

Andrzej KUBAŃSKI

Zakład Inżynieryjny „Georem”, Sosnowiec

Jan ZYCH

Politechnika Śląska, Gliwice

Stanisław ZAWADA

Zakład Inżynieryjny „Georem”, Sosnowiec

Technologie likwidacji płytkich wyrobisk górniczych

Streszczenie

Płytką eksploatacja górnicza prowadzona na małych głębokościach z zawałem stropu stanowi zagrożenie powierzchni terenu w postaci deformacji nieciągłych. Potrzeba wykorzystania terenów dla budownictwa powoduje konieczność działań zmierzających do likwidacji skutków podziemnej eksploatacji i wtórnego zniszczenia struktury górotworu. W artykule przedstawione zostały materiały stosowane do podsadzania oraz technologie likwidacji płytkich wyrobisk górniczych.

1. Wprowadzenie

Eksploatacja kopalni użytecznych powinna uwzględniać w rachunku kosztów jej skutek w postaci powstania w podziemiach pustek propagujących z upływem lat ku górze.

Przy eksploatacji głębokiej odkształcenia powierzchni mają charakter ciągły i można je z dość dużą dokładnością przewidywać oraz regulować systemem eksploatacji tak, aby nie przekraczały wartości dopuszczalnych, przed którymi obiekty zabezpiecza się konstrukcyjnie bez konieczności uzdatniania podłoża.

Zwiększenie intensywności eksploatacji w ostatnim półwieczu spowodowało uaktywnienie się procesów zawałowych płytko zalegających pustek na terenie wielu starych kopalń. Wzrost obciążeń powierzchniowych związanych z procesami urbanizacji uaktywnił również formy krasowe w skałach węglanowych i kawerny powstałe w wyniku ługowania gipsów i soli. Oddziaływanie płytkiej eksploatacji może doprowadzić do całkowitej dewastacji własności górotworu jako podłoża budowlanego i powodować katastrofy budowlane. Ramy artykułu nie pozwalają na przytaczanie szczegółowych przykładów znanych czytelnikom związanym z geologią i górnictwem.

Wielkoprzestrzenne wyrobiska górnicze związane z głęboką eksploatacją systemami zawałowymi powodują odprężenie górotworu w kierunku powierzchni, gdzie uaktywniają się procesy zapadania wyrobisk po starej eksploatacji. Upływ czasu spowodował, że strop tych wyrobisk zbliżył się do powierzchni, a drenujące oddziaływanie spowodowało rozluźnienie pierwotnej struktury nadległych skał i gruntów.

Dokuczliwość zjawisk zapadliskowych na powierzchni spowodowała potrzebę działań ratunkowych. W pierwszym okresie działania te polegały na zasypywaniu zapadlisk materiałem będącym w najbliższym rejonie.

Potrzeba wykorzystania terenów dla budownictwa powoduje konieczność działań zmierzających do likwidacji skutków podziemnej eksploatacji i wtórnego zniszczenia struktury górotworu.

Do zadań procesów podsadzania należy wypełnienie pustek poeksploatacyjnych, co niekiedy nazywane jest lokowaniem odpadów, i nie wymaga się w tym procesie podparcia stropu i całkowitego wypełnienia pustki, a własności materiałów podsadzkowych dobierane są pod kątem jak największej chłonności, przy znikomym stopniu kontroli samego procesu podsadzania.

Metody uzdatniania podłoża różnicuje się ze względu na rodzaje stosowanych mediów i materiałów podsadzkowych oraz pod kątem sposobu udostępnienia wyrobisk lub górotworu i wprowadzenia medium.

Pod pojęciem uzdatniania do zabudowy terenu zdewastowanego płytką eksploatacją górnictwą rozumiemy:

- likwidację wyrobisk udostępniających - szybów i szybków, sztolni,
- likwidację pustek w strefie wyrobisk eksploatacyjnych i pustek wtórnych w górotworze nadległym wraz z ewentualnym krasem,
- wzmocnienie i uszczelnienie zruszonego górotworu nadległego nad wyrobiskami wraz z nadkładem,
- profilaktykę przeciwpożarową obejmującą tamowanie, uszczelnianie i częściowo gaszenie ognisk pożarowych.

