

УДК 622.868.42

Технологія дистанційного заповнення пустот у гірничих виробках

Обґрунтовано технологію заповнення пустот у головному північному вентиляційному штреку шахти «Межиричанська» ДП «Львіввугілля».

Під час гасіння пожежі на шахті «Межиричанська», що сталася 21 грудня 2010 р., виникла потреба у дистанційному заповненні пустот у виробках ізольованої дільниці. Фахівці експертної комісії прийняли рішення щодо буріння свердловин з порожнякової гілки клітьового ствола на головний північний вентиляційний штрек (висота по нормалі – 32,2 м, довжина – 37 м, кут буріння – 67°) для подавання розчину.

У процесі роботи над технологією дистанційного заповнення пустот було розглянуто можливість використання в'язучих матеріалів (сумішей). Застосування цієї технології має деякі особливості, а саме: розчин слід подавати через підземну свердловину знизу вгору на значну відстань під кутом 67°. Отже, до застосовуваної суміші потрібно ставити додаткові вимоги. Головна вимога до цих композицій: суха суміш повинна легко змішуватися з водою до потрібної консистенції і зберігати свої реологічні властивості під час руху її трубопроводом до місця заповнення вільного простору виробки. Такі суміші мають бути негорючими, тріщинотійкими, повітронепроникними, які мають достатню міцність під впливом усталеного гірничого тиску, нетоксичними, безпеч-

ними і не виділяти шкідливих речовин під час горіння. Важливим чинником є доступність матеріалів і їх ціна, що безпосередньо впливає на собівартість робіт.

В Україні розроблено цементно-мінеральну суміш «БИ-креп» для зведення ізолювальних споруд передусім приштрекових смуг [1]. Ця суміш містить у масових частках: 35 – 45 % портландцементу; 50 – 60 % кварцового піску з модулем крупності 1 – 3; 3 – 5 % аморфного кремнезему; 1,4 – 3 % прискорювача тверднення у вигляді зневоднених солей (хлористий кальцій) (патент України № 53569А). Для прискорення зростання міцності твердіючих матеріалів в ізолювальній споруді в суміш додатково можна ввести 1 – 20 % подрібненої карбонатної породи (від пилоподібної до фракції 2 мм) замість таких самих часток цементу і піску.

Для збільшення часу перебування замішаного розчину у в'язкорідкому стані до нього додають сахарозу у кількості 0,05 – 0,15 % маси цементу. У лабораторних умовах визначено фізико-механічні властивості цього матеріалу з різним співвідношенням його компонентів. З метою використання запропонованої будівельної суміші [2] для формування охоронних приштрекових литих смуг розроблено «Тимчасовий технологічний регламент з охорони підготовчих виробок вугільних шахт литими смугами



П. С. ПАШКОВСЬКИЙ,
доктор техн. наук
(НДІГС «Респіратор»)



Г. І. ПЕФТІБАЙ,
інж.
(НДІГС «Респіратор»)

з твердіючих матеріалів», положення якого впроваджені на шахті «Червоноармійська-Західна» № 1. У ньому наведено приклади складання паспортів підтримання виїмкових виробок литими смугами з різними показниками конструктивної якості твердіючого матеріалу «БИ-крепь».

У РосНДІГС (Кемерово, Росія) у 2007 р. розроблено рекомендації щодо провадження ізоляційних робіт у гірничих виробках шахт. Серед рекомендованих для застосування матеріалів зазначено суміші, які виробляє компанія «Мінова» [3], наприклад, цементно-мінеральні суміші «Текбленд», «Тексил», «Текхард», «Текхард Т» та ін. Сфера застосування цих матеріалів:

- охорона підготовчих (виїмкових) виробок литими смугами із швидкотвердіючих матеріалів та ізоляція виробленого простору після проходження очисного вибою;
- ізоляція гірничих виробок і покрівлі від газу і витікання води;
- зміцнення і герметизація ізоляційних перемичок та ін.

У результаті аналізу зазначених матеріалів зроблено такі висновки: суміші «БИ-крепь» і ті, які виробляє компанія «Мінова», мають високі міцнісні характеристики, але застосовуються для виконання вузькоспеціалізованих робіт і, головне, мають високу вартість, тому їх використання недоцільне для виконання поставленого завдання.

