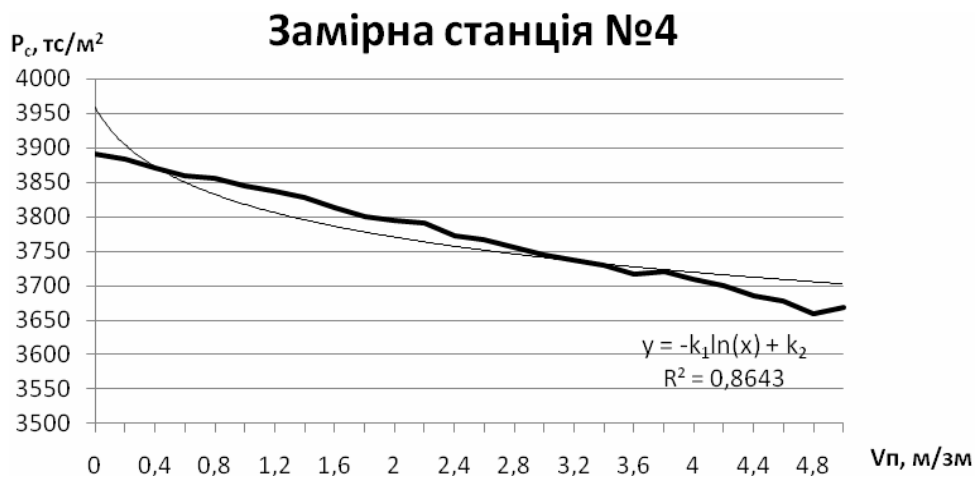


Рис. 1. Залежність зміни тиску на секції механізованого кріплення

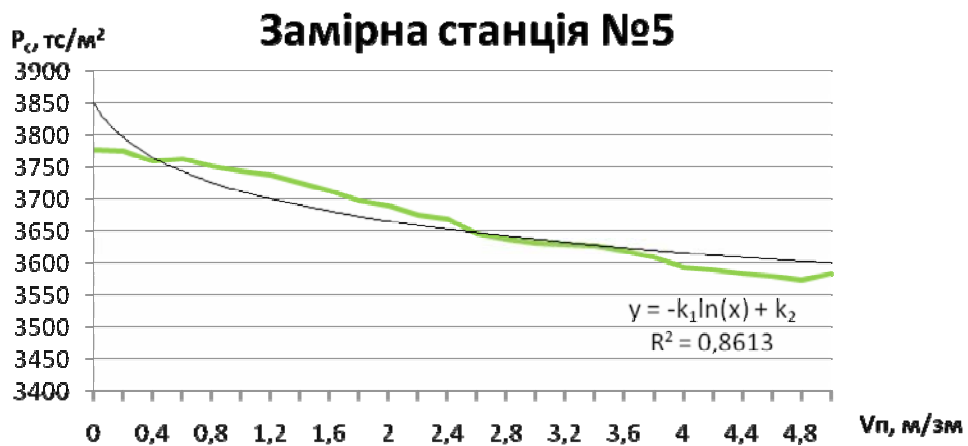
в) замірна станція №3



г) замірна станція №4



д) замірна станція №5



Продовження рис. 1.

Для даних гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов досліджуваної ділянки значення коефіцієнту k_1 буде коливатися в діапазоні $k_1 = 76,68 \dots 83,92$, а коефіцієнт $k_2 = 3849 \dots 4058,2$.

Висновки. Серед загального переліку факторів, що визначають навантаження на секції механізованого кріплення існують пріоритетні чинники. Вони суттєво переважають інші досліджувані параметри, що останніми можна знехтувати. У заданих гірничо-геологічних умовах до головуючих параметрів слід віднести: радіус форми дуги лінії очисного вибою, град; швидкість посування очисного вибою за зміну, м/зм; довжина відходу очисного вибою від монтажного хідника (розрізної печі), м; виймальна потужність пласта, м; потужність шару порід безпосередньої покрівлі, м; межа міцності на стиск порід основної покрівлі, 10^5 МПа.

При збільшенні швидкості посування очисного вибою напруженість гірського масиву (P , тс/м²) зі збіжністю, що перевищує 86% визначається за допомогою логарифмічної залежності зміною абсолютної величини швидкості посування очисного вибою (V , м/зм) та емпіричними коефіцієнтами (k_1 , k_2), що визначають гірничо-геологічну та гірничотехнічну ситуацію досліджуваної ділянки та напруженість масиву.

За допомогою такого математичного механізму можна з високим ступенем достовірності визначати гірничотехнічну ситуацію та вносити необхідні корективи у процес управління гірським масивом при комплексно-механізованому струговому вийманні тонких вугільних пластів.

Список літератури

1. Е.Н. Халимендиков, В.С. Теня, А.С. Янжула, Э.Г. Волков. Внедрение технологии струговой выемки угля на тонком пласте d_4 // Уголь Украины. – 2009. - №10. – с. 5-7
2. Р.О. Дичковський, В.В. Руських, Є.В. Тимошенко. До питання визначення напружень при високошвидкісному вийманні тонких вугільних пластів //Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2010. - №35, т.2.- С 225-234.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Бузилом В.І.
Надійшла до редакції 20.06.11*

УДК 622.23.054.54:519.6

©Анджей Кровяк

МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ РАВНОДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ НА РЕЗЦОВОЙ ГОЛОВКЕ УГОЛЬНОГО СТРУГА НА ОСНОВАНИИ ЗАМЕРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УГЛЯ

В данной статье представлен метод вычисления равнодействующей режущей силы на резцовой головке угольного струга, необходимой для добычи угля. Основанием для определения данной силы являются результаты замеров механических параметров угля, выполненных с помощью специально разработанного для этих целей прибора. Данный метод состоит из двух этапов, приближающих результат теоретических вычислений к фактическим эксплуатационным условиям.