Sposób i zakres uzdatniania ma zapewnić możliwość zabudowy terenu albo prowadzenia głębszej eksploatacji lub spełnienie wymagań obu tych dziedzin równocześnie tj:

- wykluczenie lub ograniczenie do minimum powstawania deformacji nieciągłych jako procesu naturalnego, reaktywowanego lub pożarowego,
- wykluczenie procesów sufozji i nagłego wdarcia się nadkładu gruntowego do wyrobisk, oraz inicjującego deformacje wpływu wszelkich innych zmian warunków wodnych,
- zmniejszania osiadań, dosiadań i deformacji ciągłych do poziomu wymagań konstrukcyjnych lub prognozowanych przez górnictwo dopuszczalnych odkształceń łącznych od perspektywicznej i dokonanej eksploatacji.

2. Materiały podsadzkowe

Współcześnie w skali przemysłowej do uzdatniania i podsadzania wyrobisk górniczych stosuje się głównie:

- 1) podsadzki hydrauliczne, przede wszystkim klasyczne typu piaskowego i niekiedy sporządzone na bazie specjalnych kruszyw,
- 2) podsadzki z popiołów lotnych suchych i zraszanych,
- 3) pulpy (suspensje) popiołowe,
- 4) zaczyny wiążące, wśród których wyróżniamy jedno i wieloskładnikowe:
 - pyły cementowe,
 - zaprawy cementowo - piaskowe,
 - cementowo-pyłowe,
 - cementowo-popiołowe,
 - cementowo-iłowe,
 - cementowo – popiołowo - wapienne,
 - żuźlowo – cementowe.

Decyzja o doborze poszczególnych mediów do wprowadzenia w górotwór dla osiągnięcia

założonego celu musi uwzględniać cały szereg uwarunkowań od przyrodniczych poprzez techniczne do ekonomicznych. Jak każdy proces „leczący”, proces podsadzania i uzdatniania powoduje również niekorzystne zjawiska. Jednym z podstawowych jest zachowanie odpowiednich własności mieszanin szczególnie proporcje materiału mineralnego do jego nośnika. Nadmiar powietrza lub niekontrolowany odpływ wody mogą spowodować nowe szkody w odległych rejonach.

Mieszanki wyszczególnione w pkt 1 do 3 nadają się szczególnie do podsadzania dużych pustek nie wypełnionych wodą i gdzie nie jest wymagane uzyskanie podpórności stropu. Wtłaczanie ich do środowiska zawodnionego powoduje rozproszenie przestrzenne i niekontrolowane składowanie na kierunkach odpływu wód.

Zaczyny w pozycji 4 mają charakter mediów uniwersalnych tzn., że mogą być stosowane samodzielnie we wszystkich warunkach i zadaniach stawianych podsadzaniu i uzdatnianiu. Głównym ich przeznaczeniem jest nadanie cech wytrzymałościowych, całkowite wypełnienie pustek oraz uszczelnianie górotworu i wykonanie zabiegów poniżej zwierciadła wody. Pustki wypełnia się zarówno przez bezpośrednie udostępnianie jak i pośrednio poprzez przetłoczenia systemem szczelin. W większości posiadają dobre właściwości penetracji szczelin i rozlewność umożliwiającą przetłaczalność systemem pompowym. Jest to bardzo przydatne przy likwidacji pustek wtórnych, których położenie nie zawsze jest znane i często nie może być ustalone. Rodzaj zaczynu ustala się zależnie od jego właściwości, wymagań i warunków stosowania. Ogólnie można powiedzieć, że mieszanki lepsze (ale droższe) są predysponowane do prac poniżej zwierciadła wody i w przypadkach konieczności dalszego przetłaczania w podłożu np. pod obiektami istniejącymi.

