ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1997
Seria: MECHANIKA z. 128 Nr kol. 1372

Ryszard MAJCHRZAK
Kooperacja POLKO Sp. z o.o. - Zakład Usług Naukowo-Technicznych
Marek MAJCHER
Bytomska Spółka Węglowa SA KWK „Julian"

URZĄDZENIA SYSTEMU „POLKO" DO TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO, MINERALNYCH SPOIW GÓRNICZYCH Z POWIERZCHNI KOPALNI DO WYROBISK DOŁOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono rozwiązania techniczne zastosowane przy projektowaniu i realizacji pierwszej w polskim górnictwie linii transportu pneumatycznego mineralnych spoiw górniczych z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych. Zestawiono podstawowe parametry techniczne spoiwa górniczego „Utex-1", zastosowanego do wykonywania pasów podsadzkowych w KWK „Julian".

THE „POLKO" SYSTEM DEVICES FOR PNEUMATIC TRANSPORTATION OF MINING MINERAL BINDING MATERIALS FROM A MINEHEAD TO THE UNDERGROUND EXCAVATIONS

Summary. The present article contains technical resolutions applied in designing works and in a realisation of the first polish pneumatic transportation line for mining mineral binding materials transportation from a minehead to the underground excavations. There are presented the basic technical parameters concerning both the transportation line and the binding material „Utex-1" which was applied to perform the filling belts.

1. Wprowadzenie

Górnictwo węgla kamiennego wykazuje wzrost zapotrzebowania na stosowanie spoiw mineralnych w następujących technologiach związanych z bezpiecznym i efektywnym wydobyciem węgla:

- wykonywanie ochronnych i izolacyjnych pasów podsadzkowych pozwalających na utrzymanie chodników przyścianowych ścian zawałowych oraz ograniczenie zagrożenia pożarowego i metanowego w rejonie ściany,
- budowa tam i korków izolacyjnych,
- wykonywanie torkretu osłonowego,
- wypełnianie wyrw i obwałów skalnych.

Zasób stosowanych do niedawna środków do omawianych technologii był raczej skromny i sprowadzał się głównie do klasycznych mineralnych materiałów wiążących, tj. cementu, gipsu oraz sporadycznie do nowszych kompozytów na osnowie polimerów.

Nowymi materiałami są aktywowane spoiwa anhydrytowe i mineralne spoiwo górnicze „Utex-1". Są to materiały wiążące oparte na krajowych surowcach, bezpiecznych i łatwych do stosowania w kopalniach węgla kamiennego. Spoiwa anhydrytowe powstają na bazie mączki anhydrytowej lub anhydrytu mielonego z dodatkiem odpowiedniego aktywatora wpływającego na właściwości tak powstałego tworzywa. Spoiwo górnicze „Utex-1" powstało na bazie popiołów lotnych z elektrofiltrów z dodatkiem odpowiednich rodzajów cementów.

Stosowanie przedmiotowych technologii związane jest z transportem pneumatycznym suchego spoiwa mineralnego z jednoczesnym dozowaniem wody zarobowej na wylocie instalacji transportowej. W zakresie transportu pneumatycznego spoiw mineralnych w kopalniach obserwowany jest jego rozwój od systemów związanych z pracą jednego podajnika komorowego (1983 r.), gdzie załadunek materiału realizowany jest ręcznie workami, np. KWK „Moszczenica" [1,2], przez systemy pracujące w układzie tandem z mechanizacją załadunku w systemie kontenerowym, np. KWK „Piast" [3,4] (1994 r.).

Wymagania kopalni w zakresie wzrostu wydajności i dyspozycyjności instalacji transportujących spoiwa mineralnego, konieczność odciążenia transportu poziomego i pionowego kopalni oraz minimalizacji punktów przesypowych zmuszają projektantów i wykonawców systemu transportu pneumatycznego spoiw mineralnych do wdrożenia systemów ich transportu z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych.

