ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994
Seria: GÓRNICTWO z. 220 Nr kol. 1242

Zenon **SZCZEPANIAK**
Jan **URBAŃCZYK**
Ryszard **ŻYLIŃSKI**
Instytut Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego
i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej, Gliwice

WYBRANE PROBLEMY TECHNICZNE LIKWIDACJI KOPALŃ

Streszczenie. W pracy przedstawiono metody i sposoby technicznej likwidacji kopalń. Szczegółowej analizie poddano te rozwiązania konstrukcyjne, które w istotny sposób wpływają na przebieg procesu likwidacji, jego koszty oraz dają możliwość rekultywacji terenu po zlikwidowanych obiektach. Zwrócono także uwagę na zagrożenia, jakie mogą występować w trakcie likwidacji i po zlikwidowaniu kopalni. Artykuł jest wynikiem pracy badawczej własnej o symbolu BW-748/RG-4/92.

SOME TECHNICAL PROBLEMS OF MINE CLOSURE

Summary. The results of various technical methods, which were used at the time of closure of the mines in the West Countries have been presented in this paper. In particular the problems of constructions which determine the time, the costs and correct process of closure of the mines have been analysed. A description of different hazards that can take place at the time of closure and after wards is also given.

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Резюме. В работе представлены методы и способы технической ликвидации шахт. Проведен подробный анализ тех конструкционных решений, которые в значительной степени влияют на ход процесса ликвидации и его стоимость, а также дают возможность рекультивации территории, на которой находились эти

объекты. Обращается также внимание на опасности, которые могут выступить во время ликвидации и после ликвидации шахты.

Настоящая работа - это результат собственной исследовательской работы Б - 748/ТЖ-4/92.

1. WPROWADZENIE

Jednym z istotnych problemów, przed jakim stoi górnictwo węglowe w obecnej chwili zmian systemu gospodarczego, jest problem likwidacji kopalń. Problem ten należy rozpatrywać w dwóch aspektach, warunkowanych sytuacją techniczno-ekonomiczną kopalni. Pierwszą grupę kopalń, których likwidacja jest nieuchronna, stanowią kopalnie przeznaczone do likwidacji na skutek wyczerpania zasobów, drugą natomiast takie, w których wyniki ekonomiczne w przeciągu kilku lat są niekorzystne. O ile w pierwszym przypadku sprawa likwidacji i zamknięcia kopalni jest bezdyskusyjna, o tyle w przypadku kopalń nierentownych podjęcie decyzji o zamknięciu jest sprawą znacznie bardziej złożoną. Ogólnie można powiedzieć, że proces likwidacji kopalni obejmuje trzy podstawowe kierunki działalności [1, 6, 10]:

- ekonomiczne aspekty likwidacji;
- techniczno-organizacyjny przebieg procesu likwidacji;
- społeczne skutki likwidacji kopalń.

W pracy niniejszej główny nacisk położono na problemy techniczne związane z likwidacją kopalni, które decydować będą o harmonogramie prac likwidacyjnych oraz o wysokości nakładów finansowych ponoszonych w trakcie likwidacji. Dla przyjęcia właściwych rozwiązań technicznych oraz prawidłowej oceny ich skutków ekonomicznych celowe jest dokonanie analizy przebiegu procesu likwidacji w tych krajach, gdzie problemy takie już rozwiązywano uzyskując stosowane doświadczenie. Taki też cel postawiono niniejszej pracy, mając nadzieję, że przedstawiona analiza może ułatwić prace techniczno-projektowe w naszych warunkach.

2. ANALIZA TECHNICZNYCH PROBLEMÓW LIKWIDACJI KOPALŃ W ŚWIETLE DOTYCHCZASOWYCH DOŚWIADCZEŃ ZAGRANICZNYCH

Problemy techniczno-ekonomiczne, jakie należy rozważyć w projekcie zamykania kopalni, dotyczą nie tylko samych rozwiązań likwidacji wyrobisk. Należy bowiem pamiętać, że proces likwidacji wymaga znacznych nakładów finansowych właśnie na techniczno-organizacyjną stronę przedsięwzięcia. Według danych zawartych w pracy [2] na ogólną kwotę 437,3 milionów szylingów austriackich przeznaczonych na likwidację kopalni, koszty techniczno-organizacyjne ynosiły 295,0 milionów, tj. ok.

67%, a na cele społeczno-socjalne przeznaczono 172,3 mln, tj. 33%. Ponowna analiza kosztów wykonana już po zlikwidowaniu zakładu wykazała, że dzięki właściwemu przebiegowi robót likwidacyjnych koszty techniczne zmniejszono o ok. 20% i w rzeczywistości wynosiły one ok. 207,6 mln, zanotowano natomiast wzrost kosztów socjalnych i to o ok. 16%. Zdaniem Autora pracy [2] uzyskanie zmniejszonych kosztów technicznych było możliwe dzięki niezwykle szybko i nieprzerwanie prowadzonym robotom likwidacyjnym. Przygotowanie zatem w fazie projektowej dokładnego harmonogramu prac likwidacyjnego może znaczący sposób wpłynąć na koszt netto całego przedsięwzięcia. Próby określenia kosztów likwidacji kopalni w warunkach polskich podjęto, ze zrozumiałych względów w sposób teoretyczny w pracach [10,12]. Autorzy tych prac usprawiedliwiają swoje wątpliwości brakiem wiarygodnych danych kosztów poszczególnych operacji [10] oraz informacji o wysokości nakładów, jakie może ponieść budżet państwa w momencie podjęcia decyzji o likwidacji kopalni. Ogólnie stwierdza się [12], że techniczne koszty likwidacji są krotnością wartości majątku trwałego netto kopalni.

