

Mirosław CHUDEK

Instytut Projektowania, Budowy Kopalń
i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej

Jerzy GODZIEK

Andrzej WOJTUSIAK

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy

Budownictwa Górniczego "BUDOKOP"

SPOSÓB ZABEZPIECZENIA OBUDOWY SZYBÓW NA WPŁYWY EKSPLOATACJI PROWADZONEJ W ICH FILARACH OCHRONNYCH I W WARUNKACH ZAGROZEŃ WODNYCH

Streszczenie. Analiza zasobów węgla w filarach ochronnych zakładów głównych i szybów wykazała, że uwieczonych jest w nich około 2,5 mld ton zasobów bilansowych rozpoznanych w większości w kategorii A + B oraz około 700 mln ton zasobów w filarach dla obiektów podziemnych: szybiki, przekopy itd. Ilość ta stanowi około 37% ogólnych zasobów objętych filarami ochronnymi.

Tak więc znaczne zasoby węgla uwiecznione w filarach ochronnych szybów oraz łatwa ich dostępność dla eksploatacji są powodem, że wybieranie zasobów w filarach jest coraz częstsze. Wraz z ilością eksploatowanych złóż w filarach ochronnych szybów rośnie problem ochrony obudowy, zwłaszcza odcinków zlokalizowanych w górotworze luźnym i zawodnionym. Badania nad określeniem warunków pracy tej obudowy w okresie oddziaływań deformacyjnych górotworu oraz poszukiwania najkorzystniejszych konstrukcji dla tych odcinków realizowane są za pomocą analiz teoretycznych, badań modelowych oraz pomiarów in situ. Poszukiwania idą w kierunku doboru konstrukcji miejscowych upodatnień obudowy z zachowaniem pełnej wodoszczelności, które umożliwiają kompensację pionowych ścisków i rozciągów oraz miejscowe załamania osi szybu. Konstrukcję taką zaprojektowano i zrealizowano w szybie głównym na kopalni soli Tusanj w Jugosławii. Obserwacje i pomiary tej konstrukcji prowadzone ponad 7 lat pozwalają stwierdzić, że trafnie przewidziano dynamikę procesów deformacyjnych, a dobrana konstrukcja obudowy w pełni zdała trudny egzamin.

W pracy podano także podstawowe wzory i graficzne ich ujęcie odnośnie prognozowania wpływów eksploatacji na górotwór i powierzchnię (rys. 2 i 3).

1. WPROWADZENIE

Ochrona - przed wpływami eksploatacji podziemnej złóż - wyrobisk pionowych, jakimi są szyby, wymaga pozostawienia wokół nich tzw. filarów ochronnych, wewnątrz których nie prowadzi się wybierania złóża lub w przy-

padku takiej eksploatacji wykonania obudowy odpornej na te wpływy [3], [4].

Wybieranie złóż w filarach ochronnych szybów [4, 7], w których uwięziona jest znaczna ilość kopalín użytecznych (szacowana na około 1,5 do 2 mld ton) łatwo dostępnych, wymaga zatem odpowiedniej konstrukcji obudowy lub jej zabezpieczenia na prognozowane wpływy projektowanej eksploatacji. W przypadku występowania w górotworze kurzawek czy skał zawadzionych (poziomów wodonośnych) obudowa musi także spełniać wymogi wodoszczelności.

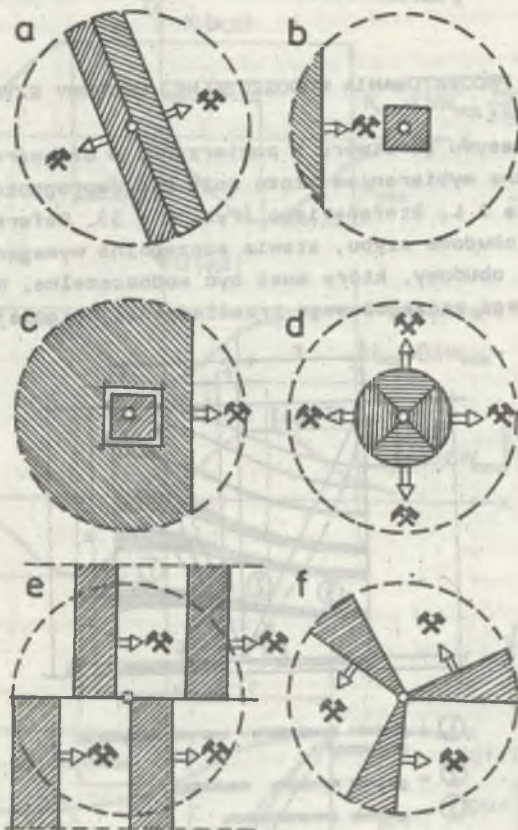
Począwszy od 1962 r. do roku 1985 wydobyto z filarów ochronnych szybów ponad 45 mln ton węgla. Eksploatację węgla prowadzono w tym okresie w filarach 56 szybów, w 113 pokładach, z których 43 przecinały szyb, a 70 zalegało poniżej dna szybu. We wszystkich tych przypadkach podjęte eksploatacje dały pozytywne wyniki.