Pierwszą kopalnią w polskim górnictwie węgla kamiennego, gdzie zastosowano taką instalację, zaprojektowaną i wykonaną przez Kooperację POLKO, jest KWK „Julian" z Bytomskiej Spółki Węglowej S.A.

2. Parametry techniczne spoiwa górniczego „Utex-1"

Spoiwo górnicze „Utex-1" jest materiałem wiążącym powstałym na bazie popiołów lotnych z elektrowni „Rybnik". Spoiwo to oprócz popiołów lotnych zawiera dodatki w postaci cementów: portlandzkiego, hutniczego i cementu HSG oraz gipsu i środka uplastyczniającego, wpływającego na czas wiązania. Spoiwo to ma znak dopuszczenia GG-22/93, wydany przez Wyższy Urząd Górniczy, a zezwalający na jego stosowanie w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych niemetanowych oraz metanowych w pomieszczeniach o stopniu niebezpieczeństwa wybuchu metanu „a", „b" i „c".

Z analizy chemicznej spoiwa górniczego „Utex-1" (tab.1) wynika, że jego dominującymi składnikami są: krzemionka (39,50% SiO_2), tlenki glinu (14,10% Al_2O_3) i żelaza (5,30% Fe_2O_3) oraz tlenek wapnia (28,60% CaO), jak również w mniejszych ilościach tlenek magnezu (2,13% MgO) oraz tlenek potasu (3,50% K_2O). W tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy granulometrycznej spoiwa „Utex-1".

Tabela 1

Skład chemiczny spoiwa górniczego „Utex-1"

Składnik chemiczny	Zawartość %
SiO_2	39,50
Al_2O_3	14,10
Fe_2O_3	5,30
CaO	28,60
Na_2O	1,10
MgO	2,13
K_2O	3,50
Mn_3O	0,06
TiO_2	1,12
P_2O_5	1,30
SO_3	2,34
Straty prażenia	1,30
Suma	100,35

Zmianę doraźnej wytrzymałości na ściskanie R_c w czasie t spoiwa górniczego „Utex-1" w warunkach: powietrzno-suchych P-S, powietrzno-wilgotnych P-W oraz wodnych W dla stosunku wodnego w/s = 0,35 przedstawiono w tabeli 3 oraz na rysunku 1.

Tabela 2

Skład granulometryczny spoiwa górniczego „Utex-1"

Klasa mm	Zawartość %
0,00÷0,06	75,2
0,06÷0,075	12,0
0,075÷0,08	2,5
0,08÷0,12	3,0
0,12÷0,25	5,1
0,25÷0,50	0,2
0,50	0,00
Strata	2,0

Tabela 3

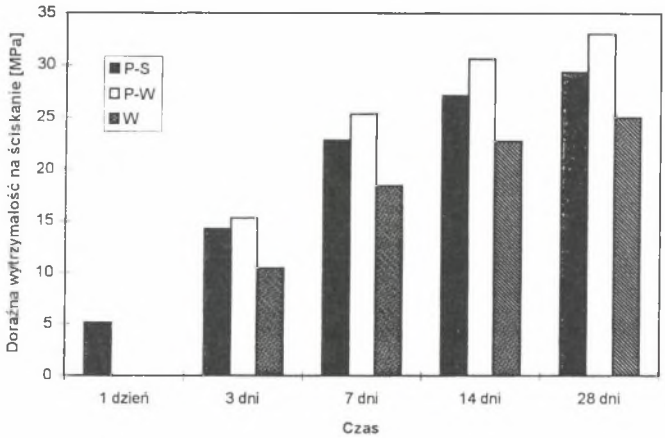
Doraźna wytrzymałość na ściskanie spoiwa górniczego „Utex-1

Warunki pielęgnacji próbek	1 dzień	3 dni	7 dni	14 dni	28 dni
Warunki powietrzno-suche P-S	5,1	14,2	22,8	27,1	29,3
Warunki powietrzno-wilgotne P-W	-	15,3	25,3	30,6	33,0
Warunki wodne W	-	10,4	18,4	22,7	25,0

Z przedstawionych badań spoiwa górniczego „Utex-1" wynika, że spoiwo jest spoiwem hydraulicznym, a więc odpornym na działanie środowiska wodnego, co jest niezwykle istotne przy wykonywaniu ochronnych pasów podsadzkowych w kopalniach o dużym stopniu zawodnienia. Zasadniczy przyrost wytrzymałości na ściskanie spoiwa górniczego „Utex-1" następuje w okresie trzech dni od zarobienia wodą i wynosi około 45% wartości ostatecznej.

