ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1977

Seria: GÓRNICTWO z. 85 Nr kol. 555

Józef MAŁOSZEWSKI

TECHNOLOGIA WYKONYWANIA SZYBÓW DLA JEDNOSTKI PILOTUJĄCO-WYDOBYWCZEJ W LUBELSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Streszczenie. Odmienne od dotychczas spotykanych w kraju warunki hydrogeologiczne w nadkładzie karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego wymagały nowego podejścia do zagadnienia techniki i technologii głębienia szybów. Kompleksowego rozwiązania wymagało stosowane po raz pierwszy w Europie mrożenie górotworu do głębokości 700 m, jak również konstrukcja i technologia wykonania szczelnej obudowy dla ciśnień przekraczających 80 atn. Poligonem doświadczalnym dla rozwiązania tych problemów są szyby S-I i S-II jednostki Pilotująco-Wydobywczej LZW, a uzyskane wyniki praktyczne w zakresie technologii ich wykonania zamieszczono w niniejszej publikacji.

1. Wstęp

Dnia 17.I.1975 r. Rada Ministrów podjęła Uchwałę o budowie Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Wyniki wierceń strukturalnych, które stanowiły podstawę podjętej decyzji inwestycyjnej, wskazywały na głębokie zaleganie pokładów węgla (poniżej 700 m) oraz występowanie w nadkładzie zawodnionych warstw czwartorzędu, trzeciorzędu i górnej kredy do głębokości ok. 200 m. Przeprowadzone w I półroczu 1975 r. bardziej precyzyjne wiercenia badawcze pod szyb I i II stwierdziły występowanie kilku poziomów wodonośnych poniżej głębokości 400 m, w tym także niebezpiecznych warstw o charakterze kurzawkowym na głębokości ok. 600 m.

Przytoczone wyżej fakty zmieniły w sposób radykalny poglądy na technologię głębienia szybów oraz ich obudowę. Przed budownictwem szybowym stanęło zagadnienie rozwiązania dwóch podstawowych problemów a mianowicie:

- opracowanie technologii głębienia szybu w warunkach nie spotykanych dotychczas ciśnień hydrostatycznych (ok. 80 atn),
- zaprojektowanie obudowy zdolnej do pracy w tych warunkach.

Rozwiązanie to miało być podane dla bliżej nieznanych warunków nowego zagłębia węglowego, mimo że obejmuje ono te same pokłady, które eksploatowane są w Zagłębiu Lwowsko Wołyńskim a to z uwagi na różnice głębokości ich zalegania. Stąd też budowa kopalni pilotująco-wydobywczej w Lubelskim Zagłębiu Węglowym ma przede wszystkim charakter badawczy celem dokładnego rozeznania warunków górniczo-geologicznych pokładów węgla i skał towarzyszących oraz wypracowanie najwłaściwszych technologii udostępnienia i eksploatacji.

2. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych w rejonie szybu S I, S II w aspekcie doboru technologii głębienia

Zgodnie z opracowaną przez P.B.Sz. i OBRKG dokumentacją hydrogeologiczną, zasadniczo potwierdzoną w czasie głębienia szybów S I i S II, można wyodrębnić następujące strefy geotechniczne w nadkładzie:

- od 0 do 162 m,
- od 162 do 200 m,
- od 200 do 459,5 m,
- od 459,5 do 551 m,
- od 551 do 585,5 m,
- od 585,5 do 711,5 m

W pierwszej strefie - z uwagi na występowanie skał luźnych zawodnionych oraz zwietrzałych margli do głębokości ok. 50 m, a poniżej silnie spękanych i zawodnionych margli oraz wapieni kredopodobnych mocno zwietrzałych z silnie rozwiniętym krasem prowadzących znaczne ilości wody - przyjęto technologię mrożenia górotworu. Ze względów technicznych mrożenie do głębokości 170 m było w zasadzie bezdyskusyjne.

