

В.Ю. Медяник, А.В. Яворський

**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАКЛАДНОГО МАТЕРІАЛУ  
ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ОХОРОННИХ СМУГ ЗМІННОЇ  
ЖОРСТКОСТІ ПРИ КОМБІНОВАНІЙ СИСТЕМІ РОЗРОБКИ  
ПОЛОГИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ НА ВЕЛИКИХ ГЛИБИНАХ**

**DETERMINATION OF FILLING PARAMETERS FOR PROTECTIVE STRIPES  
OF VARIABLE RIGIDITY AT THE COMBINED SYSTEM OF DEVELOPMENT  
OF DECLIVOUS COAL SEAMS ON DEEP HORIZONS**

Розглянуто питання охорони та підтримки підготовчих виробок на глибоких горизонтах при комбінованій системі розробки. Визначено параметри закладного матеріалу для зведення охоронних смуг змінної жорсткості з метою поліпшення техніко-економічних показників, безпеки праці та екології.

**Ключові слова:** *закладний матеріал, охоронні смуги, пологі вугільні пласти на великих глибинах.*

**Вступ.** У даний час є загально визначеним, що характер і інтенсивність проявів гірського тиску і зв'язок з ними стійкості підготовчих виробок залежить від великої кількості гірничо-геологічних і гірничотехнічних чинників. Під дією гірничих робіт порушується природна рівновага стану гірського масиву навколо підготовчих виробок, змінюється напружений стан прилеглої масиву. Виникають додаткові внутрішні сили, які за відповідних умов викликають деформації порід покрівлі, підосви і боків і зміщення їх у виробку.

Подальша розробка вугільних родовищ веде до переходу гірничих робіт на більш глибокі горизонти і відповідно призводить до погіршення стійкості підготовчих виробок.

У зв'язку зі збільшенням глибини розробки на шахтах Чистяково-Сніжнянського району стали переходити зі стовпової на комбіновану систему розробки з проведенням конвеєрного хідника (штреку) слідом за очисним вибоєм. Основна причина такої тенденції – погіршення стану підготовчих виробок і підвищена трудомісткість їх підтримання в масиві, особливо при стовповій системі, у зоні випереджального опорного тиску від очисних робіт.

Досвід роботи і дослідження у цих регіонах [1, 2] показує на існування деяких зв'язків стійкості виробок з низкою важливих чинників, основними з яких є рівень напруженості бічних порід по шляху нейтралізації цього основного чинника, тобто в напрямку пониження концентрації напружень в оточуючих виробку породах. Тому обґрунтування і визначення параметрів закладного матеріалу для зведення охоронних смуг змінної жорсткості при комбінованій системі розробки пологих вугільних пластів на великих глибинах важливе актуальне науково-практичне завдання.

**Сутність питання.** Зрозуміло, що нові технологічні рішення, в тому числі принципово відмінні від відомих, виникали у всі часи, хоча їх творці у біль-

шості випадків не задавалися навіть питанням, яким чином їх створили. Відомо й інше: якщо оснастити працюючих над перетворенням технічних рішень науковою методологією технічної творчості, то можна розраховувати на одержання більш ефективних результатів праці.

В основу методів підвищення стійкості підготовчих виробок у [2] покладено спорудження спеціальних охоронних елементів змінної жорсткості, призначення яких має на меті в штучному зміщенні зони максимального опорного тиску, що є в боках біля виробки, вглиб породного масиву чи у вироблений простір. А в [3] попереду лави бурінням свердловин розвантаження порід досягається у тому випадку, коли виробка охороняється позаду лави подвійними бутувими стрічками, але із щільністю, яка збільшується внаслідок віддалення від контуру штреку. Піддатливі ж елементи (бутова або розпушена полоса) розташовуються безпосередньо біля виробки, допускаючи плавний прогин порід покрівлі та розвантаження порід підосви.

**Метою статті** є обґрунтування і визначення параметрів закладного матеріалу для зведення охоронних бутувих смуг змінної жорсткості при комбінованій системі розробки пологих вугільних пластів.

