

Т.Рембеляк, доктор-інж.
Краківська гірничо-металургійна академія, Польща

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ШАХТАХ ШЛЯХОМ УЩІЛЬНЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ГІРСЬКОГО МАСИВУ В ОТОЧЕННІ ГІРСЬКИХ ВИРОБОК

(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)

З метою запобігання ряду проблем, пов'язаних з тривалою експлуатацією гірничих виробок, що мають стратегічне значення для шахти, потрібно застосовувати відповідні профілактичні заходи як на етапі виконання цих виробок, так і під час їх експлуатації. Збільшення безпеки праці й виключення низки проблем можна досягнути шляхом доступних геотехнічних заходів, в основному ін'єкційним омонолічуванням (ущільненням) та зміцненням гірського масиву, який оточуючує виробку.

1. Вступ

В шахтах часто потрібне тривале утримання в робочому стані деяких виробок, що мають для шахти стратегічне значення з боку вентиляції й транспортування гірської маси та матеріалів [5]. Відповідні профілактичні роботи, пов'язані з ін'єкційним ущільненням та зміцненням гірського масиву, повинні реалізуватись вже на етапі проведення цих виробок [3], [5], а далі, в міру потреби, – також під час наступного їх використання [1]–[3].

При експлуатації виробок можуть між іншим з'явитись проблеми:

- вентиляційні, пов'язані з витоками повітря у вироблений простір і виходом газів з гірського масиву;
- пожежні, викликані появою і розвитком вогнищ ендегенних пожеж в оточуючому виробку масиві;
- транспортні – в зв'язку зі зміною поперечного перетину виробки.

Ці проблеми створюють загрози для працюючих та призводять до певних технологічних труднощів в процесі видобувних робіт.

Під час проходження виробок через зони порушень масиву, пов'язаних з тектонічними процесами чи з попередньою гірничою діяльністю, може відбуватись небезпечне опадання породи у верхній частині виробки на значну висоту. Ці опадання відбуваються разом з іншими небезпечними проявами, часто в присутності людей, а іноді – виявляються з часом. Застосування на етапі проведення або експлуатації даної виробки відповідних геотехнічних заходів може обмежити, і навіть виключити, появу ряду цих проблем, а тим самим покращити безпеку праці в шахтах.

Правильно запроектовані й належно виконані в даних гірничо-геологічних умовах ін'єкційні роботи, а особливо виконані у відповідний час і в потрібному обсязі, значною мірою обмежують, а часто і виключають появу небезпечних проявів у присутності людей.

2. Проведення виробок через зони порушень масиву

Застосування ін'єкційного ущільнення і зміцнення порід попереду вибою виробки, що проводяться через зону геологічних порушень, помітно обмежує опадання кусків порід покрівлі під час проходження виробок [4]. Треба зазначити, що ін'єкційне "покращення" гірського масиву менш витратне і менш трудомістке, ніж ліквідація порожнин при інтенсивному опаданні порід покрівлі.

На рис. 1 подано схему розміщення ін'єкційних отворів під час проходження через зону тектонічних порушень, а на рис. 2 подано схему розміщення отворів, що омонолічують зону тектонічних порушень в існуючій виробці.

3. Відновлення виробок

В шахтах часто виникає потреба відновлення виробок на всю довжину або її частину, найчастіше при зменшенні перетину виробки, руйнуванні частини елементів кріплення і, як наслідок, – обмеження його основних функцій. У випадку значного руйнування структури гірського масиву необхідне виконання робіт з метою попереджуючого підтримання або зміцнення порід в місці відновлення виробки [1], [3].

Під час виконання відновлювальних робіт часто виникає потреба зменшення витоку повітря через тріщини до виробленого простору, ліквідації існуючих та обмеження можливості появи нових ендегенних пожеж. Ця проблема набуває особливого значення у шахтних виробках при розробці потужних покладів, схильних до samozапалювання. На рис. 3 подано приклад розміщення ін'єкційних отворів для ущільнення та зміцнення порід, що випереджують фронт робіт з відновлення виробки.