Gęstość pozorna spoiwa górniczego „Utex-1" w stanie luźnym wynosi Q_{pl} = 0,908 t/m^3, a w stanie ubitym Q_{pu}= 1,363 t/m^3.

Czas początku wiązania spoiwa wynosi t_p = 2h40', a czas końca wiązania t_k = 8h45'. Spoiwo górnicze „Utex-1" jest spoiwem normalnie wiążącym, szybko twardniejącym.



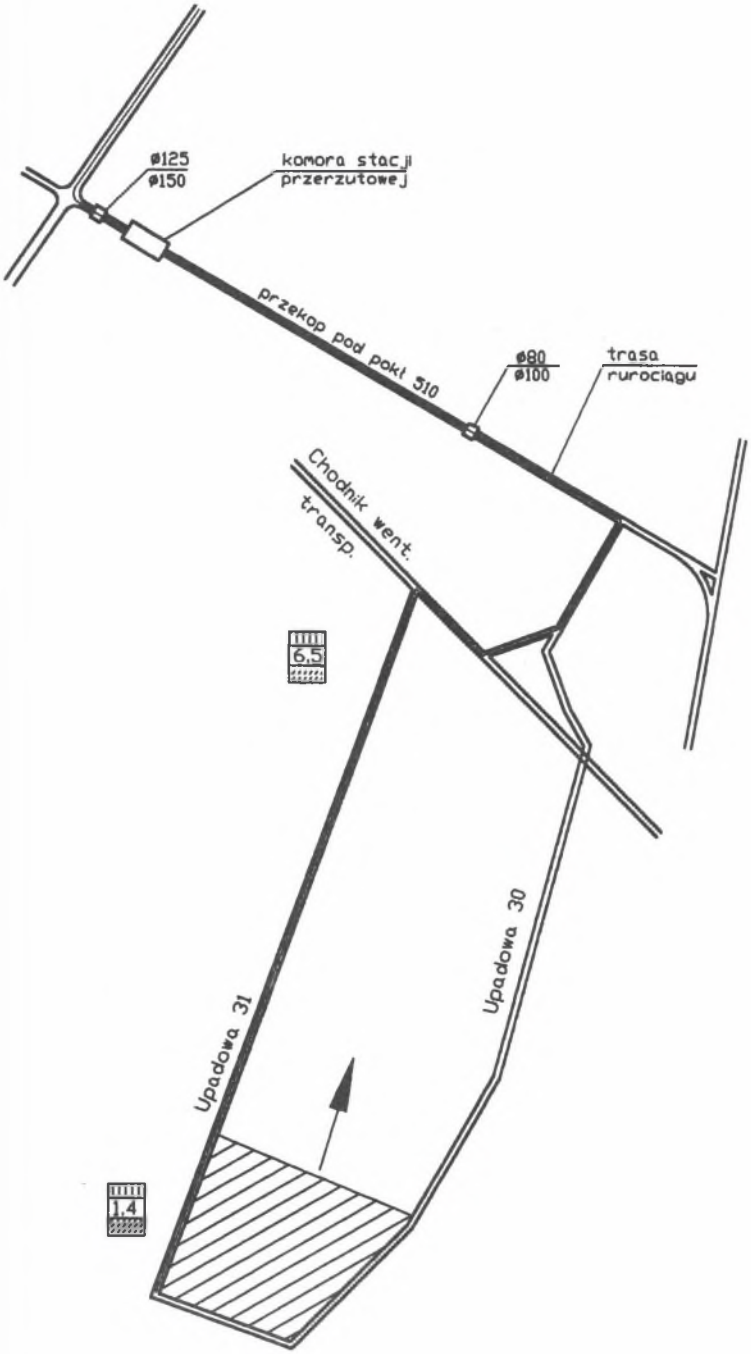
Rys.1. Zmiana doraźnej wytrzymałości na ściskanie spoiwa górniczego „Utex-1"
Fig. 1. Variations of an immediate compression strength of mining binding material „Utex-1"