Uzyskane doświadczenia wskazują, że przy obecnym stanie szybów występuje zawsze pewne ryzyko uszkodzenia obudowy szybowej, co obserwuje się w codziennej praktyce. Przy braku zagrożeń wodnych powstałe uszkodzenia nie powodują większych trudności technicznych przy zabezpieczaniu nadwyrężonych fragmentów obudowy (np. przez osiatkowanie, skotwienie czy wzmocnienie pierścieniami stalowymi), a po wygaśnięciu wpływów deformacyjnych możliwa jest wymiana spękanego czy złuszczonego oburza. Jednak obawy przed dokonywaniem napraw (obudowy i urządzeń szybowych) powodujących nieuniknione przerwy w pracy szybu w zasadniczy sposób rzutowały na ograniczenie podejmowania eksploatacji w filarach szybów głównych. W szybach peryferyjnych, w których ewentualne prace remontowe nie powodują zakłóceń funkcjonowania kopalni, podjęcie decyzji o naruszeniu ich filarów ochronnych zależy głównie od stwierdzenia braku zagrożenia wodno-kurzawkowego.

Świadomość powagi skutków (zarówno dla dożu, jak i powierzchni kopalni) ewentualnego przedarcia się dużych mas wodnych czy kurzawki do szybu dyktuje wielką ostrożność w podejmowaniu decyzji naruszenia filara szybowego przy istnieniu zagrożeń wodnych.

Lokalizacja szybu w takich warunkach wymaga od obudowy szybowej zachowania szczelności w całym okresie funkcjonowania kopalni. Przy dużych ciśnieniach hydrostatycznych osiągnięcie wodoszczelności obudowy szybowej stwarza poważne problemy konstrukcyjne i realizacyjne, których skala trudności znacznie wzrasta w przypadkach narażenia szybu na deformujące go wpływy eksploatacji górniczej. Przewidując naruszenie filara ochronnego szybu zlokalizowanego w warunkach występowania zagrożeń wodnych należy w pierwszej kolejności dążyć do zminimalizowania wpływów eksploatacji górniczej poprzez dobór odpowiedniej metody eksploatacji złoża w rejonie szybu. Problemowi temu w górnictwie poświęcono szczególnie wiele uwagi. Opracowano i wdrożono m.in. takie metody eksploatacji, jak (rys. 1):

- z "kostką szybową",
- z "przeciwkostką",
- z kołowo-symetrycznym układem frontów,
- z "harmonijnym" układem frontów,
- z "wachlarzowym" układem frontów.



Rys. 1. Metody eksploatacji filara szybowego

a - z dwoma frontami od szybu do granic filara, b - z tzw. "kostką szybową", c - z tzw. "przeciwkostką", d - z kołowo-symetrycznym układem frontów, e - z harmonijkowym układem frontów, f - z wachlarzowym układem frontów

Fig. 1. Methods of shaft pillar exploitation

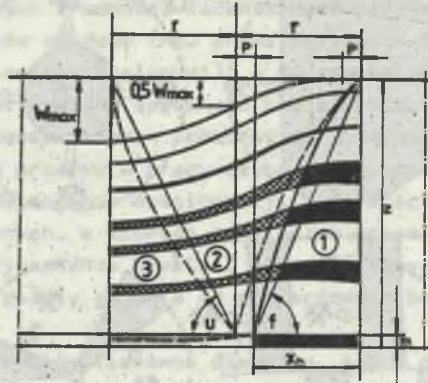
a - with two fronts from the shaft to the pillar boundaries, b - with so called "shaft cube", c - with so called "anticube", d - with circular-symmetrical front system, e - with according front system, f - with fan front system

Jednak nawet optymalny układ frontów eksploatacyjnych, eliminujący (w teorii) wszystkie odkształcenia obudowy, powodując jedynie równomierne, pionowe i powolne osiadanie całego zagrożonego odcinka szybu, w praktyce

prowadzić będzie do zaburzenia dotychczasowego stanu równowagi. W efekcie należy się zaważać liczyć z powstaniem lokalnych koncentracji nacieków górnotworu i nadmiernych koncentracji naprężeń w obudowie. Wynika stąd konieczność konstrukcyjnego zabezpieczenia jego obudowy dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania szybu pomimo ewentualnych, narzuconych mu deformacji.