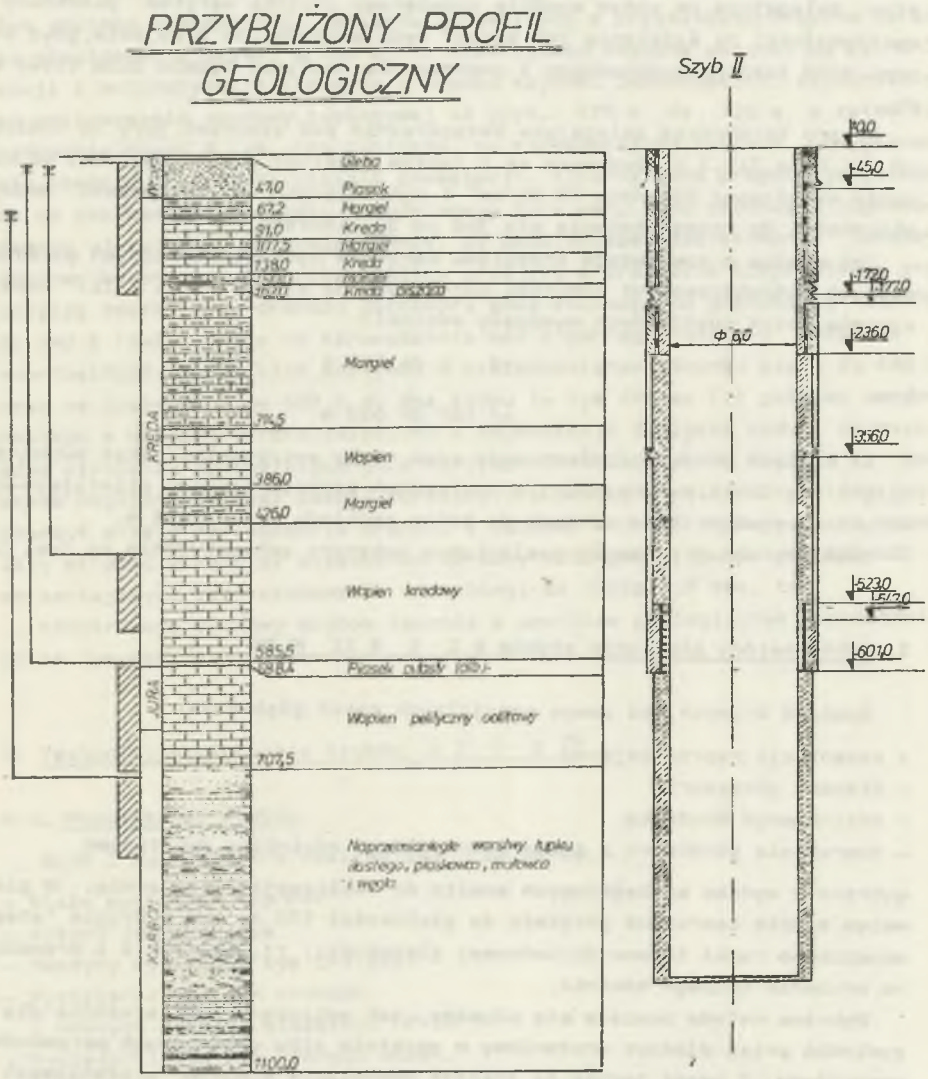
W drugiej strefie - odcinek od 200 do 459,5 m zbudowany jest w górnej części z margli kredowych, a w części dolnej z margli ilastych i kredowych naprzemianległych przewarstwionych wapieniem, w których miejscami występują krzemienie i opoka. W odcinku tym z głębokością rośnie wytrzymałość skał na ściskanie (od 80 do 200 kG/cm^2). Mimo stosunkowo małej wytrzymałości skał, większych trudności przy głębieniu nie przewidywano, co zostało potwierdzone w obu szybach.