Często zaczyny znajdują zastosowanie jako medium uzupełniające uzdatnianie wykonane uprzednio podsadzką lub pulpą. Istotną zaletą stosowania zaczynów w przeciwieństwie do podsadzki czy pulpy jest możliwość kontrolowania procesu ich rozchodzenia się metodą geofizyczną niezależnie od kontroli ciśnienia.

3. Technologie udostępniania

Z punktu widzenia sposobu wprowadzenia medium do górotworu wyróżniamy metody oparte na:

- a) systemie podziemnych wyrobisk górniczych,
- b) siatce otworów wiertniczych pionowych i kierunkowych wykonywanych z powierzchni,
- c) systemie kombinowanym obejmującym wyrobiska podziemne uzupełnionymi otworami dołowymi kierunkowymi (najczęściej poziomymi) i powierzchniowymi pionowymi lub skośnymi.

Znane autorom zastosowania techniki wiertniczej do udostępnienia wyrobisk z jednoczesnym wykorzystaniem do podsadzki mieszaniny wodno – piaskowej miały miejsce w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku przy likwidacji zapadliska na jezdni.

Zwiększające się potrzeby działań niejednokrotnie w trybie awaryjnym spowodowały, że kierunek udostępnienia pustek metodami wiertniczymi stał się dominujący. Technologie wiertnicze pozwalają na udostępnienie pustek pod istniejącymi obiektami, pustek zawodnionych oraz będących w stanie pożarowym.

4. Technologie sporządzania mieszanin

Z pośród licznych możliwych podziałów technologii podsadzania wyrobisk i uzdatniania

terenu najbardziej odpowiedni i obejmujący całokształt zagadnienia jest podział biorący jako wyróżnik rodzaj medium służącego jako nośnik materiału wypełniającego.

Możemy więc wyróżnić następujące nośniki: płynne, gazowe i kombinowane.

Uwzględniając chronologię rozwoju technologii pierwszym nośnikiem była woda umożliwiająca zmycie piasku i doprowadzenie mieszaniny do wyrobisk, w których przy poziomym rozprowadzeniu zostawał piasek, a woda odpływała do dalszych wyrobisk.

W ostatnich latach piasek został zastąpiony pyłami i popiołami elektrownianymi, a czysta woda coraz częściej zastępowana jest mieszaniną wiążącą, eliminując nadmiar płynnego nośnika i niekontrolowany jego rozpląt w wyrobiskach.

Konieczność podawania dużej objętości materiału pylastego spowodowała zastosowanie sprężonego powietrza. Technologia pneumatycznego podawania materiału podsadzowego w przypadku wyrobisk węglowych niesie za sobą pożary często w odległych polach eksploatacyjnych. Można jednak ją stosować przy wykorzystaniu gazów obojętnych nawet do gaszenia tychże pożarów.

Płynne i gazowe nośniki doskonale nadają się do drobnoziarnistych materiałów wypełniających.

Do transportu i sporządzania mieszanin wypełniających pustki adoptowano sprzęt używany w wiertnictwie i budownictwie. Najkrótsza ocena tego sposobu działania sprowadza się do stwierdzenia „skutecznie lecz drogo”. Efekty ekonomiczne przejawiają się w nadmiernym zaangażowaniu energetycznym. Opracowane przez autorów koncepcje budowy specjalistycznego agregatu, z którymi zapoznano kilku wykonawców, nie mogą być zrealizowane, gdyż każdy koncentruje się na najbliższym zadaniu, nie będąc pewnym wygrania następnego przetargu. Wielkość zadań realizacyjnych nie przekracza trzech miesięcy, co nie wystarcza na zgromadzenie środków na inwestycje.

Pyły i popioły elektrowniane - niedawno odpady - stały się poszukiwanym produktem o licznych zastosowaniach i ciągłą ich dostawę można zapewnić tylko w sezonie jesienno – zimowym. Hałdy przykopalniane zalegają natomiast materiały skalne o frakcjach żwirowych i kamienistych. Fakt ten stał się inspiracją do opracowania nowej metody podawania materiału podsadzowego do udostępnionych otworami wyrobisk (rys. 5.1).