2.1. Techniczny proces likwidacji kopalni, likwidacja wyrobisk

W okresie powojennym, jak stwierdzają Autorzy pracy [7], brak jest doświadczeń dotyczących całkowitej likwidacji kopalń realizujących działalność produkcyjną i dysponujących udostępnionymi niewybranymi zasobami bilansowymi. Znane przypadki likwidacji kopalń w Polsce sprowadzały się najczęściej do takiej sytuacji, kiedy likwidacja kopalni związana była z wyczerpywaniem się jej zasobów lub też kiedy kopalnia ulegała likwidacji, a de facto była łączona z inną kopalnią, co miało miejsce wtedy, kiedy chodziło o czyste wybieranie złoża o szczególnej wartości, np. filara ochronnego szybu, filara granicznego itp. Na podstawie analizy Polskiego Prawa Górniczego (art. 120) Autorzy pracy [7] stwierdzają, że proces likwidacji będzie miał charakter długotrwały, obejmujący okres kilku lat. Okres ten obejmuje trzy zasadnicze stadia [7]:

- okres przygotowania do likwidacji;
- okres likwidacji właściwej;
- okres po zamknięciu kopalni.

Zgodnie z celem niniejszego opracowania zajmiemy się w nim tylko okresem likwidacji właściwej. Analiza przebiegu tego okresu powinna obejmować przede wszystkim ocenę kosztów działalności kopalni w okresie zmniejszającego się wydobycia w połączeniu z w miarę precyzyjnym harmonogramem likwidacji kopalni decydującym o wielkości nakładów finansowych. Harmonogram taki winien uwzględniać następujące etapy [7]:

- selektywnej eksploatacji kończącej;
- likwidacji poszczególnych poziomów wydobywczo-wentylacyjnych;
- prac likwidacyjnych na powierzchni.

Taki podział okresu likwidacji jest zgodny z doświadczeniami uzyskanymi podczas likwidacji kopalni Fohnsdorf, która utraciła możliwości efektywnego wydobywania węgla brunatnego na skutek wysokich i wciąż wzrastających strat ekonomicznych [2].

W pracy tej [2] proponuje się także przyjęcie innej systematyki prac likwidacyjnych, która zdaniem Autorów daje lepszą możliwość dostosowania czasu prowadzenia poszczególnych operacji do warunków technicznych danej kopalni oraz jej możliwości finansowych. Techniczny proces likwidacji kopalni, przy uwzględnieniu eksploatacji kończącej, winien przede wszystkim obejmować:

- likwidację wyrobisk i poziomów wydobywczo-wentylacyjnych;
- likwidację szybów;
- kontrolę procesu likwidacji.

Likwidacja poszczególnych wyrobisk i poziomów wydobywczych obejmuje dwa etapy:

- etap pierwszy stanowią prace umożliwiające odzyskanie sprzętu i wyposażenia wyrobisk. Wg pracy [6] za odzysk opłacalny uważa się taki, kiedy jego koszt nie przekroczy 75% realnej wartości odzyskanego sprzętu, a czas trwania tych prac nie powinien przekroczyć 6 miesięcy. W czasie prowadzenia tych prac konieczna jest dokładna ewidencja sprzętu odzyskanego oraz sprzętu uznanego za stracony;
- w drugim etapie dokonuje się likwidacji wyrobisk, pól eksploatacyjnych, poziomów.

  Likwidacja taka polegać będzie na wyrabowaniu obudowy i doprowadzeniu do zawału wyrobiska lub na otamowaniu pola i jego zatopieniu, czy wreszcie na podsadzeniu likwidowanych wyrobisk.

Zastosowanie określonego sposobu likwidacji będzie warunkowane sytuacją techniczną kopalni oraz całego rejonu. W przypadku możliwości przerwania wód z zatopionych wyrobisk do kopalń sąsiednich niemożliwe jest stosowanie zatapiania wyrobisk, a wręcz przeciwnie - konieczna jest dokładna izolacja wyrobisk za pomocą tam wodoszczelnych i odpowiednio wytrzymałych. Oryginalną konstrukcję takich tam zaprezentowano w pracy [10]. Tamy izolacyjne części kopalni wykonano w postaci korków betonowych o grubości rzędu 5 m. Przed przystąpieniem do budowy korka na koniecznej długości usuwa się obudowę, zabezpieczając ten odcinek wyrobiska systemem podciągów i klinów drewnianych. Następnie usuwa się mechanicznie rozluźnioną lub spękana warstwę skał otaczających wyrobisko, tak aby korek był związany z niespękaną i nienaruszoną skałą. Kolejnym etapem prac jest skotwienie górotworu, np. kotwiami wklejanymi, które w tym konkretnym przypadku posiadały długość rzędu 2 m i średnicę ∅ 30 mm. Kotwie rozmieszczono w układzie siatki o oczkach 1x1m. Na początku i końcu korka wykonano mury oporowe z prefa-brykowanych pustaków betonowych, które w miarę układania zalewano betonem. Zewnętrzny mur oporowy korka (od strony zamykanych wyrobisk) wzniesiono aż do stropu, wewnętrzny (od strony szybu) wykonano na wysokość 1,2 m od spągu i podnoszono go w miarę wypełniania przestrzeni betonem. W korku przed jego wypełnieniem zamontowano dwie lutnie o średnicy ∅ 720 mm i ∅ 900 mm w taki sposób, że lutnię o mniejszej średnicy połączono od wewnątrz z lutnią o większej średnicy za pomocą śrub, tworząc tzw. połączenie sierpowe. Zestaw lutni przechodzący przez obydwa mury oporowe był

nachylony w kierunku izolowanego wyrobiska i umożliwiał wentylację oraz kontrolę procesu cementacji doszczelniającej. Cementacja ta mogła być wykonana dzięki systemowi rur osadzonych w korku pomiędzy murami oporowymi. Po wykonaniu tych czynności przystąpiono do wypełniania przestrzeni między murami oporowymi, z intensywnością wynoszącą 0,3 m/h w odniesieniu do pionowej wysokości muru, tak żeby ciśnienie dostarczanego betonu nie spowodowało zniszczenia murów oporowych. Do betonowania używano cementu odpornego na działanie korozji siarczanowej o wytrzymałości na ściskanie R_c = 40 MPa. W ciągu jednej zmiany zużywano do 40 m^3 betonu na bazie kruszywa ∅ 10 mm i opóźniacza wiązania 2 godzinnego. Pomiędzy kolejnymi wypełnieniami stosowano 24-godzinną przerwę, w czasie której wznoszono mur wewnętrzny i osadzono rury cementacyjne.