2. PROBLEMY PROJEKTOWANIA WODOSZCZELNEJ OBUDOWY SZYBOWEJ

Deformacja masywu górnotworu i powierzchni w bezpośrednim sąsiedztwie szybu spowodowana wybieraniem złoża może być zaprognozowana za pomocą teorii M. Chudka i L. Stefańskiego (rys. 2 i 3). Deformacja ta, którą objęta zostaje obudowa szybu, stawia szczególne wymagania w stosunku do konstrukcji tej obudowy, która musi być wodoszczelna. Właściwy dobór tej konstrukcji wymaga szczegółowego prześledzenia zmieniających się warunków



- ① - górnotwór nienaruszony - krawędź zatrzymanej eksploatacji
- ② - górnotwór naruszony eksploatacją
- ③ - górnotwór zrekonolidowany
- P - przesunięcie punktu przecięcia niecki obniżonej w stosunku do krawędzi eksploatacji

Rys. 2. Stan górnotworu po wybraniu pokładów węgla

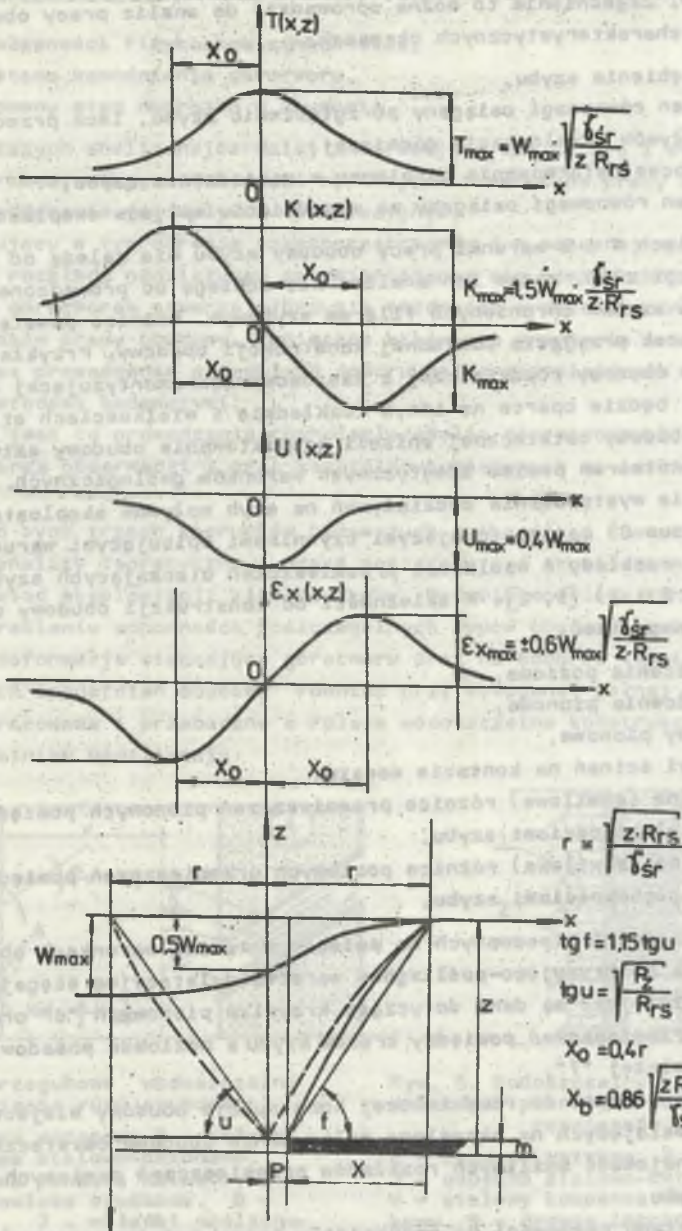
W_{\max} - maksymalne obniżenie terenu, $W_{\max} = a \cdot m$

a - współczynnik kierowania stropem, m - grubość eksploatowanych pokładów, f - kąt zasięgu wpływu eksploatacji na górnotwór nienaruszony, u - kąt deformacji górnotworu nad przestrzenią wyeksploatowaną, r - promień zasięgu wpływów głównych

Fig. 2. State of rock after coal bed wining

W_{\max} - maximum ground depression, $W_{\max} = a \cdot m$

a - coefficient of roof control, m - thickness of worked beds, f - angle of range of exploitation influence on virgin rock, u - angle of rock deformation over the void, r - radius of main influence range



Rys. 3. Teoretyczny przebieg funkcji opisujących deformację terenu w części brzożnej niecki osiadania

T_{\max} , E_{\max} , U_{\max} - maksymalne przechylenie, odkształcenie poziome - przesunięcie poziomu terenu, K - maksymalna krzywizna terenu

Fig. 3. Theoretical function course describing ground deformation in boundary part of the basin of settlement

T_{\max} , E_{\max} , U_{\max} - maximum tilting, horizontal deformation and horizontal displacement of the ground, K - maximum ground curvature

jej pracy. Zagadnienie to można sprowadzić do analiz pracy obudowy w czterech charakterystycznych okresach:

- A - głębienie szybu,
- B - stan równowagi osiągnięty po zgłębieniu szybu, lecz przed powstaniem wpływów eksploatacji górniczej,
- C - proces deformowania górotworu w sąsiedztwie szybu,
- D - stan równowagi osiągnięty po wygaśnięciu wpływów eksploatacji złóż.