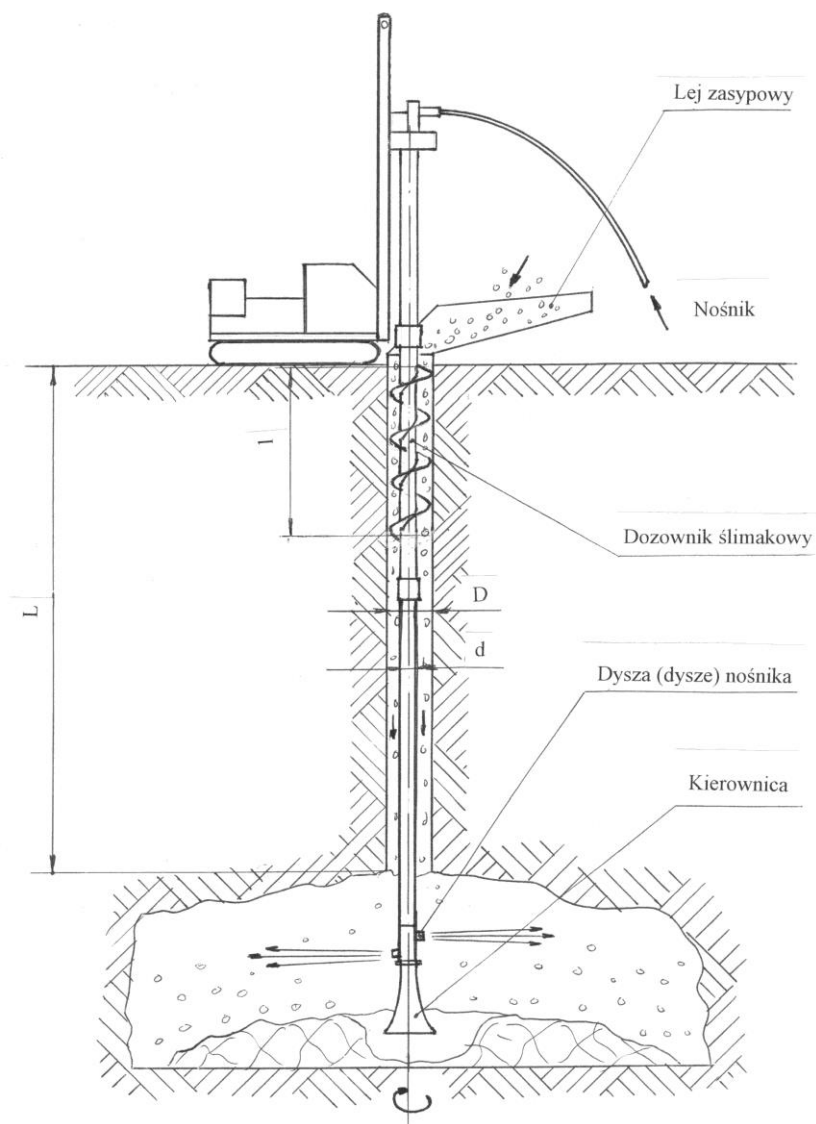
Metoda ta polega na dozowaniu podajnikiem śrubowym materiału o frakcjach do 50 mm do otworu, którym materiał opada tworząc stożek nasypowy. W otworze tym znajdują się dysze wylotowe stanowiące zakończenie przewodu wiertniczego. Z dysz wypływa wysokoenergetyczny strumień gazu lub płynu o zadanych właściwościach. Energia strumienia odrzuca materiał podsadzowy mieszając go np. z zaczynem cementowym. Odpowiednia kinematyka ruchu dysz i dozowanie, pozwalają na wypełnienie przestrzeni wyrobiska.

Technologia ta powstała na potrzeby likwidacji Kopalni barytu „Boguszów”, gdzie została pierwszy raz z powodzeniem wdrożona dla likwidacji części wyrobisk.