**Основна частина.** Результати аналізу виробничого досвіду й раніше виконаних досліджень, а також додатково проведених шахтних замірів були покладені в основу розробки теоретичної схеми напружено-деформованого стану масиву гірських порід навколо підготовчої виробки, яка охороняється смугами змінної жорсткості. Відповідно до цієї схеми навколо виробки формується склепіння рівноваги, що опирається на більш щільні (тверді, ін'єктовані) ділянки бутувих смуг. Під захисну дію такого зведення, обмеженого кутами зрушення порід, попадає гірничавиробка з примикаючими до неї ділянками бутуваної смуги більш низької щільності. У разі, коли в протилежній від бутуваної смуги стороні виробки роз-

ташовується вугільний масив, зменшення жорсткості приконтурної зони можна досягти шляхом розвантаження свердловинами необхідної довжини й тим самим змістити підвищений опорний тиск від виробки вглиб масиву, концентруючи його в недоторканій, більш твердій частині [4].

Розроблена технологія охорони підготовчої виробки смугами змінної жорсткості з рекомендованими параметрами [2, 5] була випробувана на шахті «Прогрес» ДП «Торезантрацит» при проведенні 8-го південного бортового хідника по пласту  $h_8$  «Фомінський».



Рис. 1. Літологічна колонка 7-ї південної лави південної панелі (ПП) №1 пласта  $h_8$  шахти «Прогрес» ДП «Торезантрацит»

Підривання порід при проведенні хідника здійснювалася буропідривним способом. Хідник кріпився арковим піддатливим кріпленням типу КМП-А3 22/11,2 із кроком встановлення 0,85 м, затягування боків й покрівлі – всуцільну, дерев'яними розпилами. Система розробки – комбінована з посуванням лави за підняттям пласта.

У процесі досліджень ретельно вивчалися гірничо-геологічні й гірничотехнічні умови відпрацювання пласта, його потужність і кут падіння, фізико-механічні властивості вугілля й бічних порід. Особлива увага зверталася на склад і будову покрівлі й безпосередньої підшоши. Вивчення зазначених умов визначалося за шахтною документацією й шляхом безпосередніх замірів і візуальних спостережень.

На цей час досить чітко сформульовані вимоги, пропонувані до закладних матеріалів [6], основними з яких є наступні:

- вміст горючих речовин у закладному матеріалі не повинен перевищувати 20%;
- матеріал з вартісними параметрами має бути дешевим, тобто економічно доцільним;
- матеріал повинен максимально відповідати високим компресійним властивостям.

Пласт розробляється на горизонті 1140 м. Кут падіння пласта 3-5°, виймальна потужність 1,12 м. У підшві пласта залягає алевроліт, у покрівлі – сланцюватий аргіліт, із заміщенням на сланцюватий алевроліт.

Площа поперечного перерізу виробки у світлі  $S_{св}=10,4 \text{ м}^2$ , у проходці  $S_{пр}=13,52 \text{ м}^2$ . Для тимчасового кріплення використовується висувне кріплення.

Для дослідження властивостей закладного матеріалу із породи від проведення 8-го південного й 6-го західного бортових хідників ПП №1 (від верхнього підривання), а також 2-го бортового хідника ПП №3 пласта  $h_8$  «Фомінський» шахти «Прогрес» ДП «Торезантрацит» був виконаний гранулометричний аналіз піщаних і глинистих порід.

Гранулометричний склад дозволяє визначити фізичні властивості масиву. Від нього залежать такі важливі чинники, як пластичність, пористість, опір зсуву, стиск, усадка, розбухання, висота капілярного підняття, водопроникність та інші властивості, від яких у свою чергу залежить якість закладки. Гранулометричний (механічний) аналіз у нашому випадку склався з розкладання зразків порід на групи з близькими за величиною частинками, так званими фракціями. Розмір частинок визначали по діаметру і виражали в міліметрах. При проведенні досліджень закладного масиву використовувався наочний або візуальний спосіб, що полягає в порівнянні «на око» або за допомогою лупи досліджуваного матеріалу з еталонами, механічний склад яких відомий, а також ситовий спосіб (розсівання матеріалу на ситах). Лабораторне визначення гранулометричного складу проводилося відповідно до Держстандарту 12536-67 [7, 8], а циклограма складу наведена на рис. 2.

Фізико-механічні властивості пласта і порід, що вміщують пласт, наведені в табл. 1 і 2. На підставі виконаних досліджень побудована циклограма гранулометричного складу, яка зображена на рис. 2.