W sposób niezwykle precyzyjny kontrolowano zarówno skład betonu, jak również harmonogram jego dostaw. Autor pracy [10] szczególnie akcentuje ten fragment procesu technologicznego, zdając sobie sprawę, że dokładne wykonanie tamy gwarantować musi szczelne zamknięcie wyrobisk. Znamienne jest, że mimo stosowania opóźniacza wiązania wystąpienie przerw w dostawie betonu ponad 40 minut wymagało przerwania betonowania i przepłukiwania pompy i rurociągów, co z kolei zajmowało ok. 45 min. Po upływie 28 dni od chwili wykonania korka przeprowadzono cementację doszczelniającą oraz zabetonowano wspomnianą już lutnię. Należy zaznaczyć, że tego typu konstrukcje tam izolacyjnych będą szczególnie przydatne w tych przypadkach, kiedy wyrobiska będą likwidowane przez podsadzanie. Ten kierunek sposobu likwidacji jest zalecany również ze względów ekologicznych, bowiem wyrobiska kopalniane mogą spełniać funkcję podziemnych składowisk odpadów.

Oczywistą sprawą jest, że w takich przypadkach konieczne będą ekspertyzy warunków geologicznych i hydrogeologicznych górotworu, aby odpady nie powodowały zanieczyszczenia wód podziemnych. Opierając się na stwierdzeniach Autorów pracy [7] podkreślić należy, że likwidacja poziomu wydobywczego w każdym przypadku wymaga indywidualnego podejścia metodycznego i technologicznego. Należy zaznaczyć, że likwidacje części kopalni spowodowane np. zakończeniem wybierania złoża były już w Polsce dokonywane. Jedną z ostatnich prac dotyczących tej problematyki jest praca [1] prezentująca sposób przeprowadzenia prac likwidacyjnych w rejonie otamowanych zrobów pokładu 620 w KWK "Grodziec".

Na podstawie doświadczeń uzyskanych w czasie robót likwidacyjnych w rejonie otamowanych zrobów ustalono, że w wyrobiskach, w których prowadzi się likwidację sprzętu i urządzeń, należy w sposób szczególny kontrolować warunki gazowe i stopień stężenia CO_2 i O_2, nie dopuszczać do spadku strumienia powietrza, a także kierować do takich prac ludzi o wysokich kwalifikacjach zawodowych. O ile technologie likwidacji wyrobisk do poziomów wydobywczo-wentylacyjnych mogą być oparte w dużej liczbie przypadków na doświadczeniach własnych kopalni, o tyle likwidacja szybów otworów wentylacyjnych, sztolni dokonywana jest praktycznie w momencie likwidacji całego zakładu, rejonu lub pola. Dlatego też podjęcie decyzji o sposobie

likwidacji szybu musi być rozważane wielowariantowo. Dla przykładu podjęcie decyzji o likwidacji szybów kopalni Fohnsdorf poprzedzone zostało analizą ponad 6 wariantów możliwych do zastosowania. Pamiętać należy, że szyb mający kontakt z powierzchnią, źle zabezpieczony może być przyczyną takich deformacji powierzchni, które mogą uniemożliwić pełną rekultywację terenu i wpływać na bezpieczeństwo obiektów zlokalizowanych w pobliżu.

Dokonując analizy sposobów likwidacji szybów oparto się na pracach poszerzających to zagadnienie [2, 6, 7, 10]. Pierwsza z wymienionych prac przedstawia likwidacje szybów kopalni Fohnsdorf [2] eksploatującej złoża witrytu w latach 1841 do 1978 r. Likwidacja dotyczyć miała pięciu szybów o różnej głębokości najgłębszy 1054 m, a najpłytszy 241 m. Z uwagi na różne wyposażenie szybów i różną obudowę rozważano wiele sposobów ich likwidacji.

Pierwszy z rozpatrywanych wariantów zakładał zamknięcie szybów za pomocą korka betonowego zlokalizowanego na głębokości 50 m od powierzchni. W celu ustalenia warunków geotechnicznych, a konkretnie własności skał na tej głębokości, wykonano otwory badawcze. Ze względu na niezadowalające rezultaty uzyskane za pomocą otworów wiertniczych postanowiono wykonać sztolnię badawczą o długości 7 m na głębokości projektowanego zamknięcia. Dzięki wykonanej sztolni stwierdzono, że zamiast spodziewanej na tej głębokości warstwy twardego margla występuje bogaty w mikę piaskowiec, zaburzony tektonicznie i prowadzący ciek wodny. Takie warunki nie dawały gwarancji odpowiedniego posadowienia korka betonowego na tej właśnie głębokości.

Kolejnym wariantem likwidacji było naziemne zamknięcie szybu za pomocą kołowej płyty żelbetowej o średnicy ∅ 15 m. Płyta taka jednak powodowałaby znaczne obciążenie gruntu wokół szybu, dlatego tez konieczne byłoby wzmacnianie słabych skał czwartorzędowych występujących aż do głębokości 30 m. Ponieważ zdaniem ekspertów nie można było wykluczyć wzrostu poziomu wód i erozji betonu oraz niszczenia ww. czwartorzędowych glin, obszar o promieniu ok. 20 m należałoby uznać za strefę zagrożoną. Dlatego też i tę koncepcję uznano za niewłaściwą.

Innym rozważanym wariantem było wzmocnienie obudowy szybu do głębokości 150 m warstwą betonu o grubości ok. 0,3-0,5 m i nakrycie tylko samego otworu szybowego płytą żelbetową. Od tej koncepcji również odstąpiono, zdając sobie sprawę, że konstrukcja taka mogłaby ulegać erozji i musiałaby podlegać okresowej kontroli.