W stadiach A i B warunki pracy obudowy szybu nie zależą od wpływów eksploatacji złóż, zatem ich analiza nie odbiega od prowadzonej przy projektowaniu szybów chronionych filarem szybowym. Różnice powstać mogą jedynie wskutek przyjęcia odmiennej konstrukcji obudowy. Przykładowo: projektowanie obudowy rozdzielczej z zastosowaniem amortyzującej warstwy asfaltowej będzie oparte na innym rozkładzie i wielkościach statycznych obciążeń obudowy ostatecznej aniżeli projektowanie obudowy sztywno związanej z górotworem pomimo identycznych warunków geologicznych.

W okresie występowania oddziaływań na szyb wpływów eksploatacji górniczej (stadium C) najistotniejszymi czynnikami opierającymi warunki pracy obudowy są rozkłady i wielkości przemieszczeń otaczających szyb mas skalnych (rys. 2 i 3) [1, 2]. W zależności od konstrukcji obudowy decydujące znaczenie mogą mieć:

- a) odkształcenia poziome,
- b) odkształcenia pionowe,
- c) krzywizny pionowe,
- d) wielkości ścinania na kontakcie warstw,
- e) maksymalne (chwilowe) różnice przemieszczeń pionowych pomiędzy określonymi głębokościami szybu,
- f) maksymalne (chwilowe) różnice poziomych przemieszczeń pomiędzy określonymi głębokościami szybu.

Dla najczęściej stosowanych na świecie w takich warunkach obudów rozdzielczych z amortyzująco-poślizgową warstwą dylatacyjną sięgającą zrębu szybu najważniejsze są dane dotyczące krzywizm pionowych "c" oraz różnicy poziomych przemieszczeń pomiędzy zrębem szybu a poziomem posadowienia obudowy rozdzielczej "f".

Przy wprowadzeniu do rozdzielczej konstrukcji obudowy miejscowych updatnień pozwalających na określone załamywanie obudowy ostatecznej celowe byłaby znajomość możliwych rozkładów przemieszczeń poziomych na całej długości szybu.

Analiza stanu równowagi po uspokojeniu procesu deformowania górotworu (stadium D) przebiega podobnie do analizy stanu B, jednak z uwzględnieniem konsekwencji dokonanych eksploatacji.

Do istotnych pozostałości okresu "C" należą:

- nowa zdeformowana geometria obudowy i zmieniony rozkład jej kontaktu z górotworem,

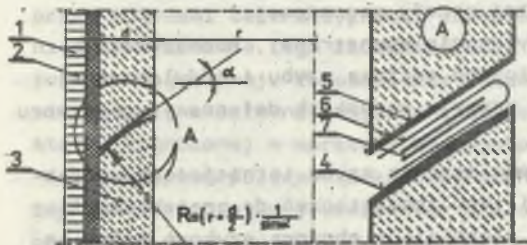
- zmiana własności fizykochemicznych skał,
- zmiana stanu zawodnienia górotworu,
- zróżnicowany stan naprężeń w obudowie.

Z powyższych analiz najbardziej interesujące dla doboru i wymiarowania obudowy przedstawiają się wnioski wynikające z warunków pracy obudowy w okresie poddawania jej wpływowi deformacyjnemu.

Występujący w tym okresie czasoprzeetrzenny i w znacznej mierze losowy charakter rozkładu oddziaływań na zmieniającej się powierzchni kontaktu obudowy z górotworem stwarza olbrzymie trudności w matematycznym opisie tych warunków pracy obudowy. Konieczne staje się przyjęcie szeregu uproszczeń oraz prowadzenia poszukiwań doboru najkorzystniejszych rozwiązań kilkoma metodami badawczymi.

Celowe jest tu prowadzenie równolegle analiz teoretycznych, badań modelowych oraz obserwacji i prac kontrolno-pomiarowych na istniejących szybach.

Spśród tych trzech kierunków badawczych najbardziej zaawansowane są w Polsce analizy teoretyczne i prace pomiarowe nad określeniem wpływu różnych metod eksploatacji złóż na szyby. Badania modelowe koncentrują się na określeniu odporności poszczególnych typów obudowy szybowej na założone deformacje otaczające górotworu oraz na doborze konstrukcji miejscowych upodatknień obudowy również przy wymaganej pełnej wod szczelności. Opracowane i przebadane w Polsce wod szczelne konstrukcje miejscowych upodatknień umożliwiają:

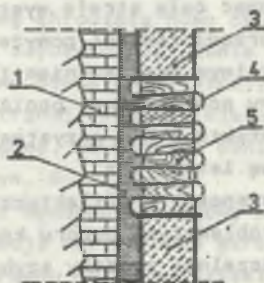


Rys. 4. Przegubowe wod szczelne przecięcie rury szybowej

- 1 - obudowa wstępna, 2 - asfalt,
- 3 - obudowa stalowo-betonowa, 4 - stalowa powłoka kulista, 5 - stalowa powłoka stożkowa, 6 - uszczelka, 7 - wkładki poślizgowe