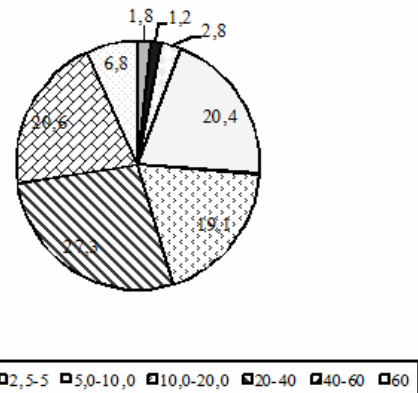


Рис. 2. Циклограма гранулометричного складу

Міцнісні властивості закладного матеріалу оцінюють звичайно по межі міцності на одноосовий стиск, іноді – додатково на двохосовий стиск, зріз, розтягання й вигин.

Для наших розрахунків найбільш необхідна межа міцності на одноосовий стиск. Інші параметри вибираються за подібністю з нормативних документів [6, 9 та ін.] у результаті випробування зразків.

Визначення межі міцності проводилося відповідно до Держстандартів 310.2-76, 310.3-76, 310.4-81:

$$\sigma_{cm} = k \frac{P}{F}$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує розміри зразка; при величині його сторони 7; 10; 15 і 20 см дорівнює від-

повідно 0,85; 1,00; 1,05; 1,10;  $P$  – руйнівне навантаження, Н;  $F$  – площа робочої поверхні зразка, мм<sup>2</sup>.

Дослідні зразки виготовляли у вигляді кубиків у касеті з парафіноюю ізоляцією. Випробування проводили через 3, 7, 14, 28 і 60 діб. Зберігали зразки у вологій тирсі при нормальній температурі. У

кожний строк випробовували по три зразки й визначали середнє значення, десятий – резервний. Якщо міцність дослідного зразка відхилялася в меншу сторону від максимальних значень більш ніж на 15%, то його бракували. Швидкість навантаження зразка під час випробувань – 0,2-0,3 МПа/с.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості покрівлі і підшови дільниці пласта  $h_8$  “Фомінський” (св. № С-848)

а) основної покрівлі (категорія А)

Літологічний склад	$\sigma_{ст}$ , МПа	$f_{пор}$ за Протод'яконовим	$\sigma_{ст}$ після водопоглинання, МПа	Щільність, т/м <sup>3</sup>	Коеф. пластичн.	Кут внутр. тертя	Коеф. зчепл., кг/см <sup>2</sup>	Розмокання	Водонісність, м <sup>3</sup> /год	Дата визн. катег.	Категорія	Геомеханічні критерії***				
												$\alpha$	к, %	Ш <sub>о</sub> , м	Ш <sub>п</sub> , м	Ш <sub>ск</sub> , м
Сланцюватий алевроліт з перешаруванням пісковика, слоїстий, шаруватий, із включенням рослинних залишків. Тріщинуватий з наявністю різких контактів по шарах	68	6	40	2,7	6,6	38	127	Не розмокає	5,8	*** Геологічний звіт, 1982 р.	A <sub>2</sub>	0,0024	27	90	15	Відсутні

Продовження табл. 1

б) стійкість безпосередньої покрівлі (категорія Б)

Літологічний склад	$\sigma_{ст}$ , МПа	$f_{пор}$ за Протод'яконовим	$\sigma_{ст}$ водопоглинання, МПа	Щільність, т/м <sup>3</sup>	Коеф. пластичн.	Кут внутр. тертя	Коеф. зчепл., кг/см <sup>2</sup>	Розмокання	Водонісність, м <sup>3</sup> /год	Дата визн. катег.	Категорія	Геомеханічні критерії**		
												Б, м	Г, м	Д, м
Сланцюватий аргіліт, шаруватий, слоїстий зі слідами фауни. Місцями зустрічаються зони заміщення сланцюватого аргіліта сланцюватим алевролітом. Зустрічаються включення гнізд і лінз піриту, особливо на контакті пласта з покрівлею	54	6	38	2,65	6,5	32	130	Не розмокає	Не водонісний	** Геологічний звіт, 1982 р.	Б <sub>4</sub>	0,6	0,8	3,5