Pozostałe proponowane koncepcje można by ogólnie nazwać zasypywaniem szybu. Rozważano w tej opcji różne sposoby zasypywania - od sposobu zasypywania odcinkowego, w którym poszczególne zasypywane odcinki szybu byłyby oddzielnie pomostami specjalnej konstrukcji do pełnego zasypywania materiałem sypkim. Wadami takiego sposobu, jak uznano, byłoby z pewnością osiadanie materiału, w szczególności w tym przypadku, kiedy podniósłby się poziom wód gruntowych. Dlatego tez postanowiono zastosować do wypełnienia materiał nie sypki a spoisty, oparty na kruszywach lekkich i cemencie. Przed przystąpieniem do wypełnienia z szybu usunięto klatki szybowe, liny, pomosty, zlikwidowano przedział drabinowy i rurowy oraz za pomocą lasera dokonano

pomiarów deformacji obudowy. Wykonano także analizę chemiczną wody dopływającej do szybu z uwagi na dobór rodzaju cementu.

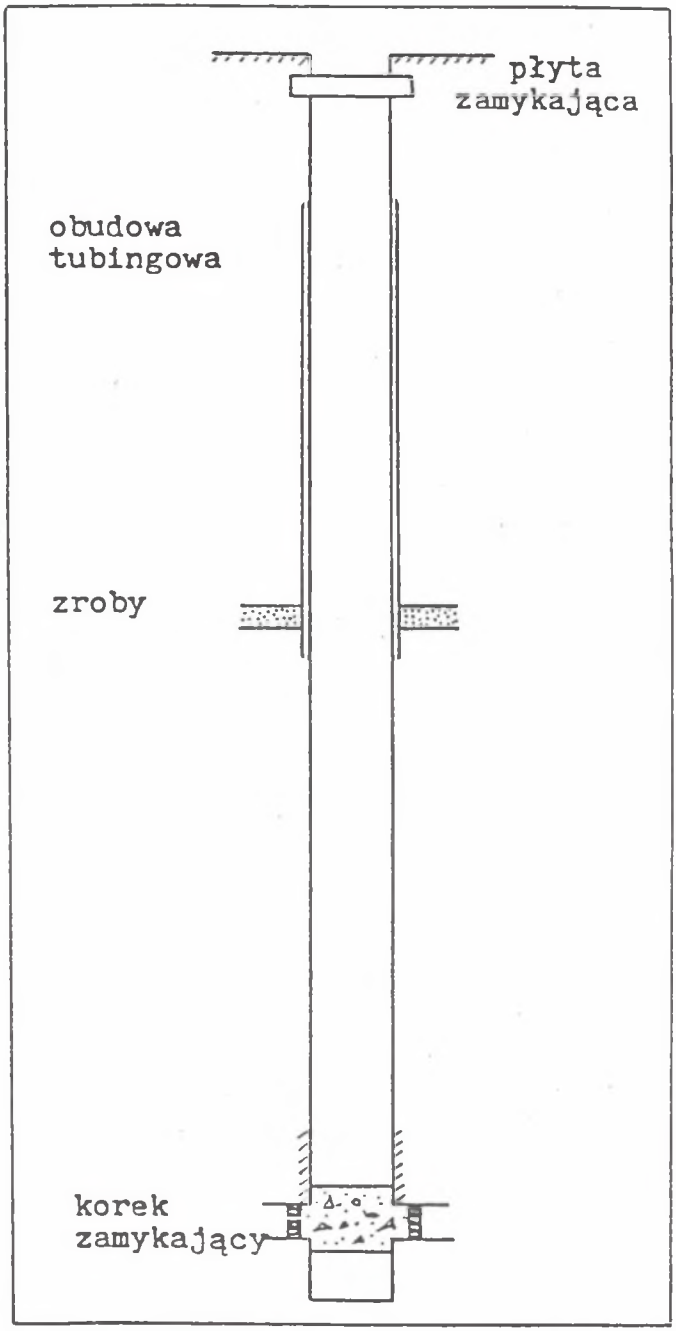
Większe dopływy wody ujęto w rurociągi i sprowadzono do podszybi. Do kontroli procesu wypełnienia szybu na zrębie zabudowano kołowrót, którym można było opuszczać kubeł lub podwiesić na lince ważący ok. 120 kg ciężar wykonany z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym dla likwidacji mogących powstawać w procesie zasypywania zatorów i zawieszeń materiału wypełniającego. Linę z ciężarem wyposażono w licznik do mierzenia głębokości, a sam ciężar w wąż zasysający i miernik do kontroli stężenia metanu. Istotny dla bezpiecznego sposobu zasypywania był także dobór rodzaju użytego kruszywa. Przede wszystkim wyeliminowano ze stosowania kruszywo zawierające krzemiany, ponieważ w czasie zasypywania mogłyby powodować iskrzenie na pozostawionych w szybie elementach stalowych i grozić wybuchem gazów.

Ciąg technologiczny dla procesu zasypywania obejmował mieszarkę z sitonadawą o średnicy oczek ∅ 10 mm betoniarkę o pojemności kosza 0,5 m^3, dozownik granulatu i cementu oraz przenośnik taśmowy, którego jeden koniec znajdował się mniej więcej w osi szybu. Stosunek składników mieszanki wynosi 12 do 7 części kruszywa, 1 część cementu oraz 1 część wody. Jako kruszywo stosowano żużel pohutniczy przestrzegając, by był on jednakowej jakości. Okres wypełniania szybu o głębokości 864 m trwał 34 dni. Do szybu o teoretycznej pojemności 16 142 m^3 zasypano ogółem 17119 m^3 materiału, tj. ok. 6% więcej, co tłumaczyć należy wypłynięciem części materiału do podszybi, gdzie utworzyły się skarpy o nachyleniu ok. 45°. Analizując tę metodę z punktu widzenia kosztów, oceniono, że koszt wypełnienia 1 mb szybu wyniósł 7839 szylingów, co przy obecnym kursie wynosiłby ok. 10 mln złotych.

