ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2000
Seria: GÓRNICTWO z. 246 Nr kol. 1480

Ryszard MAJCHRZAK
Politechnika Śląska, Gliwice

TRANSPORT PNEUMATYCZNY SPOIW MINERALNYCH W GŁĘBINOWYCH KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono rozwój technologii transportu pneumatycznego spoiw mineralnych. Na wybranych przykładach omówiono rozwiązania konstrukcyjne od prostych systemów z zastosowaniem jednego podajnika komorowego do zautomatyzowanych linii transportu bezpośrednio z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych.

PNEUMATIC TRANSPORT OF THE MINERAL BINDERS IN THE ABYSSAL COLLIERIES

Summary. In the article has been described the development of mineral binders pneumatic conveying technology. Construction solutions from simple systems with usage of one ventricular feeder to automated conveying lines straight from mine's surface to hole excavations have been shown on chosen examples.

1. Wprowadzenie

W górnictwie podziemnym zarówno w procesach eksploatacji złoża oraz jego likwidacji spoiwa mineralne stosowane są do:

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

Obecnie na rynku spoiw mineralnych dostępnych jest wiele ich odmian produkcji zarówno krajowej, jak i zagranicznej.

W kopalniach węgla kamiennego szeroko wykorzystywane jest spoiwo „Utex-1" i „Utex-15" produkowane na krajowych surowcach, bezpiecznych i łatwych do stosowania w wyrobiskach górniczych.

Do praktycznego zastosowania w kopalniach głębinowych technologii spoiw mineralnych wykorzystuje się transport pneumatyczny systemu „POLKO" suchego spoiwa mineralnego z jednoczesnym dozowaniem wody zarobowej na wylocie instalacji transportowej.

W zakresie transportu pneumatycznego spoiw mineralnych w kopalniach firma „POLKO" promuje jego rozwój od systemów związanych z pracą jednego podajnika komorowego (1983 r.), gdzie załadunek materiału realizowany był 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.) aż do linii transportujących spoiwa z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych KWK „Julian"" [5], lub KWK „Jaworzno" [6].

W niniejszym artykule na wybranych przykładach zostanie przedstawiony rozwój tej technologii transportu mineralnych spoiw górniczych.

2. Instalacje transportu pneumatycznego spoiw mineralnych w kopalniach głębinowych

O efektywności stosowania technologii spoiw mineralnych w kopalniach głębinowych w dużej mierze decyduje rodzaj zastosowanego systemu transportu spoiwa.

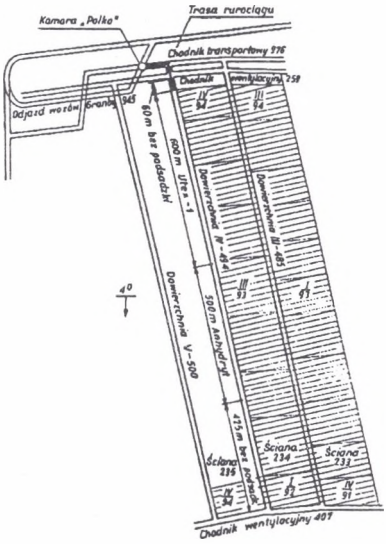
Transport pneumatyczny spoiw mineralnych z zastosowaniem jednego podajnika komorowego, zasilającego rurociąg transportowy, odznacza się cyklicznością pracy związaną z brakiem zasilania rurociągu spoiwem w trakcie cyklu załadunku podajnika. Powoduje to obniżenie wydajności całej instalacji.

Układy tandem składające się z dwóch podajników komorowych, zasilających rurociąg transportowy przez układ zaworów (rozdzielacz), pozwalają na wyeliminowanie cykliczności pracy. Rurociąg transportowy jest ciągle zasilany spoiwem, gdyż gdy jeden podajnik wykonuje cykl pracy, to drugi realizuje cykl załadunku.

W przypadku dostaw spoiwa w workach czas trwania cyklu załadunku spoiwem podajnika komorowego jest długi. Może on ulec skróceniu przy załadunku z kontenerów lub bezpośrednio z silosów magazynowych spoiwa.

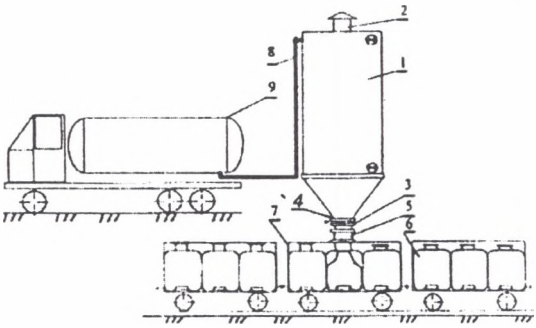
2.1. Instalacja z podajnikami w układzie tandem z załadunkiem spoiwa kontenerami

Technologia ta została zastosowana do wykonywania ochronnego pasa podsadzkowego w dowierzchni IV - 494 ściany nr 234 w pokładzie 207, poziom 500 w KWK „Piast" [3], rysunek 1.