5. Sposoby wypełniania nieciągłości w strukturze górotworu oraz pustek

W rejonach eksploatacji węgla wykształciła się w ostatnich latach stosowana przez wykonawców metoda uzdatniania podłoża określana mianem „z góry w dół”. Polega ona na rozpoczynaniu procesu zatłaczania odcinka z pierwszą napotkaną nieciągłością w górotworze sygnalizowaną zanikiem płuczki wiertniczej. Sposób ten pozwala na likwidację pustek wynikających z wtórnego rozluźnienia monolitu gruntowo skalnego już w strefie oddziaływania obciążeń budowlanych i zapobiega infiltracji wód w głąb. Szczególne zalety wykazuje ten sposób prowadzenia prac pod istniejącymi obiektami budowlanymi choć niesie za sobą zwiększony za-

kres prac wiertniczych związanych z ponownym wierceniem w strefach podsadzonych.



Rys. 5.1 Metoda podawania materiału podsadzkowego do udostępnionych otworami wyrobisk
Fig. 5.1 The method of feeding backfill material to headings accessed with boreholes

Podawanie materiałów podsadzkowych z nośnikami gazowymi i płynnymi nie zawsze może być zastosowane. Dotyczy to szczególnego przypadku kiedy trzeba zlikwidować pustki do określonej głębokości, a niżej są też wyrobiska. Zdolność penetracji materiału podsadzkowego z wyżej wymienionymi nośnikami wyklucza ich stosowanie, szczególnie kiedy zleceniodawca dysponuje ograniczonymi środkami finansowymi. Dysponujemy wówczas metodą wybuchową

likwidacji stabilności stropu nad wyrobiskami lub wspomnianym powyżej sposobem podszadzenia materiałem o frakcji żwirowo – kamienistej.

6. Podsumowanie

Proces likwidacji pozostałości po eksploatacji kopalni jak starano się to wykazać w treści jest działalnością interdyscyplinarną. Żadna z profesji geologiczno – górniczej nie obejmuje wszystkich zagadnień. Dlatego podstawą działania zmierzającego do likwidacji pustek poeksploatacyjnych i przywrócenia górotworowi własności przyrodniczych i technicznych powinien być projekt likwidacji i prognoza zmian jakie zajdą po jego zrealizowaniu.

Wypracowane w ostatnich kilkudziesięciu latach technologie nie wyczerpują możliwości realizacji potrzeb w przedmiotowym zakresie. Realizacja podszadzeń i uzdatniania terenów nie przebiega w sposób uporządkowany i jest pozostawiona przyszłym inwestorom lub zakładom górniczym, które z bieżących środków nie są w stanie zlikwidować powstałych w ubiegłych stuleciach wyrobisk. Wydaje się, że zagadnienie przywrócenia wartości użytkowej terenu o powierzchni około 11.500 ha na terenie Górnego Śląska powinno być przedmiotem zainteresowania służb zajmujących się ochroną środowiska.

Literatura

- [1] Kuniewicz S. 1983: Niektóre metody uzdatniania podłoża zagrożonego lub zdewastowanego płytką eksploatacją górniczą. Konferencja NOT.
- [2] Kubański A., Zych J. 1999: „Projektowanie prac likwidacyjnych płytko zalegających pustek poeksploatacyjnych”. Międzynarodowa Konferencja „IV Szkoła Geomechaniki” cz. I, Gliwice – Ustroń.
- [3] Kubański A., Zawada S. 1996: „Podszadzanie i uzdatnianie terenu z płytko zalegającymi pustkami poeksploatacyjnymi”. VII Międzynarodowe Sympozjum „Geotechnika – Geotechnics 96”, Gliwice – Ustroń.

Technologies of liquidating shallow underground mining headings

The shallow mining extraction activity carried out at little depths with the collapse of the roof represents hazard of generating discontinues deformations of the topography surface.

The need of utilizing the terrain for building purposes causes necessity of introducing actions aiming for liquidation of results of underground mining activity and derivative destruction of rock mass structure. The article outlines types of materials used for voids back-filling as well as the technologies of liquidation of shallow underground mining headings.

Przekazano: 22 marca 2001