ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI SLASKIEJ 1979
Seria: GORNICTWO z. 95 Nr kol.594

Jerzy ANTONIAK

PERSPEKTYWY ZASTOSOWANIA W GÓRNICTWIE WĘGLOWYM TRANSPORTU RUROWEGO PNEUMATYCZNEGO

Streszczenie: W pracy podano klasyfikację przenośników przepływowych oraz ich zalety i wady. Szczegółowo omówiono kontenerowy transport pneumatyczny rurowy i pionowy transport pneumatyczny węgla. Przedstawiono możliwości zastosowań tego typu transportu w górnictwie węglowym.

Wprowadzenie

Ostatnie lata charakteryzują się szerokim wprowadzaniem do eksploatacji w różnych dziedzinach gospodarki światowej, a przede wszystkim w przemyśle wydobywczym, przenośników przepływowych do których zaliczają się przenośniki rurowe pneumatyczne.

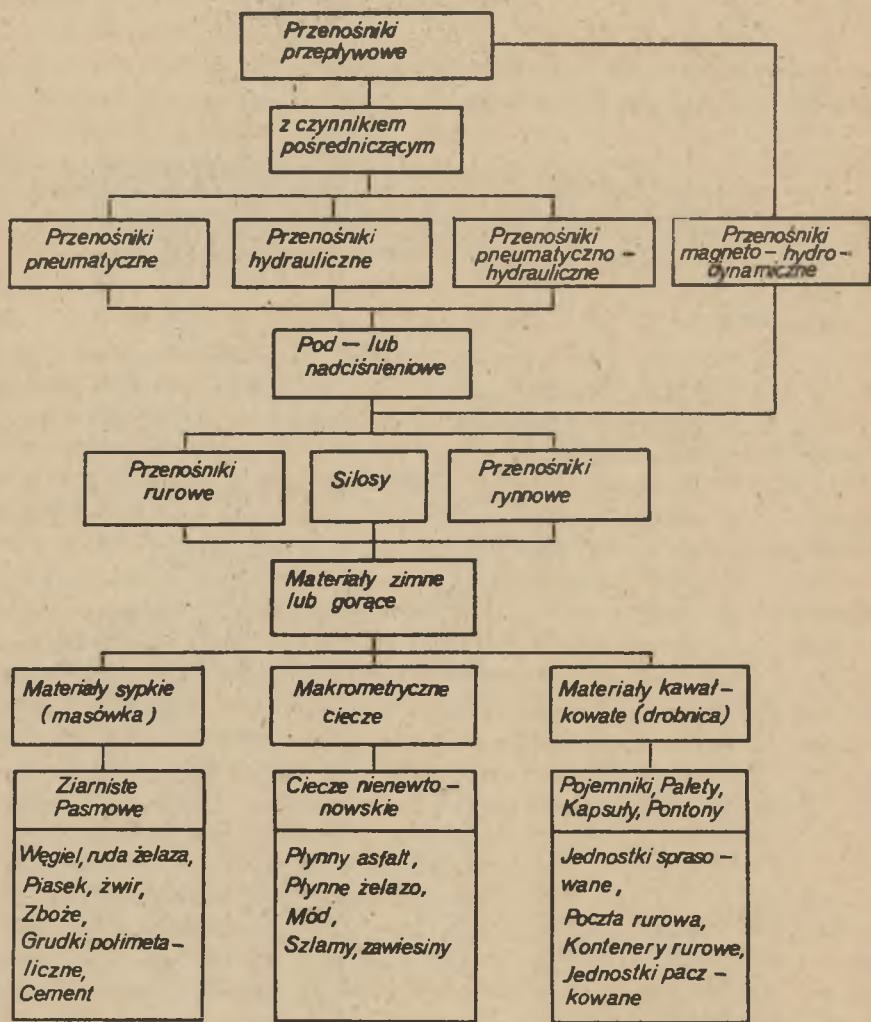
W roku 1975 ponad 60 % światowej produkcji ropy naftowej i gazu ziemnego było transportowane długimi rurociągami, ocenia się długość rurociągów do transportu ropy naftowej na 4.10^5 km.