В Україні значного поширення набули тампонажні розчини на глинистій основі, розроблені фахівцями Управління шахтної геології, розвідувального і технічного буріння ВО «Донбасантрацит», Свердловського гірничого і Донецького політехнічного інститутів і вперше застосовані як тампонажні суміші під час ліквідації поглинання промивальної рідини в свердловинах [4]. Суміші готуються на базі гли-

нистих розчинів з додаванням цементу, рідкого скла, інших матеріалів як структуроутворювачів.

Вважається, що тампонажні суміші на глинистій основі можуть перекирвати пустоти завдяки своїм високим структурно-механічним властивостям та характеру їх зміни в часі. Іншою важливою перевагою є значно менша вартість, можливість використання існуючих насосного та іншого устаткування. Застосування цих матеріалів для провадження ізоляційних робіт методом нагнітання тампонажних сумішей випробувано на практиці фахівцями ДП «Спецшахтобуріння» (м. Донецьк).

Розглянуто тампонажні суміші на глинистій основі без наповнювача, але з додаванням рідкого скла. Вплив силікату натрію (рідкого скла) на властивості тампонажної суміші, яка приготована на основі глинистого розчину щільністю 1,18 г/см³ з додаванням 100 кг/м³ цементу, показано в табл. 1 і на рис. 1, а і б.

З наведених даних видно, що рідке скло навіть у невеликих концентраціях різко збільшує міцнісні характеристики суміші.

Для приготування тампонажної суміші до глинистого розчину додається 100 кг/м³ цементу і 10 кг/м³ рідкого скла (табл. 2). Як зазначалось, основними параметрами, що характеризують властивості тампонажних сумішей, є статичне напруження зрушення і пластична міцність. Щоб суміш була хорошої якості, ці параметри повинні постійно зростати, досягаючи оптимального значення через 4 год.

З урахуванням наведеного прийнято рішення, що найоптимальнішим для виконання поставленого завдання є застосування тампонажних сумішей на глинистій основі з додаванням рідкого скла (табл. 2, суміш В).

Для застосування зазначених матеріалів використовують різне устаткування. Наприклад, для зведен-

Таблиця 1

Склад суміші*	Статичне напруження зрушення, г/см ²					Пластична міцність за методом Ребіндера, г/см ²					
	θ_1	θ_{10}	θ_{60}	θ_{120}	θ_{240}	P_{m_1}	$P_{m_{10}}$	$P_{m_{30}}$	$P_{m_{60}}$	$P_{m_{120}}$	$P_{m_{240}}$
Глинистий розчин + цемент (100 кг/м ³)	1,64	2,10	2,95	4,80	11,5	1,61	1,80	2,59	8,10	11,7	20,5
Глинистий розчин + цемент (100 кг/м ³) + рідке скло (2 кг/м ³)	2,06	2,60	5,05	10,0	30,4	4,17	8,40	13,8	18,6	52,5	77,3
Глинистий розчин + цемент (100 кг/м ³) + рідке скло (5 кг/м ³)	4,10	5,20	8,55	21,0	31,0	5,60	8,40	18,5	34,5	72,8	91,2
Глинистий розчин + цемент (100 кг/м ³) + рідке скло (10 кг/м ³)	11,4	15,0	24,0	—	—	32,4	40,6	48,9	63,2	82,0	98,4

* Щільність глинистого розчину 1,18 г/см³.