W następnym odcinku od głębokości 459,5 do 551 m występują wapienie kredowe przewarstwione kredą piszącą i marglem. Cały ten odcinek jest spękany i zawodniony - ciśnienia hydrostatyczne osiągają wartości do 51 atn przy spodziewanym dopływie wody do zabierki szybowej do około 0,45 m^3/min. Wytrzymałość na ściskanie skał w górnej części omawianego odcinka jest dość duża (około 190 kG/cm^2), wraz z głębokością maleje - w dolnej części występują dwie warstwy (532 do 542 i 545,5 do 551 m) bardzo słabego spękanego margla kredowego z przerostami iłu marglistego.

Próba pobrana z tego odcinka uległa rozwarstwieniu w opakowaniu, tak że możliwe było oznaczenie jedynie kąta tarcia wewnętrznego (23°10') oraz kohezji (0,5 kG/cm^2).

Z podanych wyżej danych wynika, że głębienie metodą zwykłą w tym odcinku byłoby możliwe jedynie do głębokości około 530 m.

Następny odcinek, tj. od 551 do 585,5 m, zbudowany jest ze zwięzłych niezawodnionych wapieni o dużej wytrzymałości na ściskanie wynoszącej od 395 do 430 kG/m^2. Głębienie szybu na tym odcinku nie przedstawiałoby zasadniczo żadnych problemów, gdyby nie fakt, że bezpośrednio pod tą warstwą zalegają piaski albu pod dużym ciśnieniem hydrostatycznym.



Rys. 1. Schematy profilu geologicznego oraz przekroju podłużnego obudowy szybu II jednostki pilotująco-wydobywczej szybu II LZW

Ostatni wyodrębniony odcinek od głębokości 585,5 m do głębokości 711,5 m zbudowany jest ze skał o bardzo zmiennym wykształceniu litologicznym. Zasadniczo spodziewano się trudności w zagłębieniu tego odcinka. Przewidywano, że szczególnie trudny do zgłębienia będzie odcinek piasków albu, który po odsłonięciu wyrobiskiem przejdzie w stan kurzawki. Obawy te zostały w pełni potwierdzone po dojściu z robotami górniczymi w pobliże tej warstwy. Zalegająca na samym spodzie omawianego odcinka warstwa piaskowca o wytrzymałości na ściskanie 245 kG/cm^2 będzie trudna do przejścia, gdyż stanowi spód poziomu wodonośnego i poprzez nią napływać będzie duża ilość wody.

Utwory karobńskie zalegające bezpośrednio pod utworami jury na odcinku od 711,5 do 715,3 m zbudowane są z łupków ilastych o wytrzymałości na ściskanie wynoszącej zaledwie 78 kG/cm^2 i wykazujących w środowisku wodnym skłonności do rozwarstwiania się już po 30 minutach.

Jak wynika z powyższego przeglądu warunków hydrogeologicznych potwierdzonych dotychczasowymi robotami górniczymi na szybie S I i S II, zastosowania metod specjalnych wymagały odcinki:

od 0 do 162 m

oraz

od 560 do 610 m

Ze względu na duże dopływy wody oraz niską wytrzymałość skał metody specjalne głębienia przynajmniej w pierwszych szybach kopalni pilotująco-wydobywczej wymaga także odcinek do końca nadkładu, tj. 711,5 m.

Omówiony wyżej przekrój geologiczny pokazano schematycznie na rys. 1.

3. Wybór metody głębienia szybów S I i S II KLZW

Spośród branych pod uwagę specjalnych metod głębienia:

- cementacji wyprzedzającej,
- drenażu górotworu,
- odcinkowego mrożenia,
- zamrażania górotworu z powierzchni jednym odcinkiem dwuetapowo

wybrano w wyniku szczegółowych analiz do realizacji tę ostatnią. W pierwszym etapie zamrożono górotwór do głębokości 170 m, zaś w drugim etapie opuszczono rurki ługowe do końcowej głębokości, tj. ok. 700 m i prowadzono mrożenie dolnego odcinka.