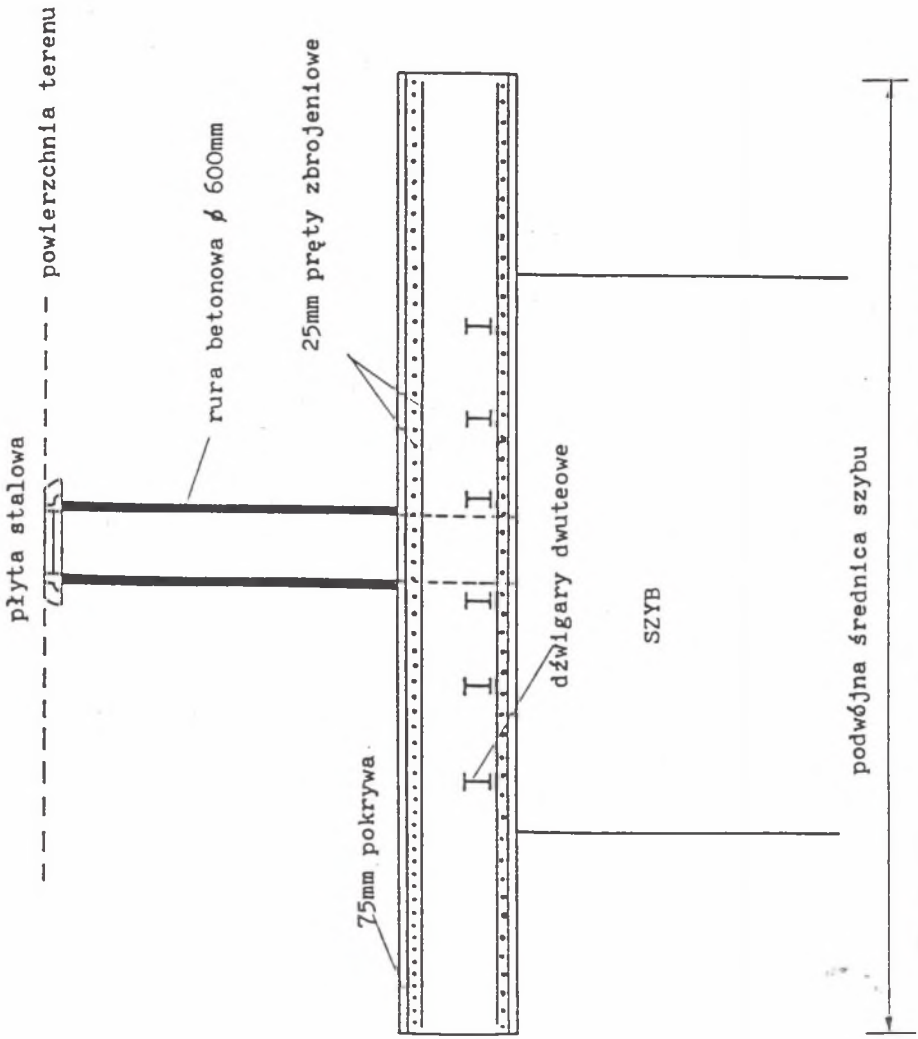
Nieco odmienny sposób likwidacji szybów zastosowano w czasie zamykania kopalń Pye Hill i Newdigate [6, 10]. W pierwszej z wymienionych kopalń [6] do likwidacji było 6 szybów łącznie, z czego dwa szyby były wcześniej zlikwidowane poprzez zasypanie ich złomem odpadami i piaskiem. Taki sposób likwidacji spowodował po czasie osiadanie powierzchni. W związku z tym w pozostałych czterech szybach postanowiono zastosować inna technologię ich zamknięcia. W szybach tych w pierwszym rzędzie wykonano zamknięcia podszybi za pomocą tam. Roboty rozpoczęto na najniższym poziomie, który wyłączony z ruchu umożliwiał dwustronne zamknięcie szybu. Podszybie na poziomie wyższym w pierwszym okresie zatamowano tylkjednostronnie, tak że w czasie prowadzenia prac możliwe było wykorzystanie jednej strony wlotu dla transportu ludzi i materiałów oraz dla wyciągania sprzętu i materiałów odzyskiwanych. Po zakończeniu tych operacji tamy na podszybiach zamknięto, pozostawiając w nich odcinki rur o małej średnicy dla kontroli przepływu powietrza i stopnia stężenia metanu. Kolejnym elementem likwidacji było usuwanie klatek, poprzedzone likwidacją i usunięciem dźwigarów wyciąganych za pomocą tymczasowego kołowrotu zabudowanego na zrębie szybu. W czasie likwidacji nie usuwano kabli oraz rur, starając się jedynie zniszczyć ich kołnierzowe połączenia. Do wypełniania użyto kamienia wapiennego o granulacji ∅ 150 mm.

Ponieważ szyb ten (rys. 1) w pewnej części zabudowany był obudową tubingową, dla uniknięcia jej niszczenia w procesie zasypywania zastosowano opuszczoną turę o średnicy 8 cali (ok. 200 mm). Proces asypywania obejmował trzy zasadnicze etapy. Po pierwsze zasypano rząpie szybu nieco poniżej poziomu podszybia. Następnie zalano szyb betonem dla wypełnienia podszybia i stworzenia odpowiednio wytrzymałego korka, a dalej zasypywano szyb aż do całkowitego jego wypełnienia. Proces zasypywania trwał ok. 3 tygodni. Na koniec zdjęto klapy szybowe i odcięto liny wyciągowe. W przypadku drugiego z szybów tej kopalni gdzie nie było tak głębokiego podszybia i nie zachodziła konieczność ochrony jego obudowy, beton dla zamknięcia podszybia dostarczano bezpośrednio z ciężarówek za pomocą zsuwni. Po zakończeniu operacji zasypywania szybów teren wokół szybu poddano rekultywacji. Wokół każdego z szybów wykonano wykop w kształcie kwadratu o boku 20 m, którego centralną część stanowił zasypany szyb. Głębokość wykopu wynosiła 1 m. Następnie wykonano żelbetową pokrywę szybu wykorzystując jako zbrojenie stalowe dźwigary szybowe oraz pręty ∅ 25 mm. Dla uzupełniania materiału w szybie w miarę jego osiadania w pokrywie pozostawiono betonową rurę o średnicy ∅ 500 mm nakrytą płytą stalową.
Rozwiązanie to schematycznie pokazano na rys. 2. Po wykonaniu tych prac wykop zasypano ziemią.