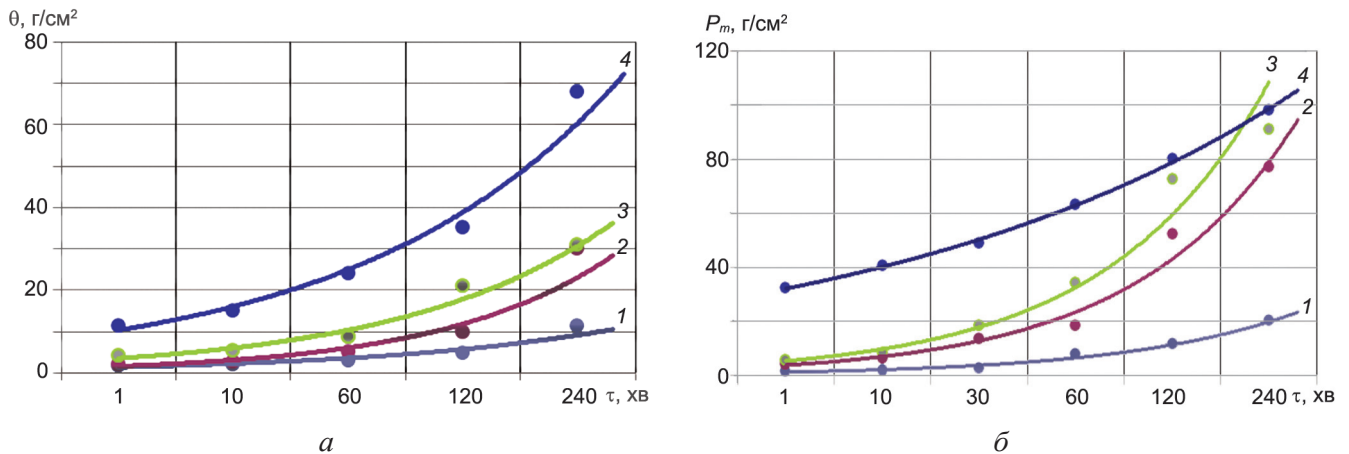


Рис. 1. Залежність статичного напруження зрушення (а) та пластичної міцності тампонажної суміші (б) від концентрації рідкого скла з плином часу: 1 – до оброблення суміші рідким склом; 2, 3 і 4 – з додаванням рідкого скла щільністю 2, 5 і 10 кг/м³.

ня ізолювальних споруд з цементно-мінеральної суміші «БИ-крепь» на вугільних підприємствах України використовують пневмонагнітачі СО-241 (ПН-800) [5]. Насосний агрегат типу Mono WT.820, що є одночерв'ячним об'ємним насосом, призначений для подавання у встановлених пропорціях гідратованих сумішей виробництва компанії «Мінова».

Для провадження робіт із тампонажними сумішами на глинистій основі застосовують бурові насоси. Наприклад, насос буровий НБ4-160/63 призначений для нагнітання промивальної рідини у свердловину з метою її промивання під час геологорозвідувального буріння завглибшки до 2000 м, яке здійснюють обертальним і обертально-ударним способами.

Насос застосовують для перекачування рідин щільністю до 1,2 г/см³, в'язкістю до 35 с (за показниками приладу СПВ-5), вмістом піску і шламу до 4,5 % (за масою). При встановленні кульових клапанів, що входять до комплексу постачання, насос можна використати для подавання цементних і глиноцементних тампонажних розчинів з параметрами: щільність до 2 г/см³, в'язкість до 60 с з вмістом твердих часток до 10 %.

На підставі наведеного зроблено такі рекомендації:

- цементно-мінеральні суміші «БИ-крепь», а також «Текбленд» та інші матеріали виробництва фірми «Мінова» Україна застосовують для виконання вузькоспеціалізованих робіт і мають високу вартість, тому їх використання недоцільне;
- найприйнятнішим є застосування тампонажних сумішей на глинистій основі (табл. 2, суміш В);

- для виконання робіт найдоцільнішим є застосування суміші з такими показниками: початковий глинистий розчин щільністю 1,23 г/см³, цемент – 100 кг/м³, рідке скло – 10 кг/м³;

- з урахуванням досвіду фахівців ДП «Спецшахтобуріння» найдоцільнішим є застосування бурового насоса (наприклад, НБ4-160/63).

Додатково рекомендовано:

- застосовувати трубопровід діаметром 100 мм;
- глину розмішувати до повного розпускання;
- профільтрувати суміш через сітку з розміром отворів до 3 мм перед подаванням до насосної установки;
- визначити орієнтовний час тверднення розчину перед початком робіт (регулюється кількістю доданого рідкого скла);
- використати додаткове устаткування: глиномішалку (наприклад, типу МГ-2-4, об'єм 4 м³) і установку для введення рідкого скла до тампонажної суміші під час подавання.

Варіант технологічної схеми виконання робіт показано на рис. 2.