Fig. 4. Joint watertight crossing of shaft pipe

- 1 - primary lining, 2 - asphalt
- 3 - steel-concrete lining, 4 - steel spherical coating, 5 - steel conical coating, 6 - seal, 7 - sliding inserts



Rys. 5. Wod szczelny kompensator znacznych pionowych ścisłań i rozciągań

- 1 - obudowa wstępna, 2 - bituminy,
- 3 - obudowa stalowo-betonowa, 4 - stalowy kompensator harmonijkowy, 5 - drewno impregnowane

Fig. Watertight compensator of remarkable vertical compressions and tensions

- 1 - primary lining, 2 - bitumens,
- 3 - steel-concrete lining, 4 - steel accordion compensator, 5 - impregnated wood

- miejscowe załamania osi szybu bez zaciśnień i rozwarć (rys. 4) - (prze-gub),
- kompensację pionowych ściskań i rozciągań (rys. 5).

Prowadzone prace kontrolno-pomiarowe w szybach istniejących stanowią podstawę weryfikacji oceny warunków pracy i konstrukcji zastosowanych obudów szybowych. Pozwalają na określenie wzajemnego wpływu technologii głębienia i konstrukcji obudowy, a w warunkach oddziaływania eksploatacji górniczej są wykorzystywane do możliwie wczesnego sygnalizowania ewentualnych zagrożeń.

3. PROFILAKTYCZNE ZABEZPIECZENIA OBUDOWY SZYBÓW ISTNIEJĄCYCH

W korzystnych warunkach geologicznych profilaktykę poprzedzającą wpływ eksploatacji górniczej ogranicza się do wykonania updatnienia obudowy szybowej w miejscu przecięcia szybu pokładem przewidzianym do eksploatacji w filarze szybowym. Zabezpieczenie to często uzupełniają poziome wkładki podatne zabudowane w obudowie szybowej na kilku wybranych głębokościach.

Przy występowaniu zagrożeń wodnych ograniczanie się do zabezpieczeń miejscowych jest niewłaściwe. Lokalne zabezpieczenia nie gwarantują bowiem wyeliminowania uszkodzeń obudowy w innych miejscach szybu. Ochrona bezpieczeństwa szybu i szczelności obudowy powinna w takich warunkach obejmować całą strefę występowania zagrożenia wodnego łącznie z odpowiednimi przedłużeniami powyżej i poniżej strefy zagrożonej.

Możliwym rozwiązaniem jest tu wykonanie wewnętrznej, wodoszczelnej obudowy posadowionej poniżej zagrożonego odcinka szybu i oddylatowanej od kontaktu z nie przystosowaną do pracy w warunkach deformacji górotworu obudową istniejącą.

Ten sposób profilaktycznego zabezpieczenia szybu istniejącego upodabnia problematykę doboru konstrukcji jego zabezpieczeń do projektowania wodoszczelnej obudowy szybu nowego. Istniejąca obudowa szybowa pełni tu rolę obudowy wstępnej.

W szybach, w których zagrożony odcinek usytuowany jest na znacznej głębokości i nie sięga poziomu zwierciadła wód podziemnych, ekonomicznym rozwiązaniem jest ograniczenie wysokości kolumny obudowy wewnętrznej i zamknięcie od góry przestrzeni dylatacyjnej. W takiej sytuacji powstaje dodatkowe (poza posadowieniem) połączenie obudowy istniejącej z wewnętrzną, wskutek czego ta ostatnia traci swoją niezależność.

Górne powiązanie obudowy zabezpieczającej z istniejącą oraz zamknięcie przestrzeni dylatacyjnej powoduje istotne konsekwencje dla dodatkowej obudowy wewnętrznej, co omówione zostanie na konkretnym przykładzie.

Odcinkowe zabezpieczenie szybu wewnętrzną, oddylatowaną obudową wodoszczelną zastosowane przez polskich specjalistów po raz pierwszy przy

ratowaniu zatapianej kopalni soli w Jugosławii [6]. Szyby tej kopalni (główny i wentylacyjny) zlokalizowane w północnej części złoża znalazły się w pewnym okresie w strefie wpływów eksploatacji otworowej. Stało się to w wyniku nieszczelności filara ochronnego odgradzającego kopalnię od części południowej złoża, gdzie od ponad 100 lat prowadzi się intensywną eksploatację soli metodą niekontrolowanego ługowania przez zaczerpywanie solanki otworami wierconymi z powierzchni.

Efektom występowania wpływów deformowania górotworu na szyby było powstanie przemieszczeń, odkształceń, a następnie również uszkodzeń obudowy tubingowej szybu głównego.

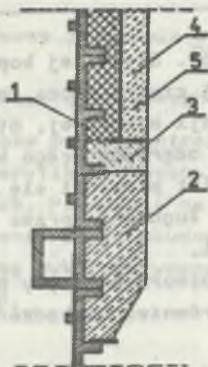
Rozwój uszkodzeń obudowy tubingowej doprowadził do jej nieszczelności i dopływów solanki do szybu. Najpoważniejsze bezpośrednie zagrożenie dla szybu głównego, jak i całej kopalni stanowił wysoko wydajny horyzont nad-solny, którego wody z mniejszą lub większą intensywnością wdzierały się do szybu przez uszkodzoną obudowę. Powodowały one wylugowanie kawern także w bezpośrednim sąsiedztwie szybu.