3. Technologia wykonywania ochronnego pasa podsadzkowego w rejonie upadowej 31 w pokładzie 510 w. III ściany nr 531 p. „B" poz. 620 m w KWK „Julian"

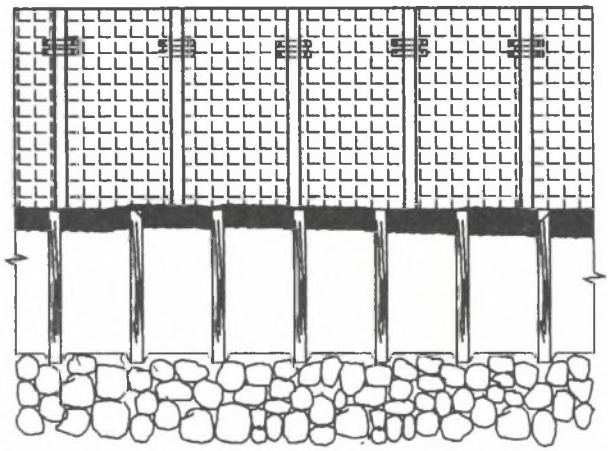
Podstawowym celem stosowania pasa ochronnego wzdłuż upadowej 31 w pokładzie 510 w III ściany nr 531 p „B" poz. 620 m (rys. 2) w KWK „Julian" było stworzenie przegrody na linii zrobów w celu ograniczenia migracji powietrza i zmniejszenia zagrożenia pożarowego. Kolejną istotną jego funkcją jest poprawa warunków utrzymania upadowej w celu wykorzystania jej przy eksploatacji ściany następnej.

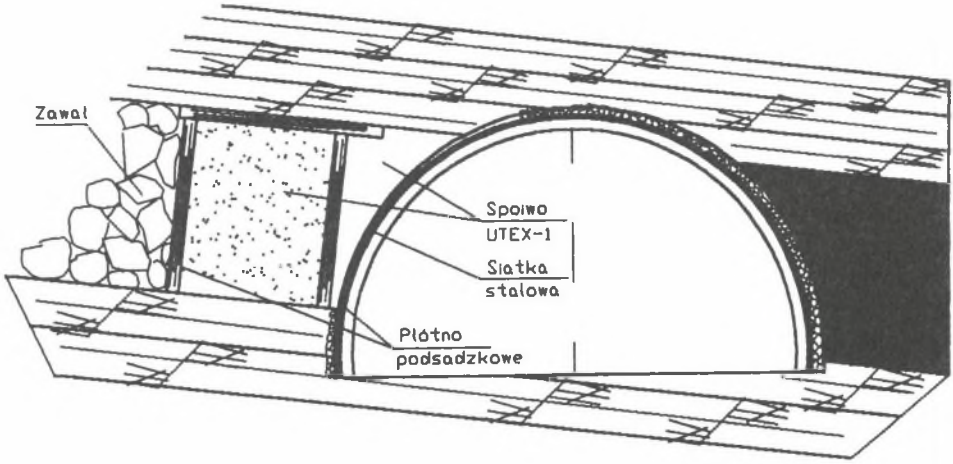
Technologia ta polegała na wykonywaniu bieżąco za postępem ściany wzdłuż upadowej 31 ściany nr 531 pasa ochronnego (rys. 3).

Szerokość pasa wynosiła 0,5 wysokości ściany, co przy uwzględnieniu dobowego postępu ściany równego p = 4 m/d i wysokości ściany h = 2,2 m daje objętość przewidzianą do podsadzania V = 19,36 m^3. Dobowe zapotrzebowanie na spoiwo „Utex-1" wynosi 27,6 Mg.