W 1977 roku oddano do użytku "wielką rurę" - rurociąg transalaskański o długości 1285 km /799 mil/ i średnicy 1,22 m /48 cali/ łączący złoża ropy naftowej w rejonie North Slope z portem Valdez. Przenośnik rurowy pneumatyczno-hydrauliczny zastosowano do transportu grudek polimetalicznych z dna Oceanu Spokojnego do statku wydobywczego /wysokość transportu około 4 km./ w pierwszym eksperymencie przemysłowym w 1975 r. Rozpoczęto prace nad wdrożeniem do praktyki transportowego systemu Marconafle /Marcona Co, USA/, polegającego na hydraulicznym transporcie rudy żelaza rurociągiem z kopalni do portu morskiego, następnie szlamowcem do portu odbioru i dalej znów rurociągiem do huty. Ten system transportu charakteryzuje się kosztami transportu o 50 % niższymi w stosunku do najkorzystniejszej metody transportu konwencjonalnego. Tego typu rurociąg zbudowany kilka lat wstecz na Tasmanii, o długości 88 km i średnicy 0,24 m, ma przepustowość roczną 2 mln ton rudy. Różnica wysokości między stacjami końcowymi wynosi 300 m, liczba stacji pomp 4, o łącznej mocy 450 kW i ciśnienie robocze - 10 MPa. W RPA rozważa się projekt zbudowania rurociągów o długości setek kilometrów i średnicy od 0,3 do 0,5 m do transportu rudy żelaza w ilości około 80 mln ton na rok. Koszty transportu będą tutaj niskie z uwagi na korzystną rzeźbę terenu, duże różnice wzniesień do 1,22 km.

W Holandii rozważa się projekt zbudowania dróg rurociągowych szerokości 50 do 200 m., w których ułożone byłyby równolegle rurociągi służące do transportu ropy naftowej, gazu ziemnego i ciał stałych pomiędzy portem a odbiorcami nowego regionu przemysłowego /2/.

Przedstawione tutaj nieliczne przykłady z olbrzymiej ich ilości obrazują nowe tendencje w systemach transportowych, realizowane w szeregu państw.

Tablica 1


Przenośniki przepływowe
z czynnikiem pośredniczącym
Przenośniki pneumatyczne
Przenośniki hydrauliczne
Przenośniki pneumatyczno – hydrauliczne
Przenośniki magneto – hydro – dynamiczne
Pod – lub nadciśnieniowe
Przenośniki rurowe
Silosy
Przenośniki rynnowe
Materiały zimne lub gorące
Materiały sypkie (masówka)
Makrometryczne ciecze
Materiały kawał – kowate (drobnica)
Ziarniste Pasmowe
Węgiel, ruda żelaza, Piasek, żwir, Zboże, Grudki półmeta – liczne, Cement
Ciecze nienewto – nowskie
Płynny asfalt, Płynne żelazo, Mód, Szlamy, zawiesiny
Pojemniki, Palety, Kapsuły, Pontony
Jednostki spraso – wane, Poczta rurowa, Kontenery rurowe, Jednostki pacz – kowane

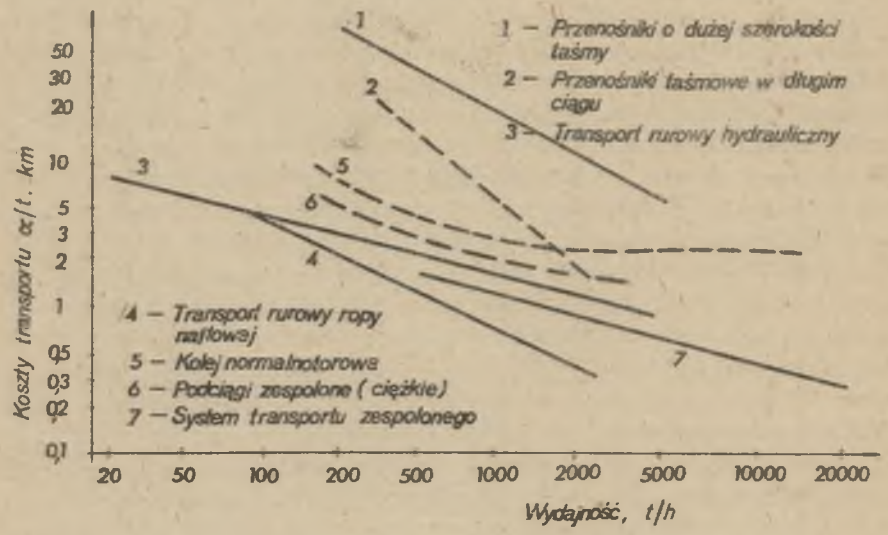
Przenośniki przepływowe, których klasyfikację podano w tabl.1, nadają się przede wszystkim do zautomatyzowanego transportu i procesów roboczych, w których między transportem masy, energii i informacji istnieją dające się wyodrębnić różnice. Przy kompleksowym rozpatrzeniu problemów transportowych można uzyskać minimum strat lub zmian przy dążeniu do możliwie niskich kosztów transportu między stacją nadania i odbioru. Istotną zaletą tego systemu transportu, potraktowanego cybernetycznie, jest możliwość integracji przestrzennych programów transportu przez wprowadzenie rurociągów z czasowymi programami transportu, uzyskiwanymi na drodze sterowania przepływem odpowiedniego medium. Łatwość sterowania przepływem ułatwia automatyzację transportu, a wprowadzenie w sieć transportową odpowiedniej ilości zbiorników pośrednich uelastycznia proces transportu. Przy długich drogach transportu sam rurociąg może być potraktowany jako zbiornik np. z uwagi na odbiorcę dołączonego prostopadle, gdy tylko prędkość przepływu może być zmieniona w odgałęzieniu. Występujące w tego typu przenośnikach różne procesy transportowe - mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne lub elektryczne - mogą być wzajemnie porównywane w oparciu o zbliżone równania przepływu. Uzyskuje się wówczas odpowiadający podstawowy model cybernetyczny z tymi samymi elementami blokowymi i łączącymi, spełniającymi te same zadania niezależnie od tego czy to jest transport masy, energii lub informacji względnie zintegrowany transport tych trzech wielkości.