Szczegółowa analiza objawów niszczeń tubingów oraz pomiarów geodezyjnych na tle warunków geologicznych i hydrogeologicznych pozwoliła na stwierdzenie, że główną, bezpośrednią przyczyną powstających uszkodzeń obudowy są narzucane jej nadmierne odkształcenia pionowe. To zasadnicze ustalenie miało decydujący wpływ na ukierunkowanie sposobu zabezpieczenia szybu. Postanowiono nie przeciwstawiać się dalszemu rozwojowi niszczeń obudowy tubingowej, proponując wykonanie wewnętrznej obudowy wodoszczelnej, oddylatowanej od tubingów warstwą asfaltową chroniącą nową obudowę przed wpływami deformacyjnymi. Wobec wymaganej szybkości działania ograniczono wykonanie tego zabezpieczenia jedynie do 65-metrowej strefy aktualnie zagrożonej. Posadowienie kolumny wewnętrznej stanowić miała stopa pierścieniowa sztywna związana z obudową tubingową, usytuowana poniżej strefy zagrożonej w warstwie mocnego pelitu (rys. 6).

Teleskopowe połączenie kolumny wewnętrznej z obudową tubingową powyżej strefy zagrożonej umożliwić miało kompensację narzucanych skróceń pionowych (rys. 7). Pełną wodoszczelność zamierzano osiągnąć dzięki stalowo-plastobetonowej stopie, stalowo-betonowej obudowie wewnętrznej ze spawanym szczelnym płaszczem zewnętrznym oraz odpowiedniej konstrukcji teleskopu.

W trakcie realizacji tych zabezpieczeń doszło do szybkiego rozwoju uszkodzeń tubingów i gwałtownego wzrostu dopływów (do ok. $10 \text{ m}^3/\text{min}$), czemu towarzyszyły zjawiska akustyczne, wstrząsy, a także emisja CH_4 i H_2S . Dzięki wprowadzeniu szeregu modyfikacji konstrukcyjnych dyktowanych zmieniającymi się warunkami w szybie udało się podciągnąć realizację obudowy wewnętrznej powyżej miejsc wypływów, tak że nawet zatopienie dolnego poziomu kopalni nie zahamowało postępu prac w szybie.

Wkrótce po zatopieniu dolnego poziomu stan prac zabezpieczających był na tyle zaawansowany, że możliwe było całkowite zamknięcie dopływów.

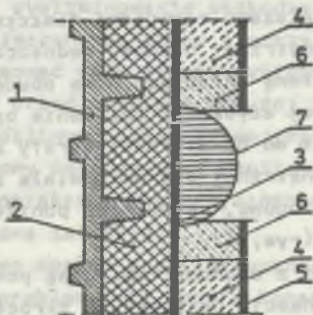


Rys. 6. Stopa posadzenia wewnętrznej odcinkowej obudowy wodoszczelnej

1 - obudowa tubingowa, 2 - stopa stalowo-żelbetowa, 3 - plastobeton, 4 - asfalt, 5 - obudowa stalowo-betonowa

Fig. 6. Foundation foot of inner segmentary watertight lining

1 - tubing lining, 2 - steel-reinforced concrete foot, 3 - plastic concrete, 4 - asphalt, 5 - steel-concrete lining



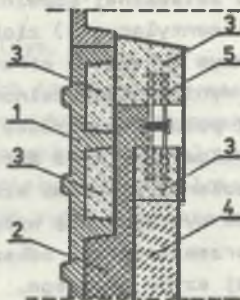
Rys. 8. Kompensator wewnętrznej obudowy wodoszczelnej

1 - zniszczona obudowa tubingowa, 2 - asfalt, 3 - zewnętrzny płaszcz stalowy, 4 - beton, 5 - wewnętrzny płaszcz stalowy, 6 - plastobeton, 7 - amortyzator olejowy

Fig. 8. Compensator of inner watertight lining

1 - destroyed tubing lining, 2 - asphalt, 3 - outer steel casing, 4 - concrete, 5 - inner steel casing, 6 - plastic concrete, 7 - oil shock absorber

Konstrukcję tego kompensatora przedstawiono na rys. 8.



Rys. 7. Teleskopowe zamknięcie przestrzeni dylatacyjnej

1 - tubingi, 2 - asfalt, 3 - plastobeton, 4 - obudowa stalowo-betonowa, 5 - taśmy "Sica"

Fig. 7. Telescopic closure of expansion joint space

1 - tubings, 2 - asphalt, 3 - plastic concrete, 4 - steel-concrete lining, 5 - "Sica" tapes

Szyb odzyskał swoją szczelność i przystąpiono do odtapiania dolnego poziomu. Konsekwencją wymuszonych krytyczną sytuację decyzji była jednak utrata niezależności pracy obudowy wewnętrznej.