Rys. 2. Mapa rejonu ściany nr 531 p. „B" poziom 620 m w pokładzie 510 w. III w KWK „Julian"
Fig. 2. The map of the longwall area no: 531 p.„B", level 620 m on the bed 510 III in the coal mine „Julian"





Rys. 3. Sposób wykonywania pasa ochronnego w upadowej 31 w pokładzie 510 w. III ściany 531 p. „B" poziom 620 m w KWK „Julian"

Fig. 3. A way of realisation of the protective belt in the dip-heading no:31 on the bed 510 III of the longwall no: 531 p. „B", level 620 m in the coal mine „Julian"

Wykonywanie ochronnego pasa podsadzkowego polegało na (rys. 3):

- zabudowaniu od strony zawału dwóch rzędów stojaków (tzw. organów) w odstępach 0,5 do 1,0 m, a następnie opinaniu płótnem podsadzkowym stojaków najbliższych zawału w celu zapobieżenia przedostawania się zaczynu spoiwa do zrobów,
- opinaniu płótnem podsadzkowym obudowy stalowej dowierzchni od strony zawału w celu zapobieżenia przedostawaniu się zaczynu spoiwa do dowierzchni,
- dokładnym wypełnianiu od dołu do góry tak przygotowanej i wygrodzonej przestrzeni zaczynem spoiwa od czoła ściany.

W okresie od 01.11. 1995 r. do 01.07.1997 r. wykonywano równolegle pas ochronny w chodniku ścianowym 2 ściany 101 a w pokładzie 504/2. Przy uwzględnieniu dobowego postępu ściany p = 3 m/d i wysokości ściany h = 2,5 m objętość do podsadzenia wynosi V = 11,8 m^3, a dobowe zapotrzebowanie dla tej ściany wynosi 16 Mg.

4. Linia transportu pneumatycznego systemu POLKO spoiwa „Utex" do wykonywania ochronnych pasów podsadzkowych w warunkach kopalni „Julian"

Spoiwo „Utex-1" dostarczane jest do KWK „Julian" (rys. 4) cysternami samochodowymi (8) przystosowanymi do pneumatycznego rozładunku. Z cysterny samochodowej spoiwo przetłaczane jest rurą do jednego z dwóch silosów (9) o pojemności 60 m^3 każdy. Silosy te dla eliminacji zapylenia zaopatrzone są w filtry. Dno każdego z silosów posiada aerację umożliwiającą swobodny wypływ spoiwa do podajnika komorowego. Pod każdym silosem zabudowana jest zasuwa awaryjna (4), zamknięcie (3) oraz element kompensacyjny (2) odciążający dennicę podajnika komorowego (1).

Każdy podajnik komorowy posiada hydrauliczny wagowy układ sygnalizujący o stanach napełnienia spoiwem. Całość instalacji powierzchniowej obudowana jest konstrukcją zapewniającą minimalną temperaturę +5°C (278 K).

Zasada działania instalacji polega na cyklicznym podawaniu spoiwa „Utex-1" rurociągiem (7) ∅ 100 mm/125 mm/150 mm ułożonym na powierzchni, dalej do szybu i następnie do stacji przerzutowej (10).