Продовження табл. 1

в) стійкість безпосередньої й основної підшови (категорія П)

Літологічний склад	$\sigma_{ст}$ , МПа	$f_{пор}$ за Протод'яконовим	$\sigma_{ст}$ водопоглинання, МПа	Щільність, т/м <sup>3</sup>	Коеф. пластичн.	Кут внутр. тертя	Коеф. зчепл., кг/см <sup>2</sup>	Розмокання	Водонісність, м <sup>3</sup> /год	Дата визн. катег.	Категорія	Температура порід, t, град С	Геомеханічні критерії*, м

Встановлено, що рядова порода з виробок, проведених буропідричним способом по глинистих і піщанистих сланцях, містить 60-65% кусків крупністю менше 100 мм. Гістограма виходу породних кусків після ведення БПР зображена на рис. 3, що відповідає дослідженням [8].

Для вирівнювання тиску, що діє на поверхню зразка, між зразком і плити преса поміщали прокладки з аркушів кальки, покритих парафіном (Держстандарт 8905-82).

Вихід тампонажного каменя залежить від водоцементного відношення, виду й кількості добавок. Вихід каменя впливає на щільність, міцність і де-

формаційні властивості закладки.

Для цементно-піщаних розчинів вихід каменя дорівнює

$$W_k = (1,25 + \frac{1,5}{C + П} B) (\frac{П \rho_n - \rho_n}{\rho_n + П \rho_c + B \rho_c \rho_n}) ,$$

де  $C$ ,  $П$  і  $B$  – масові співвідношення цементу, піску й води в розчині;  $\rho_c$  і  $\rho_n$  – щільності цементу й піску.

Результати розрахунків виходу тампонажного каменя зведені в табл. 3.

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості вугільного пласта  $h_8$  "Фомінський" (св. № С-848)

Опис вугільного пласта	Марка вугілля	Щільність, т/м <sup>3</sup>	Кут падіння пласта, град	$\sigma_{ст}$ , МПа і $f_{пор}$ за Протод'яковим	Природня газоносність, м <sup>3</sup> /т.с. б.м.	Небезпека з			Схильність до самозаймання	Абразивність вугільно-го пласта	Опір вугілля різанню, кг/см	Показник здатності до здрібнювання	Клас. з опірн. різан. вугілля	Показник ступеня крихкості	Катег. по руйнуванню вугілля
						вибуховості	гірських уда-рах	раптових уда-рах							
Вугілля чорне, блискуче, блиск скляний, злам раковистий, тріщинуватий. Тріщини місцями заповнені кальцитом. У вугільному пласті є лізювидні форми, тверді включення колчедану, піриту, рідше сидериту	A	1,77	3-9	18 $f=2$	до 5	Не небезпечний	Не небезпечний	Не небезпечний	Не небезпечний	120	180	6,7	0,6	16	ВС

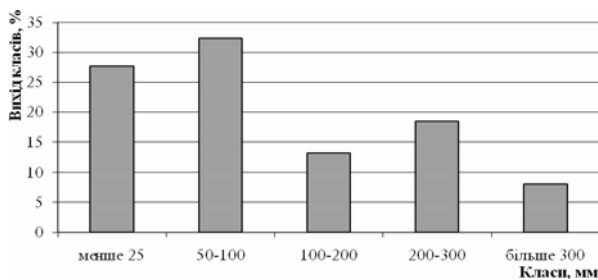


Рис. 3. Гістограма виходу породних кусків після проведення БПП

Міцність затверділих ін'єкційних розчинів – основний параметр, що характеризує фізико-механічні властивості цементного каменя при стиску. Він залежить від складу розчинної суміші й відповідає нормативній закладці.

Таблиця 3

Вихід тампонажного каменя для цементно-піщаних розчинів

Склад розчину Ц:П	Водоцементне відношення (В/Ц), %				
	1	2	3	4	5
1:0	56	35	26	22	20
1:1	83	72	65	62	61
1:3	92	83	77	76	75
1:5	-	87	82	80	78
1:7	-	92	88	83	81
1:10	-	-	92	90	88

У загальному випадку для багатокомпонентних розчинів міцність каменя  $\sigma_k$  розраховується за формулою Б.Г. Скрамтаєва [6], яка для ін'єкційних розчинів може бути подана в уточненому вигляді:

$$\sigma_k = 0,65\sigma_c \left( \frac{Ц}{B_{ост}} - \varphi \right),$$

де  $\sigma_c$  – активність цементу;  $Ц/B_{ост}$  – залишкове водоцементне відношення;  $\varphi = 0,2-0,35$  – коефіцієнт зменшення міцності.