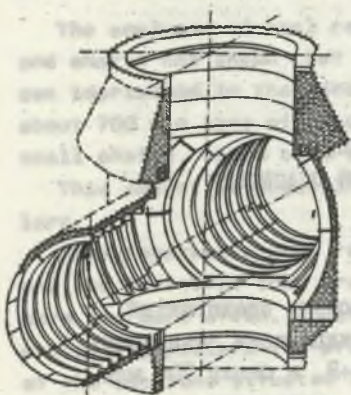
Odcinkowe zastąpienie asfaltu betonem zamykającym przestrzeń dylatacyjną tuż powyżej zaistniałych wycieków stwarzało groźbę ścięcia stopy lub zniszczenia obudowy w wyniku przyjmowania przez tę konstrukcję nadmiernych obciążeń pionowych. Konieczne stało się nadanie obudowie wewnętrznej na odcinku pomiędzy stopą a obetonowaniem zdolności kompensacyjnych. Wykorzystując aktualne możliwości, skonstruowano taki kompensator, którego działanie polegało na określonym osłabieniu zewnętrznego płaszcza stalowego i lokalnej rezygnacji z wykonania sztywnej konstrukcji stalowo-betonowej.

Aktualnie mija już 7 lat od czasu wykonania opisanych zabezpieczeń i pomimo stale rosnących deformacji górotworu w bezpośrednim sąsiedztwie szybu kopalnia pracuje bez większych zakłóceń. Zamknięcie przestrzeni dylatacyjnej wypełnionej masą bitumiczną stwarza możliwość znacznego piętrzenia ciśnień przy zmniejszaniu objętości tej przestrzeni w wyniku zaciskań poziomych i skręceń pionowych.

W opisanym wcześniej przypadku obawy takie były nieuzasadnione - zaawansowany proces niszczenia obudowy tubingowej i powstałe nieszczelności gwarantowały hydrauliczne połączenie przestrzeni dylatacyjnej z nieszczelnościami górotworu. Jednak już przy profilaktycznym zabezpieczeniu szybu wentylacyjnego tej samej kopalni, w której dotychczasowe deformacje jeszcze nie wyczerpały zdolności istniejącej obudowy, wyposażenie przeciwnieniowe uznano za niezbędne. Dla ochrony zaprojektowanej tu odcinkowej stalowej obudowy wewnętrznej przewidziano wyprowadzenie z przestrzeni dylatacyjnej rurowych przewodów stalowych na określoną wysokość.

4. ZABEZPIECZENIA WLOTÓW SZYBOWYCH

Przeprowadzone badania modelowe pracy obudowy połączenia podszybia z szybem w warunkach określonej deformacji otaczającego górotworu wykazały znacznie mniejszą odporność tej obudowy od analogicznej obudowy sąsiadujących odcinków szybu czy wyrobisk wlotowych.



Rys. 9. Szkieletowa stalowo-żelbetowa konstrukcja obudowy połączenia szybu z podszybiem

Fig. 9. Steel-reinforced concrete skeleton construction of lining of shaft bottom connection

Również doświadczenia praktyczne świadczą o szczególnej wrażliwości obudów wlotów szybowych na wpływy prowadzonych w ich sąsiedztwie robót górniczych.

Prawidłowy dobór konstrukcji obudowy połączenia szybu z podszybiem stanowi zatem poważny problem już w warunkach braku zagrożenia wodnego. Na większych głębokościach, przy znacznych wszechstronnych ciśnieniach górniczych wynikających z lokalizacji podszybia w warstwach stosunkowo słabych o niekorzystnym stosunku ciśnień pierwotnych do wytrzymałości skał, wprowadzono w ostatnich latach w Polsce ciężkie szkieletowe obudowy stalowo-żelbetowe (rys. 9). Dotychczasowe pozytywne doświadczenia pracy tych obudów w warunkach, w których tradycyjne rozwiązania powodowały potrzebę kilkakrotnych przebudów, skłaniają do prób ich zastosowania w warunkach wpływów eksploatacji górniczej. Osiągnięcie pełnej szczelności obudowy szkieletowej przy określonej odkształcalności tej konstrukcji pozwala oczekiwać pozytywnego wyniku przy jej zastosowaniu również w górotworze zawodnionym.

...