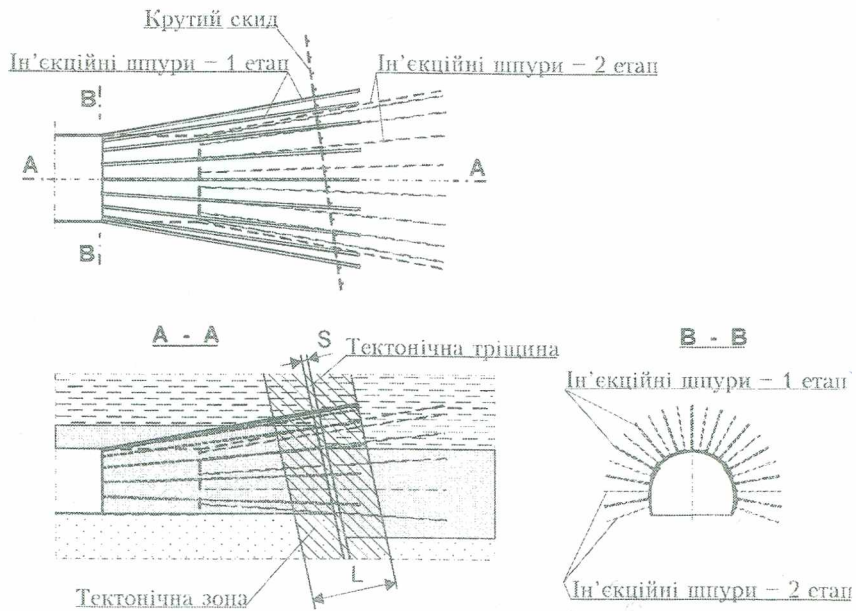


Рис. 1. Схема розміщення ін'єкційних шпурів при проходженні гірничої виробки через зону геологічного скиду

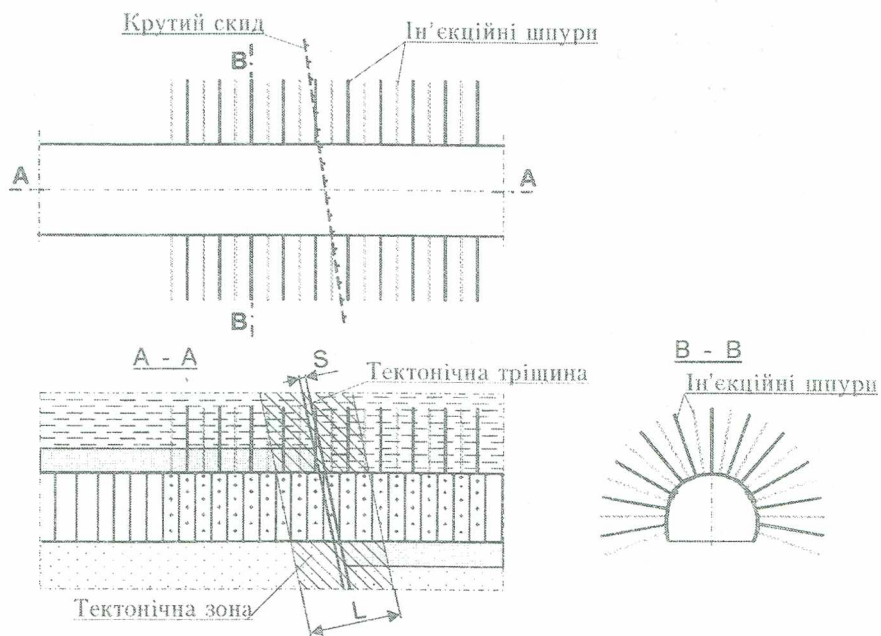


Рис. 2. Схема розміщення шпурів для змоніччання тектонічної зони навколо існуючої виробки