Wybrana metoda okazała się słuszna, zaś wyliczony czas mrożenia dla uzyskania przez płaszcz mrożeniowy w warstwie albu obliczonych parametrów - prawidłowy. Z uwagi jednak na znaczne odchylenie otworów mrożeniowych od pionu poniżej głębokości 600 m oraz niedowiercenie wszystkich projektowanych otworów do końcowej głębokości zaszła konieczność wydłużenia czasu zamrożenia rdzenia szybu, co w efekcie odcięło dopływ wód ze skał zwięzłych lecz szczelinowatych zalegających poniżej strefy niebezpiecznej.

4. Obudowa szybów S I i S II

Przy projektowaniu obudowy dla szybu S I i S II KLZW napotkano zasadniczy problem doboru odpowiedniej obudowy, tzn. rozstrzygnięcie, czy obudowa ma być wodoszczelna czy też ma być przeprowadzony drenaż zawodnionego górotworu. Zaprojektowanie i wykonanie obudowy wodoszczelnej na całym odcinku zawodnionego nadkładu zapewniłoby w przyszłości dogodne warunki eksploatacji szybu, w tym m.in. stworzyłoby dogodne warunki do mechanizacji i automatyzacji transportu urobku szybem. Jednocześnie oznaczałoby to zastosowanie obudowy tubingowej od głęb. 270 m do 735 m, a zatem zabudowanie ponad 9 tys. ton tubingów, co spowodowałoby znaczne powiększenie kosztów i czasu realizacji inwestycji. Alternatywna propozycja polegała na zastosowaniu drenażu zawodnionego górotworu poza obudową i odprowadzeniu ujętej wody na powierzchnię, co umożliwiłoby zastosowanie tańszej obudowy betonowej. W wyniku analizy przyjęto w projekcie kompromisową propozycję częściowego drenażu górotworu poza obudową na głębokości od 170 do 440 m (obliczonego na sprowadzenie wód z górnego odcinka nadkładu i ewentualnych niewielkich dopływów w niezawodnionym odcinku szybu do 440 m) oraz na głębokości do 600 m do dna szybu (w tym drenaż III poziomu wodonośnego w skałach bardzo zwięzłych o największym dopływie wody i największym ciśnieniu hydrostatycznym w warstwach nadkładowych). Analiza ta została pogłębiona przez Zespół Doradczy d/s Budowy Kopalń LZW, który rozszerzył strefę zastosowania drenażu o odcinek 440-523 m. Decyzje te pozwoliły skrócić przedział stosowania obudowy tubingowej do odcinka 523-601 m, co zmniejszyło zapotrzebowania na tubingi do około 1,7 tys. ton.

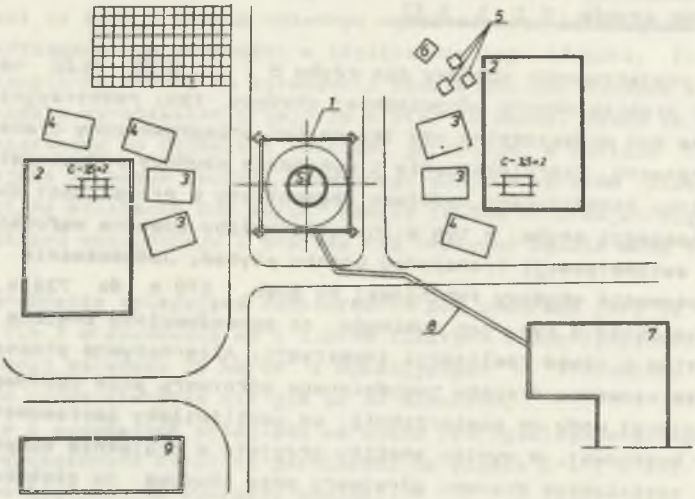
Konstrukcję obudowy szybów łącznie z profilem geologicznym przedstawiono na rysunku 1.