Rys. 1. Schemat rejonu ściany 234, pokład 207, poz. 500 w kopalni „Piast"

Spoiwo „Utex-1" dostarczane jest do kopalni „Piast" (rysunek 2) cysternami samochodowymi (9), przystosowanymi do pneumatycznego rozładunku. Z cysterny samochodowej spoiwo przetłaczane jest rurą (8) do silosu (1) o pojemności 60 t, zaopatrzonego w filtr (2), co stanowi około trzydniowy zapas gwarantujący ciągłość stosowania spoiwa w kopalni; następnie spoiwo z silosu - przenoszone grawitacyjnie przez zasuwę (3) i zamknięcie szczękowe (4) - oraz rękaw (5) napełniają kontenery elastyczne typu „big-bags" (6) umieszczone na wózkach kolejki dołowej (7).



Rys.2. Schemat urządzeń do załadunku spoiw mineralnych do kontenerów na powierzchni kopalni „Piast"

Pojemność kontenerów elastycznych jest taka sama jak pojemność robocza podajników komorowych systemu „POLKO" oraz transportujących spoiwo na dole kopalni i wynosi 0,4m^3.

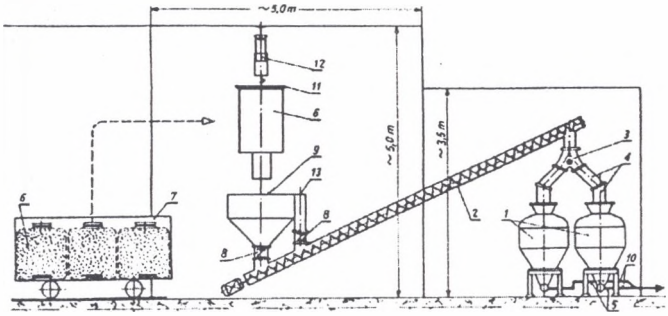
Załadowane spoiwem mineralnym kontenery elastyczne typu „big-bags", transportowane są w wozach kopalnianych do węzła załadowczego instalacji transportu pneumatycznego systemu „POLKO", zlokalizowanego w objeździe wozów Granby 945 (rys. 1).

Schemat węzła załadowczego instalacji transportu pneumatycznego systemu „POLKO", spoiw mineralnych na dole kopalni przedstawiono na rysunku 3.

Kontenery elastyczne typu „big-bags" (6) dostarczane są w wozach kopalnianych (7) za pomącą pneumatycznego wciągnika samojezdnego typu PWS (12) i zawiesia (11), a następnie podnoszone nad lej zasypowy (9) układu załadowczego zaopatrzonego w zasuwę (8). Do osobnego leja zasypowego (13) dostarczany jest aktywator AP1; oba składniki, tj. spoiwo mineralne i aktywator, są transportowane i jednocześnie mieszane w przenośniku ślimakowym (2). Wymieszane składniki spoiwa dostarczane są przez przesyp dwudrogowy (3) i rurociągi zasypowe (4) do podajników komorowych (1) systemu „POLKO", pracujących w układzie tandem PK 2 x 0,4.

Podajniki te zasilane sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa zapewniają transport suchego spoiwa rurociągiem (5) z zaworami kulowymi (10) do miejsca wykonywania pasa ochronnego; odległość ta w początkowych okresie eksploatacji ściany nr 234 wynosiła 1700 m i wraz z postępem ściany malała do 200 m.

Rurociąg transportowy miał średnicę 100 mm, a na jego wylocie 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 wypełnianiu zaczynem spoiwa przygotowanego wygrodzenia na ochronny pas podsadzkowy w dowierzchni IV-494 ściany nr 234 w pokładzie 207 na poziomie 500.



Rys.3. Schemat urządzeń instalacji transportu pneumatycznego systemu „POLKO" w warunkach dołowych kopalni „Piast"

Podstawowe parametry techniczne zastosowanej w kopalni „Piast" instalacji transportu spoiw mineralnych systemu „POLKO" przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Parametry techniczne instalacji transportu pneumatycznego systemu „POLKO" w warunkach KWK „Piast"

Lp.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka miary	Wartość
1	Długość trasy transportu	L	m	1700
2	Srednica rurociągu	∅	mm	100
3	Ciśnienie zasilania	P_z	MPa	0,6
4	Zapotrzebowanie sprężonego powietrza	V_n	m^3/min	17,25
5	Wydajność eksploatacyjna	Q_c	Mg/h	6,12

2.2. Instalacja transportu pneumatycznego z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych KWK „Julian"

Rozwiązanie to zostało zastosowane do wykonywania ochronnego pasa podsadzkowego w upadowej 31 w pokładzie 510 w. III ściany nr 531 p. "B" poz. 620m.