Technika transportu przepływowego obejmuje ciągły transport ciał stałych w postaci masówki lub drobnicy przy wykorzystaniu przepływu płynu /cieczy lub gazu/. Jeżeli wykorzystywany jest ośrodek ciekły, mówimy o transporcie hydraulicznym, a jeżeli ośrodek gazowy - o transporcie pneumatycznym, natomiast przy wykorzystaniu obu środków mamy do czynienia z transportem mieszanym pneumatyczno-hydraulicznym, trzecią fazę stanowi tutaj ciało transportowane.

System transportu przepływowego ma szereg zalet, takich jak: prostota budowy przy małej liczbie zróżnicowanych elementów, łatwość dostosowania do topografii terenu, niewydzielanie pyłu, bardzo mały przekrój poprzeczny przenośnika, możliwość usytuowania przenośnika pod ziemią, niezależność od stanu pogody, mała pracochłonność robót konserwacyjnych, łatwość automatyzacji i łączenia procesu transportu z innymi procesami chemicznymi lub fizycznymi, np. nawilżaniem, mieszaniem lub sortowaniem, klasyfikacją, katalizą; w niektórych rozwiązaniach nie występuje potrzeba ruchu jałowego, np. zwrotu pojemników lub nawrotu medium transportowego, za- i wyładunek jest prosty i mało pracochłonny o dużej wydajności, może istnieć dodatkowe /podwójne/ wykorzystanie przenośników pneumatycznych do transportu niezanieczyszczonego powietrza do centrum dużych metropolii /np. projekt kontenerowego transportu pneumatycznego materiałów budowlanych w Tokio,Japonia/.

Do niedogodności transportu rurowego należy zaliczyć: względnie wysokie zużycie energii, zużycie ścierne rurociągu oraz materiału transportowanego, konieczność budowy specjalnych urządzeń załadowczych i przygotowania mate-

riału do transportu /np. w przypadku rudy żelaza należy najpierw ją poddać kruszeniu do wielkości 325 μm/, w niektórych przypadkach grzanie się rurociągu może być wadą, przy długich rurociągach muszą być budowane układy kompensujące płaskie lub przestrzenne /uodpornienie na wstrząsy skorupy ziemskiej/.



Rys. 1 Koszty transportu x/t.km. różnymi nośnikami w funkcji wydajności.

W celach porównawczych na rys.1 przedstawiono koszty transportu w jednostkach monetarnych na tonokilometr w funkcji wydajności różnych systemów transportowych /2/. Korzystne plasowanie się transportu rurociągowego na tym wykresie jest wynikiem wydłużonego czasu pracy rurociągu na dobę lub na rok /np. o około 60 % w stosunku do transportu taśmowego/ oraz innych wymienionych zalet tego środka transportu.