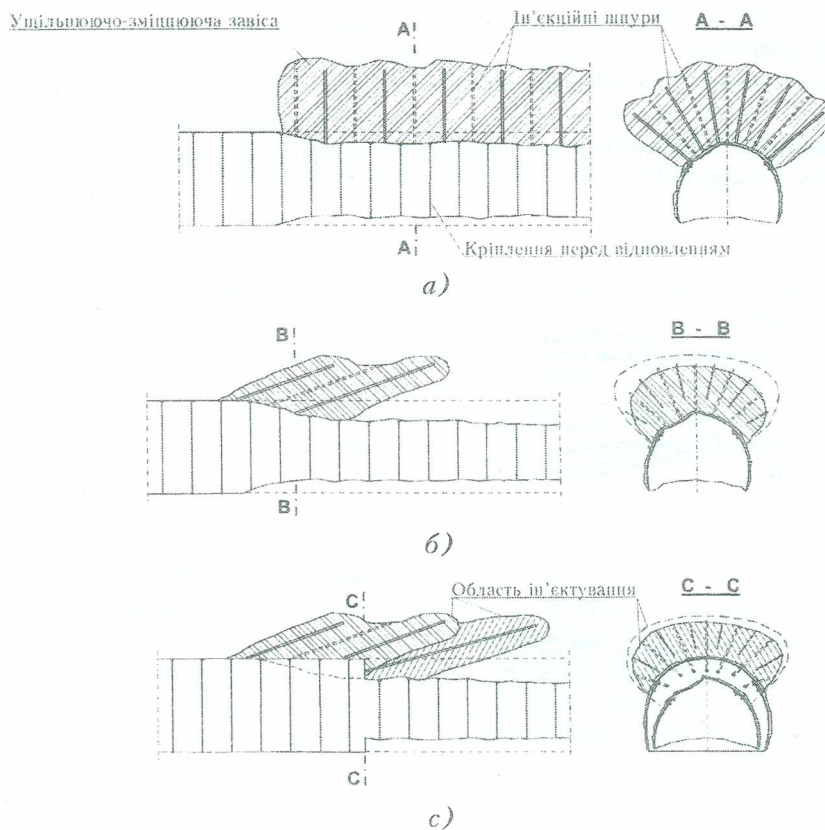


Рис. 3. Схема ін'єкційних шпурів для змонічування та зміцнення гірського масиву перед відновленням виробки
 а) ін'єкційні шпури в частині виробки із зменшенням виробки; б) ін'єкційні шпури перед початком відновлення виробки; с) ін'єкційні шпури на фронті відновлення

4. Запобігання появи і ліквідація вогнищ ендегенних пожеж поблизу виробок

Під час експлуатації в підземних виробках часто помічається поява і розвиток тріщинних пожеж в оточуючому масиві.

Якщо є можливість локалізувати джерело загрози, то найчастіше його ліквідацію виконують вийманням вугілля, в якому відмічено підвищення температури, або охолодженням вогнища пожежі подачею води у відводи [4], подеколи замість води нагнітають в масив суміш води з мулом, води з вапном або води з попелом.

Найбільш результативним і вивіреним способом ліквідації таких вогнищ пожеж є охолодження вугілля, поєднання з ліквідацією гідралічних зв'язків між щілинами шляхом нагнітання в масив ущільнюючо-зміцнюючих сумішей з відповідно добраних в'язучих речовин [5].

Ліквідація локальних вогнищ ендегенних пожеж вказаними способами звичайно є ефективною, та в той же час дуже важливі проблеми виникають в тих випадках, коли у виробці на певному відрізку відмічаються типові прояви, пов'язані з існуванням і розвитком кількох вогнищ пожежі, тобто коли існують труднощі з локалізацією небезпечного явища.

В таких випадках може виявитись ефективним поверхнєве ущільнення масиву у виробці на небезпечному відрізку шляхом нанесення шару ущільнювача з в'язучих матеріалів (торкрет-бетону), або ін'єкційне ущільнення масиву відповідно до добраних матеріалів, найкраще експансивним.

В окремих випадках додатково або самостійно виконується зміцнення виробки на небезпечній ділянці шляхом влаштування додаткового кріплення з дотриманнями проміжку між цим кріпленням та масивом гідралічною закладкою. В такому кріпленні часом залишають труби, переважно у верхній частині виробки, які дозволяють пізніше вибурити через них шпури для додаткового ін'єкційного ущільнення масиву.

Прикладом таких робіт може слугувати реалізація способу запобігання ендегенної пожежі в покладі 510 шахти "Казімеж-Юліуш" поблизу штрека 2/1.

Умови цього об'єкта включено до 1 категорії небезпечності за метаном, а вугілля покладу характеризується великою схильністю до самозапалювання. В районі штрека 2/1 кут нахилу покладу 510 змінюється від 15 до 25°, а його потужність складає 10–14 м. Безпосередня покрівля покладу 510 представлена шаром сланцю потужністю 2 м, а вище залягає 20-метровий шар дрібнозернистого пісковика. Підшва покладу складена сланцем.