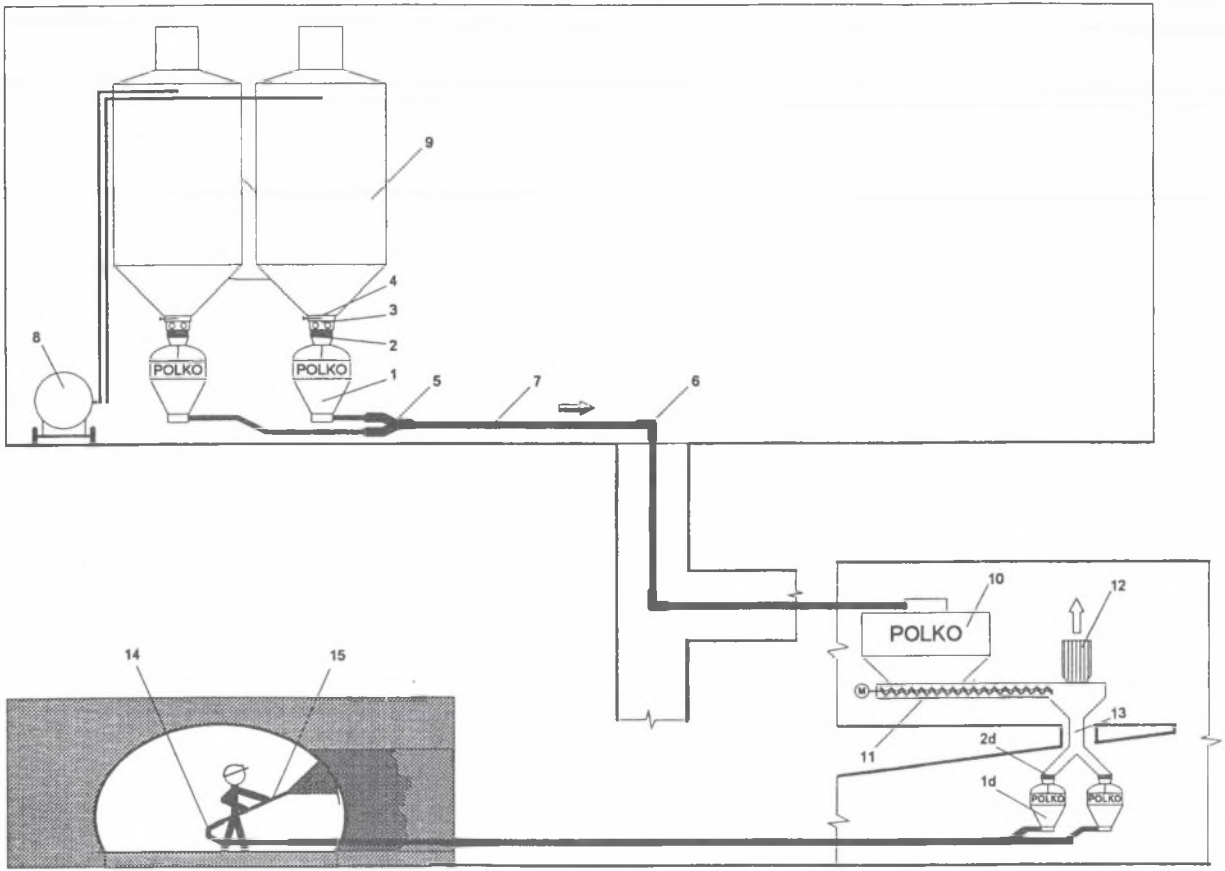
Układ podajników zainstalowany pod silosami na powierzchni pracuje w sterowaniu ręcznym elektropneumatycznym.

Linia powierzchniowa Lp o długości 1618 m na trasie silos spoiwa - stacja przerzutowa jest wykonana jako rurociąg stopniowany, zaczyna się od średnicy d_1 = 100 mm. Po 200 m na przekopie głównym poz. 438 jest przejście na średnicę d_2 = 125 mm, a przed stacją przerzutową zastosowano średnicę d_3 = 150 mm. Linia ta posiada 5 łuków o kącie 90° i jeden o kącie 75°.

Linia powierzchniowa Lp ze względu na stałą konfigurację charakteryzuje się ustabilizowanym transportem pneumatycznym spoiwa. Na dole kopalni zlokalizowana jest stacja przerzutowa (10) w przekopie pod pokładem 510, poziom 438, odbierająca spoiwo z linii powierzchniowej i zasilająca linię dołową.

Stacja przerzutowa przeznaczona jest do rozładunku, magazynowania i zasilania dołowego układu transportu pneumatycznego spoiwem „Utex-1".