Kontenerowy transport rurowy pneumatyczny

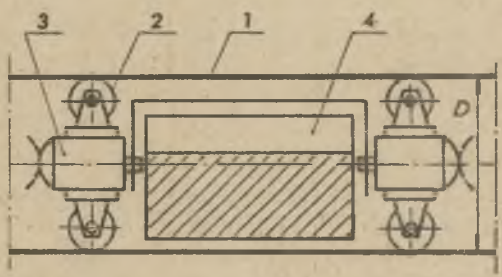
Do pierwszych urządzeń transportowych tego typu należy zaliczyć pocztę pneumatyczną. Latimer Clark w 1853 r. zbudował w Londynie pierwszą pocztę pneumatyczną długości 100 m wykorzystując do tego celu rury stalowe średnicy 1 cala / 25 mm/. Dziesięć lat później eksperyment ten powtarza W.Siemens, budując w Berlinie pocztę łączącą Bursę z Głównym Urzędem Telegraficznym.

Obecne rozwiązania bazują na stosowaniu rur z twardego PCW o dużych średnicach do 1,75 m, względnie na tunelach betonowych o przekroju 1,2 x 2,3 m lub średnicy 2,7 m. Pojazdy mają za tor jezdny samą rurę lub tory o szerokości 0,4 lub 0,61 m, w niektórych rozwiązaniach przewiduje się stosowanie poduszek powietrznych w powiązaniu z napędem indywidualnym pojazdu /elek-

trycznym lub pneumatycznym/. Prędkość pojazdów pojedynczych lub składów wynosi od 9 do 56 km/h, natomiast ciężar użyteczny wozu /pojemnika/ - od 2 do 4000 N /5/. Istotną cechą nowych projektów jest zanikanie różnicy między transportem rurowym pneumatycznym kontenerowym a transportem rurowym.

Do ciekawszych rozwiązań z zakresu transportu rurowego należy zaliczyć projekt prof.J.Voa /USA/ /4/, tzw. tube train, którego zasada ruchu polega na unoszeniu sprężonym powietrzem i jednoczesnym napędzaniu z wykorzystaniem silnika śmigłowego, inny projekt, zaprezentowany przez Tube Transit Corp. /USA, Kalifornia/ pod nazwą gravity vacuum transit, którego zasada ruchu polega na jednoczesnym wykorzystaniu siły grawitacji i ciśnienia powietrza, wymaga ułożenia rurociągu w kształcie krzywej wklęsłością zwróconą do środka ziemi. Badania modelowe potwierdziły słuszność pomysłów, a pojazdy osiągały prędkości 500 km/h /tube train/ i 320 km/h /gravity vacuum transit/. Jeszcze w innych rozwiązaniach proponuje się loty pojazdów w rurach z prędkościami naddźwiękowymi przy wykorzystaniu do napędu siły impulsowej sprężonego powietrza lub pola magnetycznego, oddziaływującego na przewód prądowy /3/.

W ZSRR od 1968 r. prowadzono badania nad kontenerowym transportem rurowym pneumatycznym, których wynikiem było zbudowanie w 1971 roku doświadczalnej linii przemysłowej, określanej nazwą "Liło 1" /1/. System transportu TRANSPROGRESS polega na przemieszczaniu w stalowej rurze dużej średnicy /od 1020 do 2000 mm/ za pomocą sprężonego powietrza kontenerów z ładunkiem materiału.



Rys.2. Schemat rurociągu wraz z kontenerem dla materiałów sypkich /TRANSPROGRESS.ZSRR/. 1 - rurociąg o średnicy D, 2-koła jezdne, 3-element zderzakowo-zawieszeniowy, 4-skrzynia kontenera z nisko położonym środkiem ciężkości.

Kontenery, rys.2 prowadzone są w rurze za pomocą układu pięciu promieniowo rozstawionych ogumionych kół jezdnych. Zawiesznie kół jest wychylne ze sprężynami śrubowymi jako elementami resorującymi. Zestaw sześciu kontenerów połączonych przegubowo łącznie z dwoma pneumowozami, usytuowanymi w końcach zestawu, tworzy jednostkę transportową. Pneumowozy wyposażone są dodatkowo w stałe i ruchome elementy uszczelniające; elementy stałe z grubego włókna usytuowane są na płaszczu pneumowozu i spełniają dodatkową