5. Technologia głębienia szybów S I i S II

5.1. Wyposażenie szybów

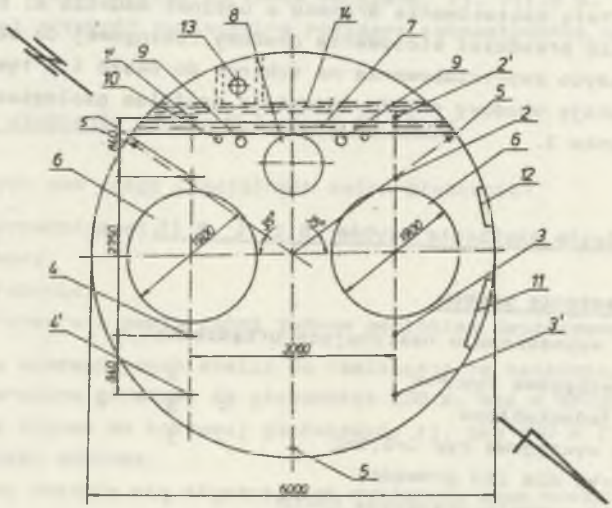
Szyb I wyposażono w następujące urządzenia:

- Wieża wyciągowa typ P-V 1
- Wysypy jednokubłowe - 2
- Maszyny wyciągowe typ C-3,5x2 - 2
- Wyciągarki dla lin prowadn. i nośnych pomostu wiszącego ŁP-18 - 4
- Wyciągarki dla lin nośnych odeskowania stalowego ŁP 18 - 3
- Kołowroty kablowe typ KK-800 - 3
- Wentylatory typ WLE 1000 B - 2
- Węzeł betonowy typ WBZ-30A - 1



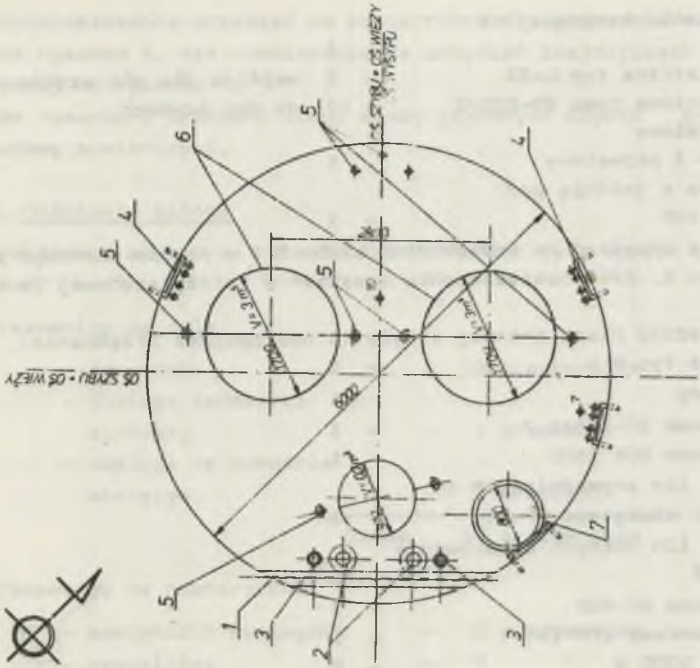
Rys. 2. Schemat planu zagospodarowania w trakcie głębienia powierzchni szybu - S-I "Samsonowicz" kopalni pilotująco-wydobywczej LZW

1 - wieża wyciągowa, 2 - budynki maszyn wyciągowych ZC-3,5x2, 3 - wciągarki do lin prowadniczych, 4 - wciągarki do lin szalunkowych, 5 - kołowroty kablowe, 6 - wentylator, 7 - stacja agregatów mrożeniowych, 8 - kanał ługowy, 9 - budynek warsztatów