Дослідженнями встановлено, що міцність штучного масиву в міру твердіння збільшується залежно від часу.

Тривалість тужавіння визначали за допомогою «голки Віка» (Держстандарт 310.3-76). Пробу суміші товщиною 4 см установлювали в циліндрі під голкою приладу. Початок тужавіння фіксували, якщо голка при зануренні у суміш не досягала дна на 1 мм, кінець тужавіння – якщо голка поринала в суміш на 1 мм. Випробування повторювали три рази. Строки тужавіння сумішей при різних концентраціях розчинів див. у табл. 4.

Суміші на основі портландцементу М-500 тужавіли через одну годину після замішування водою. Додавання глинистого матеріалу флегматизує цементний розчин і тужавіння починалось через 5-6 годин. Інтенсивне наростання міцності відбувається в перші тижні. Міцнісні властивості закладних масивів з додаванням цементних розчинів за три місячні періоди підвищуються до 40%.

До 1 м<sup>3</sup> закладки входить 0,9-0,95 м<sup>3</sup> заповнювача, який є жорсткою основою, зменшує усадку і тепловідлення, підвищує щільність суміші.

У нашому випадку для створення жорсткої частини будової смуги використовують будовий камінь (породи від проходки бортового хідника) – 70%, пісок – 22%, цемент – різновид портландцементу М-500 – 5% і технічну воду – 3%.

Всі дані компоненти задовольняють основним вимогам до заповнювачів: межа міцності повинна бути не менш ніж на 10-15% вище нормативної міцності закладки; невелика розчинність у воді, низький коефіцієнт збільшення в об'ємі у вологому середовищі, відсутність шкідливих домішок і економічність.

Крупність заповнювача залежить від способу зведення й транспортування закладки й характеризується так званним модулем крупності, що визначається за формулою:

$$M = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100},$$

де  $A$  – повні залишки на відповідних ситах, %.

Проте однаковий модуль крупності можуть мати піски з різним співвідношенням окремих залишків на стандартних ситах. Тому ми застосували другий критерій – повний залишок на ситі з розміром отворів 0,63 мм [6]. Результати проведених досліджень наведені в табл. 4.

Склад і строки тужавіння цементно-піщаних розчинів

Склад розчину Ц:П:В	Витрата компонентів на 1 м <sup>3</sup> розчину, кг			Добавка прискорювача, %	Розплив, см	Вихід каменя, %	Строк тужавіння розчину, год-хв	
	цемент	пісок	вода				початок	кінець
1:1:0,72	704	704	507	Без добавок	20,0	90,0	1-15	20-00
1:2:1	480	960	480	Те ж	20,0	94,0	1-35	34-00
1:3:1,08	392	1176	423	—»—	18,0	92,0	2-12	16-00
1:4:1,57	292	1168	458	—»—	20,0	96,0	2-05	40-00
1:5:1,5	267	1137	401	—»—	18,0	96,0	2-00	20-00
1:5:2,14	228	1142	488	—»—	20,0	96,0	2-30	42-00
1:1:0,55	800	800	440	3	18,0	92,0	1-40	14-00
1:2:0,76	542	1084	412	3	18,0	94,0	1-50	16-00
1:3:1	405	1214	405	3	18,5	98,0	1-50	17-00
1:4:1,25	322	1288	402	3	18,0	95,0	2-35	30-00
1:5:1,56	263	1316	410	3	18,5	95,5	2-40	36-00
1:2:1,5	387	774	580	5	23,0	98,0	1-50	3-50
1:3:2	288	865	576	5	19,0	100,0	1-50	3-10

Крупний пісок вимагає меншої кількості в'язкого розчину для обволікання зерен. Середній діаметр зерен визначається з виразу:

$$d = 0,5 \sqrt{\frac{\sum_1^5 a_i}{11a_1 + 1,37a_2 + 0,171a_3 + 0,02a_4 + 0,0024a_5}}$$

де  $\sum_1^5 a_i$  – сума часткових залишків на ситах, кг;

$a_1, \dots, a_5$  – окремі залишки на ситах (кг) з отворами розміром відповідно 0,15; 0,3; 0,63; 1,25; 2,5 мм.