LITERATURA

- [1] Chudek M., Stefański L.: Teoretyczne ujęcie wpływu podziemnej eksploatacji złóż na deformacje powierzchni przy uwzględnieniu warstwowej budowy górotworu. Zeszyty Naukowe Pol. Sl. o. Górnictwo z. 145, 1987.
- [2] Chudek M., Stefański L.: Loads and stress occurring in the orogen in the vicinity of wall headings remains of coal seams and barrier pillars in underground mines. Prace Komisji Górniczej PAN Oddz. Katowice, Ossolineum 1985.
- [3] Chudek M.: Teoretyczne ujęcie wpływu współpracy betonowych rure grubościennych ze skałami plastycznymi poddany wpływom eksploatacji górniczej. Archiwum Hydrotechniki PAN, Tom XXVIII z. 1, 1981.
- [4] Napieracz T., Rużka K., Wojtusiak A.: Prognozy rozwoju konstrukcji obudów szybowych w kopalniach węgla kamiennego do roku 2000. Budownictwo Węglowe - Projekty. Problemy 1986, nr 7.
- [5] Godziek J., Misiąg P., Wojtusiak A.: Zabezpieczenie szybu kopalni soli wewnętrzną obudową stalowo-betonową. Przegląd Górniczy 1980, nr 12.
- [6] Godziek J., Wojtusiak A., Jokić A.: Rozwiązania techniczne i technologiczne obudowy szybowej zastosowane przy ratowaniu kopalni soli Tusanj w Jugosławii. Materiały na sympozjum nt. Górnictwo surowców chemicznych - Zbiorniki podziemne - Środowisko naturalne, Kraków 8-10 listopada 1984 r.
- [7] Zasady wyznaczenia filarów ochronnych dla obiektów powierzchniowych i podziemnych w obzerech górniczych kopalń węgla kamiennego. MGIE Katowice 1986 r.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Sztefek

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1987 r.

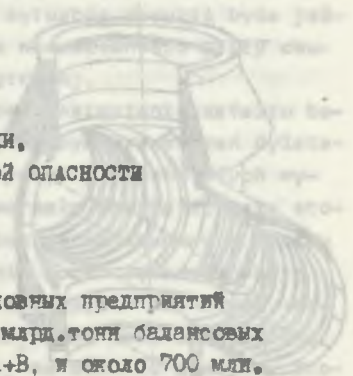
СПОСОБЫ ОХРАНЫ КРЕПЕЙ ШАХТЫ ОТ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТКИ, ВЕДУЩЕЙСЯ В ИХ ОХРАННЫХ ЦЕЛКАХ В УСЛОВИЯХ ВОДНОЙ ОПАСНОСТИ

Резюме

Анализ ресурсов угля в охранных целиках головных предприятий и шахт показал, что в них содержится около 2,5 млрд. тонн балансовых запасов, отнесенных в большинстве к категории А+В, и около 700 млн. тонн запасов в целиках подземных объектов: шахт, перекопов и т.д. Эта величина составляет около 37 % всех запасов, охваченных охранными целиками.

Так значительные запасы угля, содержащиеся в охранных целиках шахт, а так же лёгкость их эксплуатации, всё чаще является причиной выбора угля из целиков.

Вместе с количеством эксплуатируемых залежей в охранных целиках шахт, увеличивается проблема охраны крепи, а особенно отрезков, находящихся в свободном и наводнённом горном массиве. Исследования по



определению условий работы этой крепи во время деформационного действия горного массива и поиски наиболее оптимальных конструкций для этих отрезков ведутся путём теоретических анализов, модельных исследований и непосредственных измерений. Исследования идут в направлении подбора конструкций местной податливости крепи с сохранением полной водонепроницаемости, которая даёт возможность компенсировать вертикальные растяжения и сжатия, а также местные искривления оси шахты.

Такая конструкция запроектирована и реализована в соляной шахте Тусань в Югославии. Наблюдения и измерения, проводимые на этой шахте уже 7 лет позволяют утверждать, что динамика процессов деформации была определена правильно, а подобранная конструкция крепи вполне стала экзамен.

В работе приводятся также основные формулы и их графическое изображение относительно прогнозирования влияния разработки на горный массив и поверхность.

METHOD OF SHAFT LINING PROTECTION AGAINST THE INFLUENCES OF EXPLOITATION CARRIED OUT IN PROTECTING PILLARS AND IN CONDITIONS OF WATER HAZARD

С о д е р ж а н и е

The analysis of coal resources in protecting pillars of the main plant and shafts has shown that there is about 2,5 mld tons of balance resources imprisoned in them and distinguished most in categories A+B, and about 700 mln tons of resources in pillars for underground structures small shafts, cross cut, etc.

This amount is about 37% of all resources contained in protecting pillars.

Thus remarkable coal resources imprisoned in shaft protecting pillars and the fact that they are easily available cause that they are worked more and more often. Together with the amount of worked deposits in shaft protecting pillars the problem of lining protection appears, especially of the sections situated in detached and watered rock mass. Studies on defining working conditions of this lining during deforming activity of rock and searching for the best construction for these sections take the form of theoretical analysis, model testings and measurements in site. The searching leads to selection of such a construction of local lining flexibilities with complete watertightness preservation so that it would enable compensation of vertical compressions and tensions, and local retraction of shaft axis.

Such a construction has been designed and realized in the main shaft in salt mine in Tusary in Yugoslavia. Observations and measurements of this construction carried out for over 7 years confirmed that dynamics of deformation processes was correctly forecast and lining construction was properly selected.

The paper also gives basic formulae and their graphic representations related forecasting the influences of exploitation on rock mass and the surface (Fig. 2 and 3).