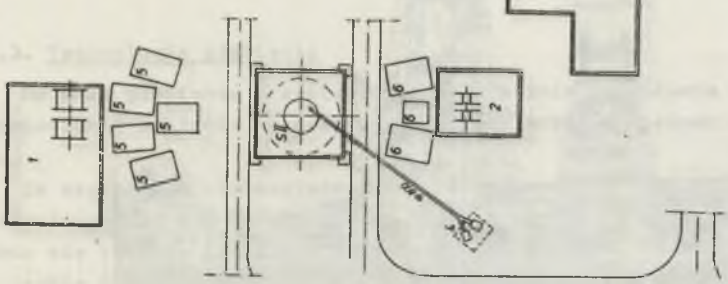
Rys. 3. Tarcza szybu I (Samsonowicz) do głębienia w kopalni pilotująco-wydobywczej LZW

1; 2; 3 i 4 - liny prowadnicze kubłów, 1'; 2'; 3' i 4' - liny nośne pomostu, 5 - liny nośne szalowania stalowego, 6 - kubły urobkowe, 7 - dźwigar technologiczny, 8 - lutniociąg Ø 800 mm, 9 - rurociągi sprężonego powietrza Ø 159 x 5, 10 - rurociągi Ø 57 x 3, 11 - wspornik kabli energetycznych (tymczasowy), 12 - wspornik kabli energetyczny (ostateczny), 13 - rurociąg wodny Ø 250 mm, 14 - podpory rurociągu wodnego



Rys. 5. Tarcza szybu II do głębienia w kopalni pilotująco-wydobywczej LZW

1 - dźwigar technologiczny, 2 - rurociągi sprężonego powietrza, 3 - rurociągi do przepiuczki i cementacji, 4 - uchwyty kablowe, liny prowadnicze kubłów, 6 - kubły urobkowe V = 3 m³



Rys. 4. Schemat planu zagospodarowania w trakcie głębienia powierzchni szybu II kopalni pilotująco-wydobywczej

1 - budynek maszyny wyciągowej ZC-3,5x2, 2 - budynek maszyny wyciągowej BOB-5500, 3 - budynek agregatów mrożeniowych, 4 - zadaszenie wentylatorów, 5 - wyciągarki do lin prowadniczych i pomostu wiszącego, 6 - wyciągarki do odeskowania

- Zbiornik mieszanki betonowej na zrębie szybu - 1
- Sprężarki powietrzne typ L-33 - 6 wspólne dla obu szybów
- Agregaty mrożeniowe typu BW-200/2 - 12 na dwu szybach
- Odeskowanie stalowe - 1
- Pomost wiszący 3 podestowy - 1
- Ładowarka KS-2u z jezdnią pod pomostem wiszącym - 1

Rozmieszczenie urządzeń na powierzchni szybu S I w rzucie pionowym pokazano na rysunku 2, zaś rozmieszczenie urządzeń w tarczy szybowej na rysunku 3.

Szyb II wyposażono nieco inaczej i były to następujące urządzenia:

- Wieża wyciągowa typ P V - 1
- Wysyp dwukubłowy - 1
- Maszyna wyciągowa 2C-3,5x1,7 - 1
- Maszyna wyciągowa BOB 5500 - 1
- Wyciągarki dla lin prowadniczych i nośnych pomostu wiszącego ŁP-18 - 4
- Wyciągarki dla lin nośnych odeskowania stalowego ŁP-18 - 3
- Kołowroty kablowe KK-800 - 3
- Wciągarka pomocnicza ŁPM-10 - 1
- Wentylator WLE 1000 B - 2
- Zbiornik betonu na zrębie szybu - 1
- Odeskowanie stalowe - 1
- Pomost wiszący 2 podestowy - 1
- Ładowarka KS-2u z jezdnią pod pomostem wiszącym - 1

Rys. 6. Widok zagospodarowania powierzchni szybów I i II kopalni pilotująco-wydobywczej LZW w trakcie głębienia

Rozmieszczenie urządzeń na powierzchni dla głębienia tego szybu pokazano na rysunku 4, zaś rozmieszczenie urządzeń znajdujących się w tarczy szybowej na rysunku 5.

Na rysunku 6 pokazano widok wieży szybowych szybów S-I i S-II wraz zabudową powierzchni.

5.2. Obłożenie załoga

Na jednym szybie na zmianie zatrudnionych było oprócz dozoru 41 pracowników.