Середній розмір зерен пісків, використовуваних для закладки в 7-й південній дослідно-промисловій лаві згідно з [6]: крупних – 0,5 мм, середніх – 0,35 мм, дрібних і дуже дрібних – 0,25 мм. Вміст глини – 6-10%, щільність – 2,65 т/м<sup>3</sup>.

Оптимальні строки можуть бути забезпечені шляхом відповідного вибору складу розчинів (див. табл. 4).

Пустотність матеріалу закладки задовільно узгоджується з формулою:

$$П = \frac{0,63}{\sqrt{\frac{D_{60}}{D_{10}} + 0,63}}$$

де  $D_{60}$  і  $D_{10}$  – діаметри частинок, що становлять відповідно менш 60 і 10% матеріалу (за даними рис. 4).

Можливість фільтрації закладного масиву обумовлена його пустотністю, що залежить від гірського тиску. Для цієї мети встановлена залежність закладних заповнювачів від величини тиску, що наведена на рис. 4.

Що стосується технічної води, необхідної для приготування в'язкого матеріалу, то наявність шкідливих домішок у воді негативно впливає на бетон: відбувається вилуження портландцементу. Стічні води з домішками рослинних масел не придатні для бетонних робіт. Вода для замішування повинна задовольняти вимогам технічних умов на приготування бетонів (Держстандарт 3732-79) [10].

За даними [11] у шахтних водах шахти “Прогрес” показник кислотності  $\geq 4$ , вміст сульфатів не перевищує 2,7 г/л у перерахуванні на іони SO<sub>3</sub>, а інших солей – не більше 5 г/л. Навіть автори [6] стверджують про те, що трохи лужні води не тільки не впливають на бетон, але і прискорюють процес тужавіння.

Наявність у шахтній воді вільної вуглекислоти до 15-20 мг/л та її солей не є небезпечною для цементу.

Для зведення охоронної бутової смуги змінної жорсткості застосовано 70% бутового каміння – породи від проходження бортового хідника, пісок (технічний) – 22%, цементу 5% М – 500 ПЦ І-500 Н – навал і технічна вода 3%. В'язучі компоненти готують в співвідношеннях Ц:П:В = 1:5:1,5.

Ефективність роботи очисного, прохідницького й закладного обладнання оцінювалася у взаємодії їх спільної роботи і простоїв одних машин при виконанні виробничих процесів іншими. При цьому фіксувався час простоїв. Наприклад, простої очисних комбайнів у лаві при вибурюванні розвантажувальних свердловин, веденні БПР, закладанні породи у бутову смугу та ін. При закладанні й ін'єктуванні бутової смуги виконували хронометражні спостереження і заміри за елементами циклу з видобутку.

На експериментальній дільниці 8-го бортового хідника була застосована високопродуктивна нагнітальна установка “Моноліт-2”. Доставка в'язучих ма-

теріалів до установки здійснювалася в шахтних вагонетках. Розчин готувався безпосередньо установкою в процесі завантаження приймального бункера в'язким матеріалом. Готовий розчин від агрегату подавався у металевих трубах (сталеві безшовні гарячедеформовані труби СТ СЕВ 1483-78) діаметром 75 мм. Як гнучкі елементи трубопроводів напірної лі-

нії застосовувались рукави: гумові напірні з нитковими кільцями (Держстандарт 10362-76) або гумотканинні напірні (Держстандарт 18698-79) [10]. Щоб уникнути закупорки труб і значних втрат часу на їх усунення, установку "Моноліт-2" встановлювали в безпосередній близькості від сполучення з лавою. Її максимальне віддалення від очисного вибою досягало 35 м.