Strumień mieszaniny sprężonego powietrza i spoiwa „Utex-1" podawany jest rurociągiem transportowym ∅ 150 mm (rys. 4) z powierzchni kopalni „Julian" do kołpaka rozładowczego. W górnej części komór roboczych (3) następuje oddzielenie spoiwa „Utex-1" od transportującego powietrza, które poprzez urządzenie oddzielające z filtrem (12) odprowadzane jest rurociągiem odpowietrzającym. Spoiwo wypełnia komory robocze o pojemności ok. 4,5 m^3 każda do wysokości określonej przez ustawienie górnego wskaźnika poziomu. W tym momencie blokowany jest transport pneumatyczny z powierzchni kopalni do komór stacji. Opróżnianie stacji następuje poprzez włączenie przenośnika ślimakowego (11) napędzanego silnikiem iskrobezpiecznym. Spoiwo podawane jest poprzez koryto do zasobnika wysypowego (13), zakończonego zasuwą współpracującą z zamknięciami podajników komorowych. Przenośnik ślimakowy zasilany jest spoiwem zsypującym się po skośnych powierzchniach komór roboczych wyposażonych we wkładki aeracyjne. Wyprofilowanie dolnej części komór roboczych oraz zastosowanie wkładek aeracyjnych ma umożliwić równomierne zasilanie przenośnika ślimakowego spoiwem. Stacja wyposażona jest w dwa zawory bezpieczeństwa, uniemożliwiające wzrost ciśnienia powyżej zadanej wielkości.



Rys. 4. Układ transportu pneumatycznego spoiwa Utex z powierzchni kopalni „Julian" do wyrobisk dołowych
Fig. 4. A lay-out of the Utex binding material's pneumatic transportation from the minehead to the underground excavations

Stacja przerzutowa zabudowana jest w górnym chodniku, natomiast układ transportu pneumatycznego typu „tandem poziomy" PK-900 2 x 0,4 m^3 zlokalizowany jest w komorze wykonanej w wyrobisku pochyłym. Spoiwo grawitacyjnie z leja wysypowego (13) poprzez rurę łączącą i przesyp dwudrogowy kierowane jest na przemian do podajników komorowych. Podajniki komorowe napełniane są do wysokości ustalonej poprzez górny wskaźnik poziomu, po czym przenośnik ślimakowy stacji przerzutowej zastaje wyłączony. Po napełnieniu jednego z podajników komorowych pracujących w układzie tandem PK 2 x 0,4 m^3, rozpoczyna się jego cykl pracy. Podajniki te, zasilane sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa, zapewniają transport suchego spoiwa rurociągiem z zaworami przeponowymi do miejsca wykonywania pasa ochronnego.

Linia dołowa ma długość 1320 m w początkowym okresie eksploatacji ściany nr 531, a w okresie końcowym eksploatacji skraca się do 640 m. Zastosowano stopniowanie średnic rurociągu linii dołowej na odcinku 260 m od stacji przerzutowej (średnica rurociągu wynosi d_1 = 80 mm), a dalej do miejsca wykonywania pasa d_2= 100 mm. Na wylocie dołowej linii transportowej zainstalowany był układ nawilżania, umożliwiający dynamiczne mieszanie transportowanego na sucho spoiwa z wodą zarobową. Regulacja ilości wody zarobowej zaworem kulowym umożliwia operatorowi lancy wylotowej uzyskanie pożądanej konsystencji zaczynu spoiwa w/s = 0,35. Zadanie operatora lancy wylotowej polegało na dokładnym wypełnieniu zaczynem spoiwa przygotowanego wygrodzenia na ochronny pas podsadzkowy w upadowej 31 w pokładzie 510 w. III ściany nr 531 p. „B" poziom 620 m w KWK „Julian".