- Pracownicy na dole

- dno szybu	-	12 pracowników
- obsługa ładowarki szybowej	-	1 pracownik
- obsługa na pomoście wiszącym	-	1 pracownik
Razem		14 pracowników

- Pracownicy na powierzchni

- maszyniści wyciągowi	-	2 pracowników
- sygnaliści	-	2 "
- obsługa klap szybowych	-	2 "
- obsługa sprężarek powietrza	-	1 pracownik
- obsługa agregatów mrożeniowych	-	3 pracowników
- obsługa węzła betonowego	-	7 "
- elektrycy	-	2 "
- ślusarze	-	8 "
Razem		27 pracowników

5.3. Technologia głębienia

Do prac głębienia przystąpiono niezwłocznie po upływie okresu czasu od rozpoczęcia mrożenia, gwarantującego bezpieczne prowadzenie robót w przodku.

Ze względu na niebezpieczeństwo uszkodzenia rur mrożeniowych robotami strzałowymi od 0,0 do głębokości 594,0 m urabianie skał zamrożonych odbywało się ręcznie za pomocą młotków pneumatycznych. Poniżej tej głębokości w szybie S I prowadzi się roboty strzałowe w ograniczonym zakresie.

Ładowanie urobku odbywało się za pomocą ładowarki KS-2u z chwytakiem o pojemności 0,65 m^3.

Na szybie S I urobek ciągniono 2 kubłami o pojemności 4 m^3 do głębokości 400 m i 3,0 m^3 poniżej tej głębokości, na szybie S II tylko kubłami 3,0 m^3.

Wznoszenie obudowy wstępnej jak i ostatecznej betonowej odbywało się za pomocą odeskowań stalowych wys.4 m. Obudowę tubingową wykonywano w wersji podwieszanej przy użyciu specjalnego pierścienia montażowego. Do wypełnienia przestrzeni zatubingowej betonem używano 2 podawarek typu "MIXOKRET". Do szybu mieszankę betonową opuszczano kubłami materiałowymi o pojemności 2,3 m^3. Mieszankę betonową przygotowywano na powierzchni w lokalnej wytwórni betonu typu WBZ-30A z automatycznym dozowaniem wszystkich składników masy betonowej. Transport mieszanki betonowej z pod punktu jej produkcji do zbiornika na naszybiu odbywa się za pomocą dwóch ładowarek łyżkowych typu "Fadroma".

Przewietrzanie szybu prowadzono za pomocą lutniociągu Ø 800 mm i wentylatora typu WLE-1000 B.

Do oświetlenia dna szybu oraz urządzeń szybowych służy 12 lamp szybowych o dwóch punktach świetlnych każda typu LPW 200/200 W.

Energię elektryczną do oświetlenia dna szybu i pomostu wiszącego doprowadzono za pomocą kabla samonośnego zawieszonego na kołowrocie kablowym typu KK-800.

5.4. Czas głębienia

Głębienie szybu S I rozpoczęto w grudniu 1975 r. Średnie postępy dobowe wynosiły około 4 m. Duże zaangażowanie załogi i dozoru pozwoliło na utrzymanie wysokiego tempa robót, w wyniku którego pobito krajowy rekord głębienia szybu w skałach zamrożonych uzyskując 390 m w ciągu 3 miesięcy.

W końcu września 1976 r. dno szybu osiągnęło głębokość 576 m. Po uzyskaniu tej głębokości przerwano głębienie i przystąpiono do wiercenia wyprzedzającego, którego zadaniem było sprawdzenie stanu zamrożenia płaszcza mrożeniowego szczególnie w warstwie kurzawkowej. Wiercenie odbywało się początkowo zgodnie z przewidywaniami. Po osiągnięciu stropu warstwy kurzawkowej nastąpiło przewidywane jej odprężenie, co uwidoczniło się zanikającym wypływem niewielkiej ilości piasku z wodą.