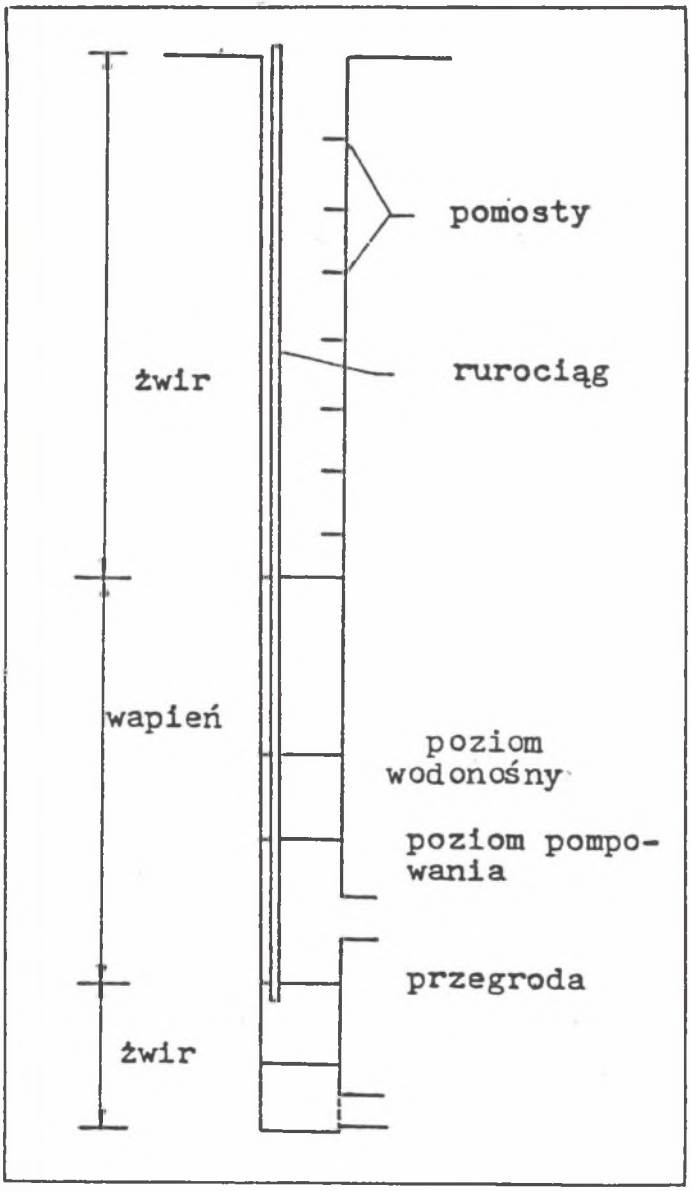
W przypadku kiedy likwidowana kopalnia prowadziła roboty w górotworze zawodnionym, a w dodatku może mieć połączenie z kopalniami sąsiednimi, konieczne staje się wykonanie tam izolacyjnych również w zasypywanych szybach. Taka właśnie sytuacja miała miejsce w likwidowanej kopalni Newdigate, gdzie zastosowano system uszczelnień szybów za pomocą korków specjalnej konstrukcji [10]. Zadaniem takich korków było odizolowanie horyzontów wodonośnych i uniemożliwienie przepływu wody do rząpia szybu. Ogółem korki takie wykonano w dwóch szybach kopalni. Pierwszy z nich wykonano w rząpiu szybu o średnicy ∅ 4,86 m, lokalizując go na głębokości 430 m w odległości 10-16 m poniżej poziomu podszybia. Lokalizacje korków w szybie pokazano na rys. 3.
Prace w szybie rozpoczęto od zabudowania nad miejscem zabudowy korka pomostu bezpieczeństwa. Następnie wzmocniono obudowę szybu poniżej i powyżej korka za pomocą kotwi wklejanych stalowych ∅ 30 mm i długości 1,2 do 2m rozmieszczonych w siatce 0,9 x 1m, oraz usunięto obudowę na odcinku wykonywania korka, zabezpieczając odsłaniane ociosy betonem natryskowym. Na dolnym odcinku odsłoniętej obudowy ułożono pierścień ze stali profilowej. Na tym pierścieniu oparto konstrukcję nośną korka składającą się z 4 dźwigarów dodatkowo wpuszczonych w gniazdka wykute w odsłoniętych ociosach. Dźwigary te osłonięto blachami osłonowymi stanowiącymi dolne zamknięcie korka. Na blachach rozmieszczono pręty zbrojeniowe (jedną warstwę), pomiędzy które wstawiono tuleje dla 8 lin prowadniczych. Po takim przygotowaniu wylano pierwszą warstwę betonu na grubość 30 cm. Po odczekaniu 7 dni na wylanej warstwie na specjalnych podporach o wysokości ok. 600 mm ułożono zbrojenie w postaci spawanej kraty z prętów o dużej wytrzymałości.