Tabela 4

Parametry techniczne instalacji systemu POLKO transportu pneumatycznego z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych

Lp.	Parametr	Linia powierzchniowa	Linia dołowa
1	Podajniki komorowe	PK-1200 2 x 1,0	PK-900 2 x 0,4
2	Długość trasy [m]	1618	1320 i maleje do 640
3	Średnica rurociągu ∅ [mm]	stopniowane 100/125	stopniowane 80/100
4	Ilość łuków	6 x α = 90°	5 x α = 90° 1 x α = 75°
5	Ciśnienie sprężonego powietrza [MPa]	0,6	0,6
6	Zapotrzebowanie powietrza w cyklu pracy V_m = [m^3/min]	19,86	22,3
7	Wydajność eksploatacyjna [Mg/h]	12	12

Podstawowe parametry techniczne zastosowanej w KWK „Julian" prototypowej instalacji systemu POLKO transportu pneumatycznego spoiwa z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych zestawiono w tabeli 4.

5. Podsumowanie

W okresie eksploatacji pierwszej w Polsce linii transportu pneumatycznego materiałów sypkich z powierzchni KWK „Julian" do wyrobisk dołowych tj. od 06.1995 r. do 12.1996 r. przetransportowano 1.145,5 Mg spoiwa Utex.

Stwierdzono praktyczna przydatność wszystkich elementów linii transportu pneumatycznego systemu POLKO w trudnych warunkach dołowych kopalni „Julian".

Linia transportu pneumatycznego z powierzchni kopalni umożliwiła wykonywanie ochronnych pasów podsadzkowych równocześnie w dwóch ścianach, wraz z postępem ich frontów eksploatacji.

Zastosowane przez Kooperacje POLKO rozwiązania techniczne umożliwiają transport materiałów sypkich z powierzchni kopalni do wyrobisk górniczych na łączną odległość 2938 m z wydajnością 12 Mg/h. Wdrożony w KWK „Julian" system transportu pozwolił na:

- odciążenie środków transportu szybowego i dołowego,
- zmniejszenie ilości punktów przesypu,
- zmniejszenie zapylenia w trakcie przeładunku,
- zwiększenie dyspozycyjności instalacji,
- stworzenie buforu magazynowego o pojemności 9 m^3, zlokalizowanego na dole kopalni.

LITERATURA

1. Homa D., Janiczek S., Majchrzak R., Piątkiewicz Z.: Spoiwa anhydrytowe oraz urządzenia do ich transportu pneumatycznego systemu „POLKO" w górnictwie podziemnym. Ossolineum, Wrocław 1987.
2. Homa D., Madaj M., Kluczniok B., Ziętek T.: Zastosowanie anhydrytowego pasa podsadzkowego do ochrony chodnika przyścianowego i uszczelniania zrobów ścian. Przegląd Górniczy nr 9, Katowice 1984.

3. Borycz J., Majchrzak R.: Zastosowanie pasa podsadzkowego do ochrony chodnika przyścianowego z wykorzystaniem instalacji transportu pneumatycznego systemu „POLKO" w warunkach geologiczno-górniczych kopalni „Piast". Cz. I Technologia wykonywania. Przegląd Górniczy nr 6, Katowice 1995.
4. Borycz J., Homa D.: Zastosowanie pasa podsadzkowego do ochrony chodnika przyścianowego z wykorzystaniem instalacji transportu pneumatycznego systemu „POLKO", w warunkach geologiczno-górniczych kopalni „Piast". Cz. II Ocena parametrów eksploatacyjnych instalacji transportu pneumatycznego. Przegląd Górniczy nr 7-8, Katowice 1995.
5. Majchrzak R., Homa D.: Opracowanie technologii izolacji zrobów i utrzymania chodników z zastosowaniem spoiw mineralnych w warunkach KWK „Julian". I Praca badawcza wykonana w Zakładzie Usług Naukowo-Technicznych Kooperacji POLKO Mikołów, październik 1994.

Recenzent: Prof. dr hab. Zbigniew Piątkiewicz

Wpłynęło do Redakcji 7.10.1997 r.

Abstract

The present article contains technical resolutions applied in designing works and in a realisation of the first polish pneumatic transportation line for mining mineral binding materials transportation from a minehead to the underground excavations.

There are presented the basic technical parameters concerning both the transportation line and the binding material „Utex-1" which was applied to perform the filling belts.