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°.

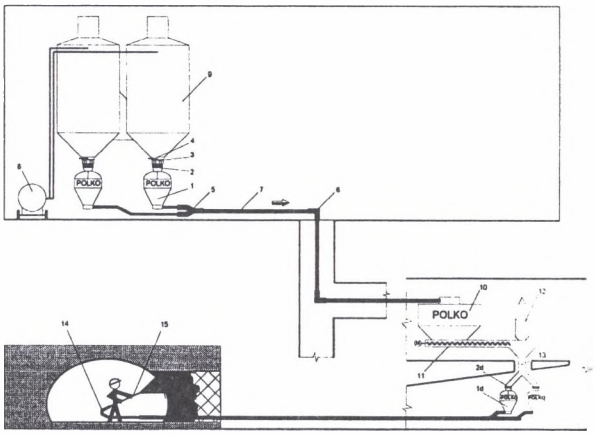
Linia powierzchniowa Lp z uwagi na stałą konfigurację charakteryzuje się ustabilizowanym transportem pneumatycznym spoiwa.

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 ro-

bocze 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

Stacja przerzutowa zabudowana jest w górnym chodniku, natomiast układ transportu pneumatycznego typu „tandem poziomy" PK-900 2 x 0,4m^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 2

Parametry techniczne instalacji systemu „POLKO" transportu pneumatycznego w warunkach KWK „Julian"

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	Srednica 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

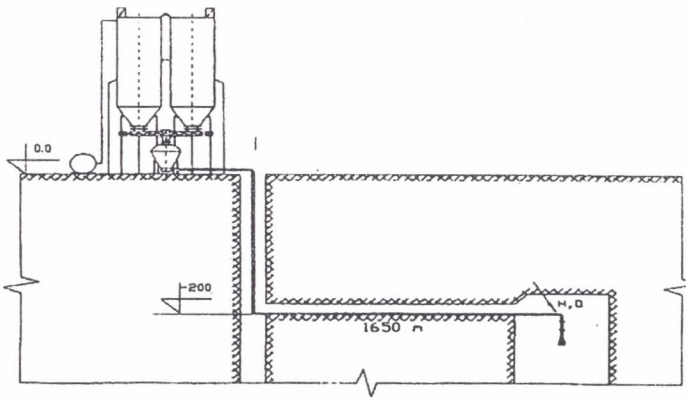
2.3. Instalacja transportu pneumatycznego z powierzchni kopalni do wyrobisk dołowych KWK „Jaworzno"

Zgodnie z projektem likwidacji szybika „Stanisław" przewiduje się wykonywanie korków izolacyjnych z mineralnych materiałów wiążących oraz wypełnianie przestrzeni pomiędzy korkami za pomącą popiołów lotnych.

W oparciu o wyniki badań właściwości fizykomechanicznych różnych rodzajów popiołów lotnych, prowadzonych od kilku lat przez autorów, oraz badań prowadzonych w laboratorium PPH „Utex" w Rybniku, do likwidacji szybiku jako materiał wypełniający zaproponowano popiół lotny z elektrowni „Rybnik", zawierający produkty suchego odsiarczania spalin, który może być traktowany jako samodzielny materiał wiążący o właściwościach hydrauliczno-pucolanowych. Do materiałów pucolanowych zalicza się materiały mineralne reagujące w temperaturze pokojowej z wodorotlenkiem wapniowym z utworzeniem uwodnionych krzemianów wapniowych o charakterze hydraulicznym.

Lokalizację, grubość i ilość korków izolacyjnych określono w projekcie likwidacji szybiku „Stanisław". Do wykonywania korków w szybiku, zgodnie z projektem jego likwidacji, zaproponowano mineralne spoiwo górnicze Utex o dobrych właściwościach izolacyjnych. Popiół lotny po suchym odsiarczaniu z elektrowni "Rybnik" lub mineralne spoiwo górnicze Utex dostarczano cementowozami w rejon stanowiska rozładowczego linii transportu pneumatycznego w pobliżu szybu „Helena". Układ załadunku podajnika komorowego jest w pełni zautomatyzowany i bezobsługowy. Sterowanie układu realizowane jest przez logiczną wyspę zaworową oraz system czujników na silosach (wskaźniki poziomu), przenośnikach ślimakowych i podajniku komorowym. Popiół lotny lub spoiwo Utex rozładowywane jest do jednego z silosów 20-tonowych, skąd poprzez ciśnieniowy podajnik komorowy PK 1600 (systemu „POLKO") transportowane są do zrębu szybiku „Stanisław", gdzie na dyszy wylotowej następuje dynamiczne dozowanie wody celem uzyskania żądanej konsystencji materiału wiążącego (popiołu lub spoiwa). Ilość dozowanej wody pozwala na uzyskanie konsystencji plastycznej. Zwilżony materiał opada grawitacyjnie. Wykonywanie wypełnienia przestrzeni pomiędzy korkami może być realizowane po uzyskaniu przez spoiwo Utex wstępnej wytrzymałości na ściskanie, czyli po 7 dniach.