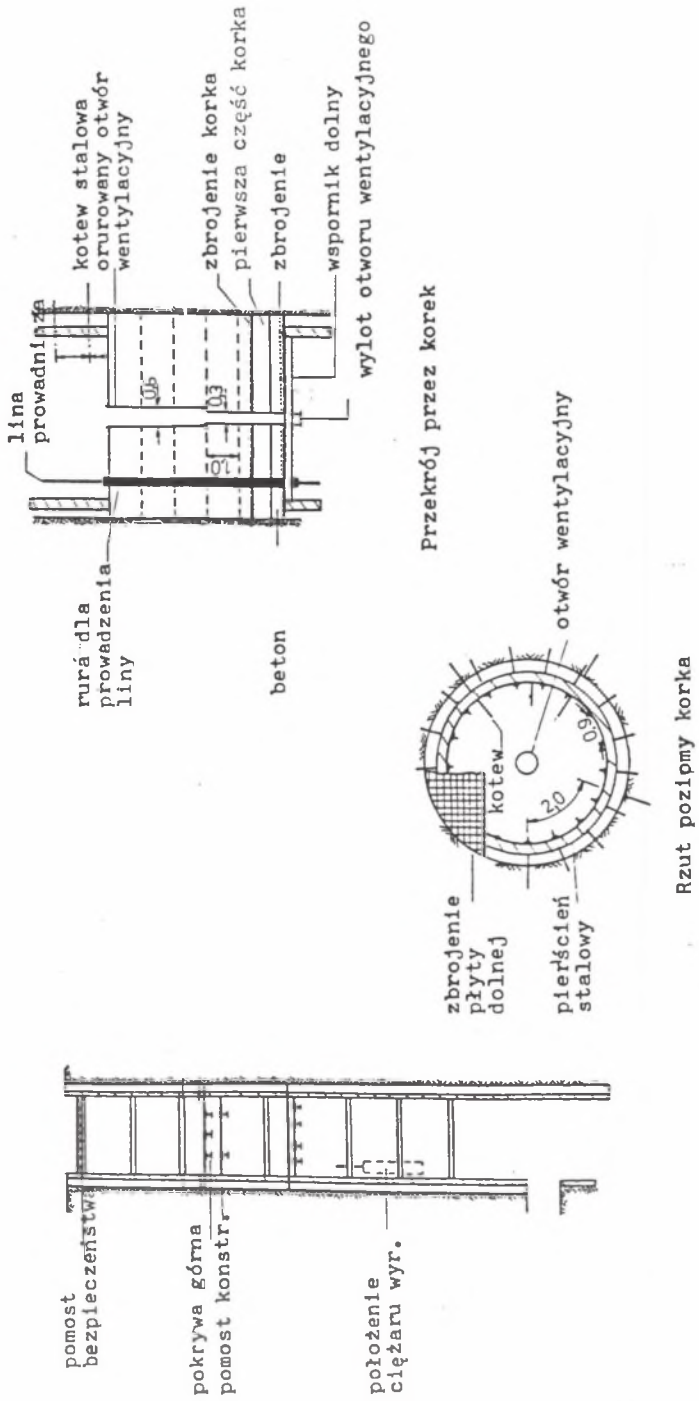
Rys. 1. Schematyczny przekrój przez szyb Selstone
Fig. 1. Section of coal shaft Seleston



Rys. 2. Schemat zamknięcia szybu i rury dla uzupełniania materiału zasypowego
Fig. 2. Section of shaft capping and pipe for additing of material for stowing



Rys. 3. Schemat lokalizacji korka w szybie
Fig. 3. Section of soft coal shaft



Rys. 4. Schemat konstrukcji elementów korka szybowego
Fig. 4. Section of shaft support rules

Konstrukcja kraty była tak dopasowana do obrysu wylomu, że niektóre z prętów posiadały długość do 7 m. Następne partie betonu wylewano na wspomnianą konstrukcję i wyżej, aż, korek osiagnął grubość 4,66 m. Istotnym elementem wznoszonej konstrukcji były także rury o średnicy ∅ 51 mm rozmieszczone na obwodzie korka w odstępie co 2 m, przeznaczone do wykonania cementacji doszczelniającej oraz rura umieszczona centralnie przeznaczona do wentylacji rząpia. Prace nad wykonaniem korka takiej konstrukcji trwały 7 tygodni. Po 28 dniach od chwili ukończenia korka dokonano cementacji doszczelniającej.

Na podstawie doświadczeń uzyskanych w trakcie prac likwidacyjnych tej kopalni, tj. tam w wyrobiskach podszybi oraz korków w szybach, ustalono, że dzięki właśnie tym przedsięwzięciom udało się ograniczyć dopływ wody do kopalń sąsiednich o ok. 60%. Przedstawione rozwiązania techniczne zastosowane w trakcie likwidacji kopalń zdaniem Autorów mogą stanowić cenny materiał dla opracowania koncepcji i sposobu likwidacji takich obiektów w warunkach polskich. Oczywiste jest, że zastosowanie konkretnego rozwiązania technicznego musi być poparte dokładna analiza warunków geologiczno-górniczych, co jak pokazano, może również pociągać za sobą określone koszty finansowe.

3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Problem likwidacji kopalń, jak wskazują doświadczenia innych krajów, jest problemem złożonym z powodów technicznych, społecznych i ekonomicznych. Wszystkie te powody muszą być rozpatrywane łącznie, chociaż każdy z nich w kilkuletnim okresie likwidacji kopalni posiadać będzie inne znaczenie. Na podstawie analizy zebranych materiałów źródłowych dotyczących problematyki technicznej likwidacji kopalń można sformułować następujące wnioski:

1. Doświadczenia zebrane w czasie likwidacji kopalń RFN, Austrii, Wielkiej Brytanii wskazują, że techniczne koszty likwidacji kopalni stanowią od 67% [2] do 73% [6] ogólnych kosztów likwidacji.

2. Jednym z elementów technicznych likwidacji kopalni jest odzyskanie sprzętu i materiałów znajdujących się w zakładzie. Wg [10] celowe jest odzyskiwanie tych urządzeń i materiałów, których koszt odzyskania nie przekroczy 75% realnej wartości odzyskiwanego sprzętu, a czas takiej operacji nie powinien być dłuższy niż 6 miesięcy. Podkreślić należy, że końcowe efekty zysku z wydobytych urządzeń i materiałów są zwykle niższe niż planowane i to nawet do 50%.

3. Proces zamykania i likwidacji wyrobisk, pól, poziomów wydobywczych musi uwzględniać zmiany stosunków wodnych i możliwość wystąpienia zagrożenia wodnego dla kopalń sąsiednich. W przypadku występowania takich zagrożeń konieczne jest stosowanie systemu tam o bardzo dużej wytrzymałości i niezwykle dokładnej technologii wykonania. Dotyczy to także szybów, gdzie konieczne staje się wykonanie korków izolujących poszczególne horyzonty wodonośne.