Приготований у пристрої глинистий розчин розчинопроводом подається через пристрій для фільтру-

Таблиця 2

Суміш	Щільність, г/см ³		Статичне напруження зрушення, г/см ²		Пластична міцність, г/см ²	
	розчину	суміші	1 хв	240 хв	1 хв	240 хв
А	1,18	1,28	4,10	31	4,7	116
Б	1,20	1,30	4,35	35	5,7	132
В	1,23	1,33	4,87	41	8,4	262

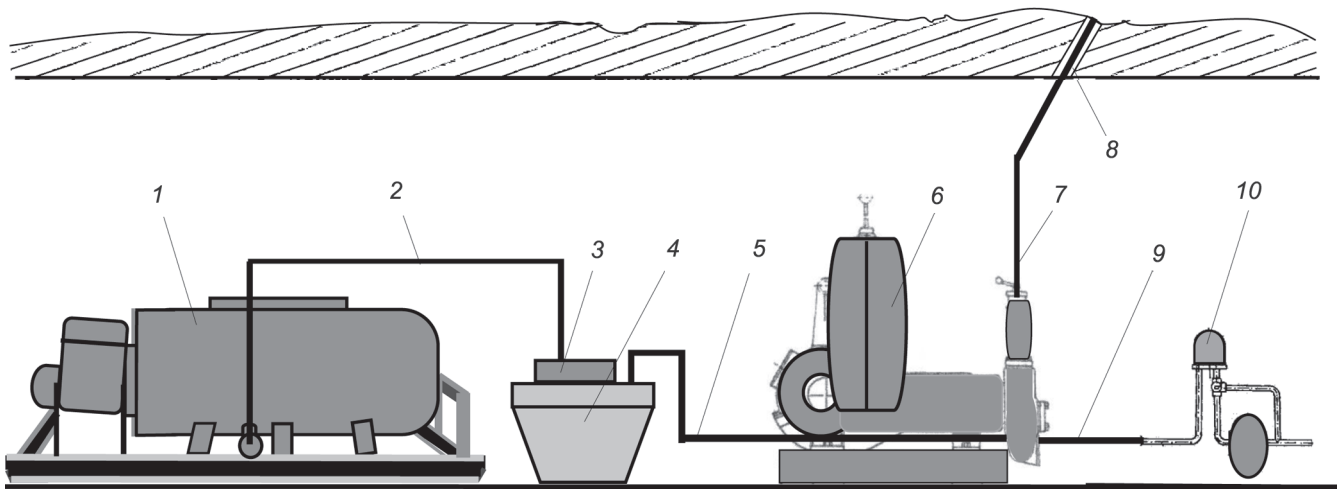


Рис. 2. Технологічна схема виконання робіт: 1 і 3 – пристрої для приготування глинистого розчину і для фільтрування; 2, 5, 7 і 9 – розчинопроводи; 4 – місткість для суміші; 6 – насосна установка; 8 – свердловина; 10 – пристрій введення рідкого скла в суміш.

рування в місткість, з якої він надходить до насосної установки. Водночас іншим розчинопроводом у суміш вводиться рідке скло. З насосної установки приготування суміш подається до свердловини.

Висновок. Застосування запропонованих рекомендацій дасть змогу якісно та ефективно виконати дистанційне заповнення пустот у виробках ізолюваної ділянки з урахуванням найменшої вартості робіт.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Булат А. Ф. К выбору строительных смесей для горных технологий / А. Ф. Булат, Б. М. Усаченко, Л. В. Левченко // Геотехническая механика. – 2005. – Вып. 61. – С. 28 – 40.
2. Байсаров Л. В. Обоснование параметров и разработка технологии комбинированного способа поддержания по-

вторно используемых выработок: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.15.02 «Подземная разработка родовищ полезных ископаемых» / Л. В. Байсаров. – Днепропетровск, 2004. – 20 с.

3. Инструкция по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса / Мин-во пром-сти и энергетики РФ; ФГУП НЦ ВостНИИ. – Кемерово, 2007. – 78 с.

4. Инструкция по проектированию и производству изоляционных работ методом нагнетания тампонажных смесей при ликвидации поглощений промывочной жидкости в скважинах: утв. Геолог. упр. МУП СССР / Мин-углепром СССР. – Ворошиловград, 1973. – 62 с.

5. Пневмонагнетатели СО-241, СО-242, ПН-500, ПН-600, ПН-800, 14.02.2011. – 5 с. – Режим доступа к информации: <http://www.tehpomosch.com.ua/published/SC/html/scripts/index.php?productID>.