Штрек 2/1 виконує важливу транспортну та вентиляційну функції. більшість його пройдено під покрівлею покладу 510, а початкова частина проходить в пісковіку і пересікає 30-метровий скид. В ході підготовчих робіт, пов'язаних зі зміною системи розробки покладу 510, належало, між іншим, пристосувати існуючий штрек 2/1 до виконання нових транспортних функцій. Ці роботи потребували перебудови виробки на відрізку 20 м від пересічення з бремсбергом F-M і включали операції з ущільнення та зміцнення оточуючого масиву в області скиду.

Цьому передували дослідження тріщинуватості масиву за допомогою свердловинного оптичного приладу в 6 дослідницьких шпурах довжиною 3–4 м. Технологія ущільнення та зміцнення масиву, що оточує дослідну ділянку штрека 2/1, складалася з трьох етапів. На першому етапі, спираючись на виконані дослідження тріщинуватості, визначено просторову мережу ін'єкційних отворів та їх довжину. Ці отвори (шпури $d = 42$ мм) вибурювались по нормалі до осі штрека через 0,75 м на глибину 3,0 м. Як ін'єкційний засіб використано експансивну суміш портланд-цементу, випаленого вапна та гірничого гіпсу з відповідно добраними домішками.

Після реалізації 1-го етапу і утворення ущільнюючої зависи (рис. 3) на другому етапі змонтовано додаткові рами кріплення, а бічні поверхні штрека вкриті сіткою (відшивкою), після чого простір між сіткою та кріпленням заповнено гідравлічною закладкою. При реалізації 2-го етапу в покрівлі штрека залишено труби Ш-2" з інтервалом 3 м для подальшого доущільнення масиву в верхній частині штрека шляхом ін'єктування на 3-му етапі.

Представлений спосіб слугує прикладом профілактичних робіт для попередження появи вогнищ ендегенних пожеж в оточенні виробок, пройдених через зони тектонічних порушень.

На рис. 4 показані деякі приклади ліквідації пожежної загрози у виробках, в яких існують труднощі з виявленням ендегенних пожеж.

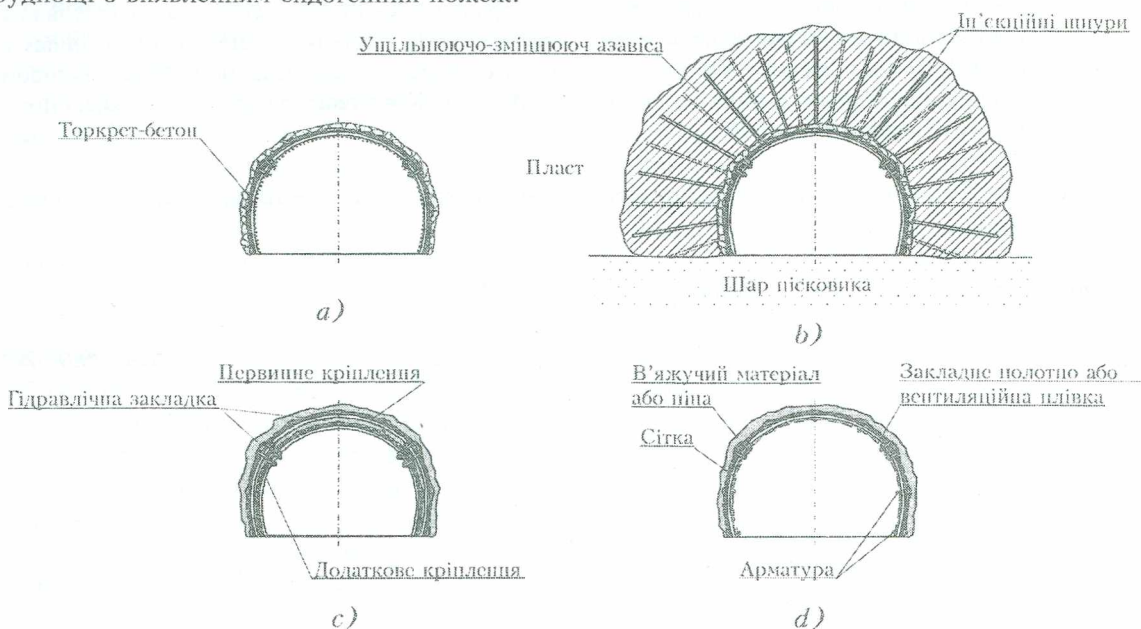


Рис. 4. Приклади ліквідації пожежної загрози у виробках, в яких існують труднощі з визначенням вогнищ ендегенних пожеж:

a – торкрет з в'язучого матеріалу на елементах кріплення, *b* – ущільнення і зміцнення гірського масиву через ін'єкційні шпури, *c* – влаштування додаткового кріплення і заповнення простору між кріпленням гідравлічною закладкою, *d* – розміщення закладкового полотна чи вентиляційної плівки на кріпленні, закріплення на кріпильні сітки та зміцнення її арматурою, ущільнення скельного масиву в'язучим матеріалом або піною

5. Висновки

Підвищення безпеки праці в підземних умовах шляхом ін'єкційного ущільнення і зміцнення гірського масиву навколо гірничих виробок можна досягнути як під час їх проходження, так і при їх тривалій експлуатації.

Найбільш ефективним способом запобігання ендегенних пожеж в цих умовах та найбільш раціональним способом попередження обрушення порід склепіння виробок під час їх відновлення є виконання попереднього ін'єктування сумішей в'язучих речовин в тріщинуватий масив. Поєднання ін'єкційного методу ущільнення масиву з поверхневим тампонажем тріщин на контурі виробки стабільно підвищує ефективність профілактичних робіт.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Chrostek J., Hromek A., Gorszczyński J., Pawelczyk H., Rembielak T.: Iniekcyjne wzmacnianie górotworu podczas przebudów wyrobisk korytarzowych jako sposób zapobiegania obwałom skał i skutkom tych obwałów. (Iniektory rock mass firming during dog headings rebuildings as a way of preventing from falls and their results.) Kwartalnik Naukowo-Techniczny Budownictwo Podziemne. Nr 2, czerwiec 2000 r.
2. Chrostek J., Kraus A., Rembielak T.: Zapobieganie powstawaniu pożarów endogenicznych w filarze oddzielającym od zrobów chodnik wykonany przez uskoki o różnej wielkości zrzutów. (Preventing from spontaneous fires in phillar separating from abandoned workings roadway made by faults of various falls sizes). Budownictwo Podziemne 2000, Kraków 25-27 września 2000. AGH Wyd. Naukowo-Dydaktyczne. Kraków 2000.
3. Rembielak T.: Increasing the safety of work in mining by the usage of iniektory sealing and firming the rock mass. Międzynarodowa Konferencja "Aktualne problemy banictwa a geologii" Slovenská Banická Spoločnosť. Zbornik Prednasáok. Demänovska Dolina – Slovak Republik, 12-13 October 2000.
4. Rembielak T., Piątek J, Mielniczek I.: Zapobieganie pożarom endogenicznym w otoczeniu chodnika wykonanego w pokładzie 510 w strefie uskokowej. (Preventing from spontaneous fires in the surrounding of roadway performed in the seam 510 in fault zone). Wydawnictwo Politechniki Śląskiej – Zeszyt Naukowy „IX Międzynarodowe Sympozjum GEOTECHNIKA '2000" organizowane w ramach obchodów 50-lecia Wydziału Górnictwa i Geologii. Materiały Konferencyjne, część I – polska. Gliwice – Ustroń 17-21 października 2000 r.
5. Rembielak T.: Zwiększanie bezpieczeństwa pracy w kopalniach na drodze iniekcyjnego uszczelniania i wzmacniania górotworu w otoczeniu wyrobisk korytarzowych. (Increasing safety work in mines by iniektory sealing and firming rock mass in the surrounding of dog headings). Międzynarodowa Konferencja V Jubileuszowa Szkoła Geomechaniki. Materiały Konferencyjne, część I - polska. Gliwice - Ustroń 16 - 19 października 2000 r.

РЕМБЕЛЯК Тадеуш – доктор-інженер Краківської гірничо-металургійної академії, Польща.
Наукові інтереси:

- вибухові роботи;
- фізичні процеси гірничого виробництва.

Подано 29.01.2004