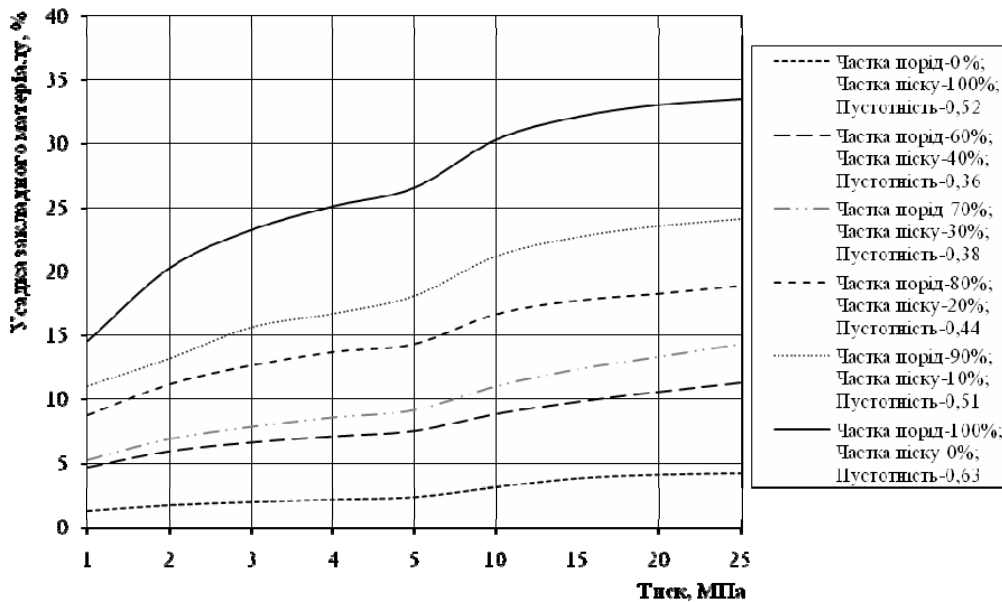


Рис. 4. Усадка закладних матеріалів із суміші піску і подрібненої породи крупністю 0-50 мм

Ін'єкційний спосіб полягає в подачі по трубах в'язкого розчину у вироблений простір, попередньо заповненого подрібненою породою. Розчин проникає в порожнини породи й перетворює її в моноліт певної, заздалегідь визначеної міцності. Ін'єктори розташовують у шаховому порядку. Відстань між рядами ін'єкторів визначається за формулою  $a = 1,5 r$ , а між ін'єкторами в ряді  $b = 1,73 r$ , де  $r$  – радіус закріплення від одного суміжного ін'єктора. Проникнення цементних, піщаних та інших частинок у порожнини сипучого середовища залежить від розмірів порожнин, конфігурації і взаємозв'язку, розмірів частинок, складу і консистенції розчину, що нагнітається, тиску й режиму нагнітання. Допустимий діаметр порожнин  $d_n > (6-7) d_u$ , де  $d_u$  – діаметр частинок у розчині.

При підборі режиму нагнітання повинна бути забезпечена безперервність процесу ін'єкування. Розчини повинні мати високу рухливість і проникати на велику відстань, забезпечувати якісне заповнення порожнин і необхідну міцність заін'єктованого масиву.

Для рівномірного ін'єкування по всій довжині свердловини застосовуються ін'єктори з перфорацією корпусу. Вони виготовляються із суцільнотягнутих товстостінних труб діаметром 32-50 мм. Довжина глухої ланки ін'єктора 1-1,5 м. Діаметр отворів перфорованої ланки 2-5 мм. Для розвідної мережі застосовують гумові або прогумовані армовані металом рукави діаметром 25-50 мм, які розраховані на тиск до 3-4 МПа. Установлені в свердловині ін'єктори обладнують сталевими конусними й кульовими кранами.

**Висновки.** З погляду технології й організації доцільно застосовувати розчини, що мають більші строки тужавіння в момент провадження робіт і мінімальні – після їх закінчення. Малі строки тужавіння рекомендуються при обмеженні радіуса ін'єкції з метою створення зміцнених зон. Раціональні строки можуть бути забезпечені шляхом відповідного вибору складу розчинів. Зонне омонолічення закладного масиву дає можливість припинити процес подальшого обвалення порід і використати для закладки шахтну породу без додаткового подрібнення і видачі її на поверхню.