Aby nie wykorzystywać do transportu sypkich materiałów wiążących zarówno transportu pionowego, jak i przewozu kołowego na poziomie 220 m, materiał wypełniający oraz spoiwo mineralne przemieszczano za pomocą urządzeń transportu pneumatycznego systemu „POLKO", z powierzchni kopalni, szybem „Helena", do miejsca likwidacji szybiku „Stanisław", czyli około 1700 m (rys.5). Do końca czerwca 1998 r. zużyto około 5300 Mg popiołu lotnego i około 450 Mg spoiwa górniczego Utex-15. Do likwidacji szybiku „Stanisław" zużyto około 8000 Mg popiołów lotnych.



Rys.5. Konfiguracja trasy transportu pneumatycznego spoiwa „Utex" i materiału do wypełniania szybiku „Stanisław"

Parametry techniczne instalacji transportu pneumatycznego spoiwa Utex i popiołu lotnego w KWK „Jaworzno" zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Parametry techniczne instalacji transportu pneumatycznego systemu POLKO" w warunkach KWK „Jaworzno"

Lp.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka miary	Wartość
1	Długość trasy transportu	L	m	1700
2	Srednica rurociągu - stopniowany	∅	mm	80, 100, 125
3	Ciśnienie zasilania	P_z	MPa	0,6
4	Zapotrzebowanie sprężonego powietrza	V_m	m^3/min	5,2
5	Wydajność eksploatacyjna	Q_c	Mg/h	20

3. Podsumowanie

Długoletnie doświadczenie firmy „POLKO", z zakresu projektowania i eksploatacji linii transportu pneumatycznego materiałów sypkich, pozwala na wdrażanie i efektywną eksploatację w warunkach kopalni systemów transportu pneumatycznego o różnych parametrach technicznych, takich jak odległość transportu, konfiguracja trasy, wydajność linii itp.

W przypadku dużego zapotrzebowania kopalni na spoiwa górnicze optymalnym rozwiązaniem jest instalacja transportu pneumatycznego z powierzchni kopalni do miejsc stosowania spoiw w wyrobiskach górniczych.

System ten pozwala na:

- odciążenie transportu szybowego i dołowego,
- zwiększenie dyspozycyjności instalacji,
- zmniejszenie ilości punktów przesypu,
- możliwość uzyskania dużych wydajności transportowanego materiału,
- możliwość rozprowadzenia spoiwa do różnych punktów odbioru w sieci wyrobisk górniczych.

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, Katowice 1984, nr 9.
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, Katowice 1995, nr 6.

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, Katowice 1995, nr 7-8.
5. Majchrzak R., Homa D.: Opracowanie technologii izolacji zrobów i utrzymania chodników z zastosowaniem spoiw mineralnych w warunkach KWK „Julian". Praca badawcza wykonana w Zakładzie Usług Naukowo-Technicznych Kooperacji „POLKO" Mikołów, październik 1994.
6. Madaj M., Majchrzak R., Klimas W.: Technologia likwidacji międzypoziomowego szybiku „Stanisław" w KWK „Jaworzno". Referat na VIII Międzynarodowe Sympozjum Geotechnika '98, Gliwice-Ustroń, październik '98.

Recenzent: Dr inż. Henryk Szlumczyk

Abstract

The article presents the development of pneumatic transport technology of the mineral binders by means of „POLKO" system referring to some chosen examples. In the coal mines the pneumatic transport of the dry mineral binders is used along with the simultaneous dosage of the batch water at the outlet of transport installation. As far as the pneumatic transport of the mineral binders is concerned, „POLKO" company promotes its development beginning from the systems of one chamber feeder where loading of the material was done maually in bags, as e.g. in Coal Mine „Moszczenica", through the system working in arrangement in series, where loading is mechanized, in the system of containers, as e.g. in Coal Mine „Piast" and up to the lines transporting the binders from the mine surface down to the headings as in the Collieries „Julian" and „Jaworzno".

Long – time expirience of „POLKO" company in designing and exploitation of the pneumatic transport lines assures their implementation and effective exploitation in mining conditions taking into account different technical parameters, such as transport distance, route configuration, line efficiency, etc. In case of huge demand of the mining binders, the pneumatic transport from the coal mine surface down to the places of their use in the headings, constitutes the optimum solution.