Po całkowitym zaniku wypływu - co świadczyło o zamknięciu się płaszcza mrożeniowego wokół szybu - przystąpiono do dalszego wiercenia przedmiotowego otworu. Z chwilą przewiercenia stropu jury nastąpił wypływ wody o stałym wydatku około 200 l/min. Fakt ten wpłynął na zatrzymanie dalszego głębienia. Przystąpiono do wykonania korka betonowego mającego na celu zamknięcie wypływającej wody i umożliwienie kontynuowania mrożenia.Na rysunku 7 pokazano wykonany korek betonowy wraz z otworami badawczymi.

W tej sytuacji zaszła konieczność zamrożenia także rdzenia szybu. Taki stan zamrożenia szybu osiągnięto we wrześniu 1977 r.

W dniu 5.X.1977 r. po uprzednim rozkuciu korka betonowego i ponad 8 m półki skalnej osiągnięto strop albu, zaś na 30.X. 600 m szybu.Podobnie głębienie odbywało się w szybie S II.

Rys. 7. Widok korka betonowego z otworami badawczymi na szybie I (Samsonowicz) kopalni pilotująco-wydobywczej LZW w trakcie domrażania warstw albu

6. Podsumowanie

Minione XXX-lecie zamknęliśmy zagospodarowaniem GOP oraz nowego rejonu węglowego - Rybnickiego Okręgu Węglowego. Stały wzrost zapotrzebowania na węgiel energetyczny spowodował, że u progu XL-lecia rozpoczynamy realizację większego zadania zagospodarowania nowego zagłębia węglowego. Warunki geologiczne, jakie napotykamy w nowym zagłębiu, są bardzo trudne i wymagają do ich opanowania zastosowania całego naszego dotychczasowego dorobku nauki i praktyki górniczej.

Warunki te, napotykane w zupełnie nowym zagłębiu, spowodowały, że do projektowania głębienia i obudowy szybów LZW podchodzi się z pewną ostrożnością, mając na względzie maksymalizację pewności przedsięwzięcia i optymalizację warunków bhp przy głębieniu i eksploatacji szybu. Wynika stąd zastosowanie do głębienia szybu metody zamrażania górotworu na nie spotykaną dotąd u nas głębokość oraz udział obudowy tubingowej na pewnym odcinku w profilu szybu. Obecnie nie można wykluczyć przypadku, że w przyszłości warunki te okażą się lepsze od przewidywanych (przede wszystkim na skutek stopniowego odwadniania górotworu robotami przygotowawczymi i eksploatacyjnymi) - będzie można wówczas głębienie oraz wznoszenie obudowy szybu wykonać przy użyciu tańszej i mniej skomplikowanej technologii, zwiększając w ten sposób efektywność podjętej inwestycji.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ
ДЛЯ ДОБЫЧНО-ПИЛОТИРУЮЩЕЙ ЕДИНИЦЫ В ЛЮБЛИНСКОМ УГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

Р е з ю м е

Иначе, чем до сих пор встречались в стране гидро-геологические условия во вскрыше карбона Люблинского угольного бассейна требовали нового подхода к вопросу техники и технологии углубки шахтного ствола. Комплексного решения требовало применение впервые в Европе замораживание горного массива до глубины 700 м, а также конструкция и технология возведения плотной крепи для давлений выше 80 атм. Испытательным полигоном для решения этих вопросов являются шахтные стволы С-I и С-II вобычно-полотирующие единицы ЛУБ а полученные результаты в облаоти технологии их произведения даются в этой статье.

A SHAFT SINKING TECHNOLOGY FOR THE PILOT MINE IN THE LUBLIN COAL BASIN

S u m m a r y

Hydro-geologic conditions in the Lublin Basin carbon overlay differ widely from those hitherto encountered in Poland and hence required a new approach to shaft sinking problematics. Orogen freezing for the first time in Europe had to be employed as deep as 700 m and lining casings had to withstand pressures extending beyond 80 metric atmospheres. S-I and S-II shafts gave the experience and the results obtained are presented in the paper.