Виявлено, що створення смуг змінної жорсткості з указаними параметрами забезпечує симетричне навантаження елементів кріплення підготовчої виробки у межах її піддатливості, а також створюються сприятливі й однакові в межах усього шахтного поля геомеханічні умови ведення гірничих робіт, що характеризуються відсутністю небезпечних концентрацій напруг у породах поблизу підготовчих виробок. За таких умов бортовий хідник (штрек) може бути успішно використаний повторно як вентиляційний, задовольняючи ПБ і нормальній роботі наступного очисного вибою.

#### Список літератури

1. Декларац. пат. ДП №36714 А (UA) Спосіб охорони підготовительной виробки / О.В. Колоколов, Н.М. Табаченко, В.Ю. Медяник и др. Заявл. 01.02.2000 № 2000020523, опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3.

2. 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.
3. Табаченко М.М., Медяник В.Ю., Тищенко С.О. Спосіб підвищення стійкості підготовчих виробок // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 7. – С. 39-41.
4. Медяник В.Ю. Формування склепіння рівноваги над підготовчою виробкою за допомогою смуг змінної жорсткості – як спосіб її охорони і підтримки // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України: VII конф. молодих учених “Геотехнологічні проблеми розробки родовищ”, 19 листопада 2009. – Д., 2009. – Вип. 81. – С. 173-183.
5. Медяник В.Ю. Ткачук І.В. Технологія зведення охоронних смуг змінної жорсткості при комбінованій системі розробки пологих вугільних пластів на глибоких горизонтах // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 1 – С. 12-16.
6. Закладочные работы в шахтах: Справочник / Под ред. Д.М. Бронникова, М.Н. Цыгалова. – М.: Недра, 1989. – 400 с.
7. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. – М.: Недра, 1975. – 304 с.
8. Колоколов О.В. Исследование гранулометрического состава породы, получаемой при проведении горизонтальных выработок на пластах Донбасса // Разработка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1969. – С. 190-195.

9. Справочник (кадастр) физических свойств горных пород / Под ред. Н.В. Мельникова, В.В. Ржевского, М.М. Протодяконова. – М.: Недра, 1975. – 279 с.
10. Инъекционное упрочнение горных пород / Ю.З. Заславский, Е.А. Лопухин, Е.Б. Дружко, И.В. Качан. – М.: Недра, 1984. – 177 с.
11. Проектное задание реконструкции шахты “Прогресс” треста “Торезантрацит”. Т. 1. Пояснительная записка и документация. – Донецк: Донгипрошахт, 1982. – 630 с.

Рассматриваются вопросы охраны и поддержания подготовительных выработок на глубоких горизонтах при комбинированной системе разработки. Определены параметры закладочного материала для возведения охранных полос переменной жесткости с целью улучшения технико-экономических показателей, безопасности работы и экологии.

**Ключевые слова:** *закладочный материал, охранные полосы, пологие угольные пласты на больших глубинах.*

The questions of safety and maintenance of the preparatory openings on deep horizons using combined mine system are examined. The parameters of filling material for raising of protective stripes of variable rigidity for to show an improvement technical and economical parameters, work safety and ecology.

**Key words:** *backfill material, security strips, shallow coal seams at great depths.*

*Рекомендовано до публікації д.т.н. С.Ф. Власовим 05.03.10*

УДК 622.271

© В.В. Летучий, 2010

**В.В. Летучий**

## **К ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

## **OPTIMISATION OF THE PIT EDGES PARAMETERS AT THE OPEN MINE WORKING**

Изложено решение важной научно-технической проблемы повышения эффективности и снижения экологических последствий открытой разработки горизонтальных месторождений путем оптимизации параметров бортов карьеров, обеспечивающей уменьшение объемов вскрышных работ и площадей остаточных выработанных пространств карьеров. Оптимальные параметры борта карьера находятся с помощью специального, предложенного автором, итерационного алгоритма.

**Ключевые слова:** *горизонтальные месторождения, открытые горные выработки, оптимизация параметров бортов.*

При вскрытии горизонтальных месторождений открытым способом при проведении горных выработок формируются такие техногенные объекты как капитальная, выездная и разрезная траншеи, а также внешний отвал вскрышных пород. Опыт производства открытых

горных работ при эксплуатации горизонтальных месторождений показывает, что их особенностью является образование значительных площадей безвозвратно теряемых для сельского хозяйства земель, занимаемых остаточным выработанным пространством карьера.