4. Dla likwidacji szybów proponuje się stosowanie w zasadzie dwóch metod ich zasypywania. Jedna z nich zakłada zasypywanie szybu materiałem luźnym o granulacji do 150 mm sypanym na zabetonowane wloty podszybi, druga materiałem spoistym opartym na kruszywie lekkim (żużel hutniczy) i cemencie. W przypadku stosowania pierwszej z metod konieczne jest wykonanie głowicy zamykającej szyb z otworem umożliwiającym dopełnianie szybu w miarę osiadania materiału, w drugim przypadku po wypełnieniu materiałem spoistym górny odcinek szybu zasypywany jest warstwą gleby o grubości ok. 1 m. W obu tych metodach zwracać należy uwagę, żeby materiał do wypełniania nie zawierał krzemionki mogącej powodować iskrzenie przy zderzaniu z metalowymi elementami obudowy lub pozostawionego wyposażenia.

5. Likwidacja kopalń nierentownych, a posiadających jeszcze udokumentowane zasoby i wzrost koncentracji wydobycia w kopalniach pozostawianych może spowodować przejście tej grupy kopalń w niedalekiej przyszłości do grupy kopalń równie nieefektywnych. Dlatego też wnioskujemy o rozważenie takiej sytuacji w planach restrukturyzacyjnych i likwidacyjnych dla uzyskania pewności, że dzisiaj podejmowane decyzje nie spowodują w przyszłości skutków nie do naprawienia.

LITERATURA

[1] Ciepiela B.: Wykonywanie prac likwidacyjnych w rejonie otamowanych zrobów pokładu 620 w KWK "Grodziec" Wiadomości Górnicze 1981, nr 12.

[2] Dauner G.: Aspekte bei der Schliessung eines Bergbaues-am Beispiel des Ehemaligen Glanzkohlenbergbaues Fohnsdorf. Berg. und Huttenmaen. Monatshefte 1985, Heft 12.

[3] Darling P.: Giant Iron-ore mine remains a pacesetter new stoping methods, remote-control and monitoring. Engeneering and Mining Journal 1990, nr 8.

[4] Eicker H., Hessbruge H.: Beherrschung von Gasaustritten uber Tage aus stielgelegten Gruben,. Glückauf, 1984, nr 23.

[5] Eicker H.: Gasaustritte aus Schachten stiillgelegter Bergwerke. Glückauf-Forschungshefte, 1981, nr 5.

[6] Hinde L.: Colliery Closure-Managerial and Techical Aspects. The Mining Engeener 1986, no 10.

[7] Kapłanek A., Kicki J.: Uwarunkowania techniczno-organizacyjne likwidacji kopalń węgla, Przegląd Górniczy 1992, nr 1.

[8] Mirnyj I.Ja. i inni: Pierspiektiwy izwleczenija ostawlennych zapasow ugla. Ugol 1988, nr 4.

[9] Soliński J., Załucki J.: Metoda oceny rentowności kopalń wegla kamiennego oraz modele optymalizacji decyzji o likwidacji kopalń nierentownych. Przegląd Górniczy 1992, nr 1.

[10] Smith C.W. Leigh J.R.: The Newdigate Closure-Undergrounds Dams and Shaft Plugs. The Mining Engeener 1984, no 10.

[11] Zalucki J., Soliński J., Jamróz M., Solińska M.: Wyniki obliczeń rentowności koplań węgla kamiennego oraz optymalne terminy likwidacji kopalń nierentownych. Przegląd Górniczy 1992, nr 1.
[12] Materiały źródlowe Likwidacja szybów Dorstfeld 2/3 (nie publikowane), 1970.

Recenzent: Prof.dr hab. inż. Kazimierz **Rulka**

Wpłynęło do Redakcji w kwietniu 1994 r.

Abstract

The present change of the economic situation causes serious problems of coal mining. One of these problems is the liquidation of coal mines. It is a two-sided problem depending on the techno-economic state of the mine.
To the first group of coal mines which should be liquidated definitely belong the mines where deposits are running out and to the other group-the mines where the economic results were unprofitable throughout the last few years. We have brought out in strong relief the technical problems, which will decide about the schedule of the liquidation activities and the amount of the financial costs to be born during the liquidation period. To make the right choice of technical solutions and the correct estimation of their economic results we propose to analyse the whole process of liquidation in the countries where these problems have ready been solved anad the necessary experience gathered.
The experience of coal mine liquidation in Germany, Austria and Great Britain indicates that the technical costs amount from 67% [2] to 73% [6] of the total costs of liquidation.
One of the technical problems of mine liquidation is the reclaiming of eqipment and materials left in the mine. According to [10], it is sensible to reclaim the equipment and materials whose reclaming cost doesn't exceed 75% of the total operation costs and the time is not longer than 6 months. It should be emphasized that the final profits of the recaimed equipment and materials are normally lower than 50% of the estimated profits.
The liquidation process of workings, panels or productive horizons must take into consideration the change of the water conditions and the possibility of water hazard in the adjojning mines. In case of such hazards a system of stoppings of extreme strength and high-grade work technology os necessary. The same concerns the shafts where shaft plugs for the seperation of water horizons will be applied (dwg No 3).

The shafts will be liquidated by backfilling in two ways. The first way is based on filling the shafts from the surface (after closing of all shafts inlets by concrete walls) with crusher-run aggregate (granulation up to 150 mm).
The second way is based on filling with tough aggregate (mixture of furance slag and cement). For the first way the shaft needs a special collet with a door for closing and opening of the shaft for filling-up due to the settlement of the aggregate (Fig No 2). For the second way the highest part of the shaft (last 1 m) will be filled with a layer of soil.
While filling (both ways) one should not use silica-containing material to avoid sparking while hitting the steel parts of the shafts lining or the equipment left behind.
The liquidation of the unprofitable mines which have evidenced deposits, and the increase of concentration in the producing mines may cause a change of this group pf mines into a group of similar ineffectivity in the nearest future. We propose to consider such situation in the reconstruction and liquidation programms to be sure, that the present decisions will not cause notrepairable consequences in future.