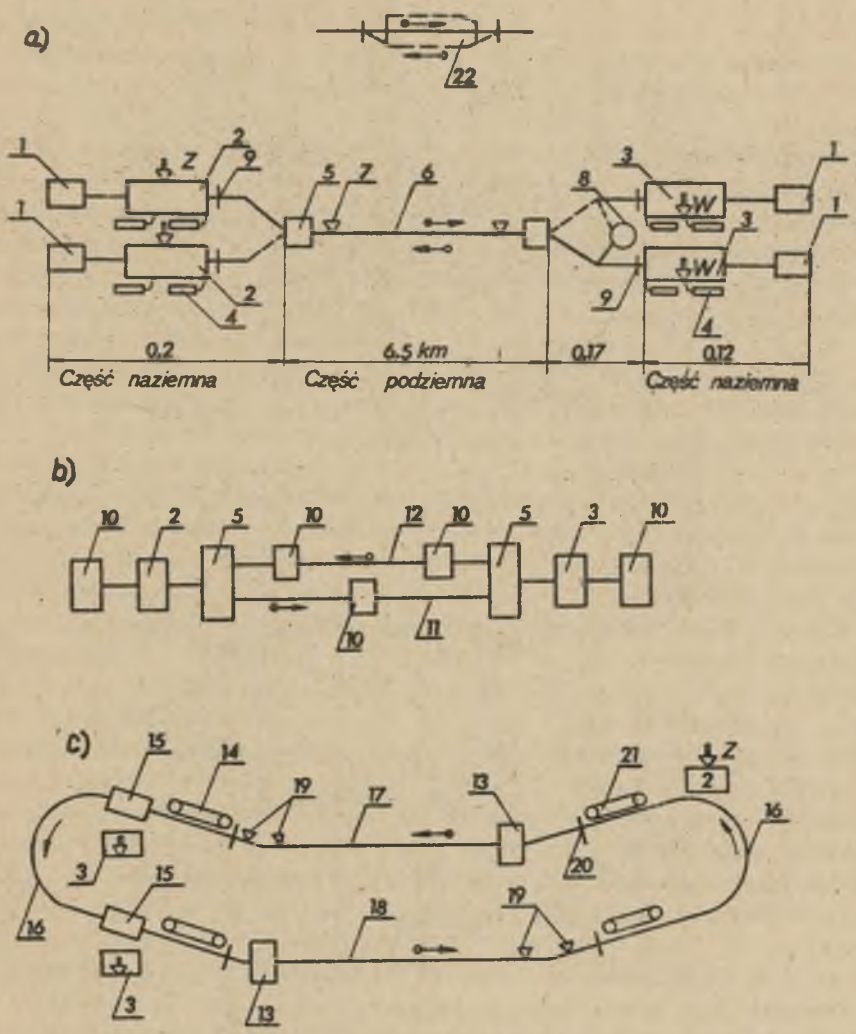
rolę czyszczenia przewodu rurowego, natomiast elementy ruchome pracują wraz z zawieszeniem kół, zachowując stałą odległość od płaszcza rury. Pneumowozy wyposażone są we wzmocnione zderzaki wykorzystywane w miejscach hamowania pojazdu.

Ogólnie system TRANSPROGRESS może być budowany jako jednoprzewodowy z mijanką - rys. 3a i jako dwuprzewodowy - rys. 3b - przeznaczone do ruchu przerywanego względnie na zamkniętym obwodzie - rys.3c - przeznaczony do ruchu ciągłego. Ciągi rur mogą być rozgałęzione i dostarczać /pobierać/ ładunki dla różnych adresatów. Ustalono w trakcie badań, że maksymalny wzniosi trasy może wynosić 3°, a minimalny promień krzywizny toru - 40 m. Wydajność transportu w zależności od średnicy rury wynosi: D = 1 m -2mln t/r; 1,2 m - 3,5 mln t/r; 1,4 m - 5 mln t/r; 1,6 m - 6,5 mln t/r; 1,8 m - 9,5 mln t/r i dla D = 2 m - 11 mln t/r. Linia Liło 1, o długości 2,2 km, ma układ jak na rys. 3a przy średnicy rury D = 1 m i służy do transportu żwiru. Układ pracuje przy małym nadciśnieniu, rzędu 60 kPa, a do zasilania rurociągu sprężonym powietrzem służy zespół trzech sprężarek o wydajności 4000 m^3/h, napędzanych silnikami elektrycznymi o mocy 200 kW przy 2940 obr/m Sterowanie sprężonym powietrzem odbywa się wyłącznie za pomocą zaworów. Rozjazdy przesuwane są na szynach, a do napędu służą listwy zębate /rys.4/.

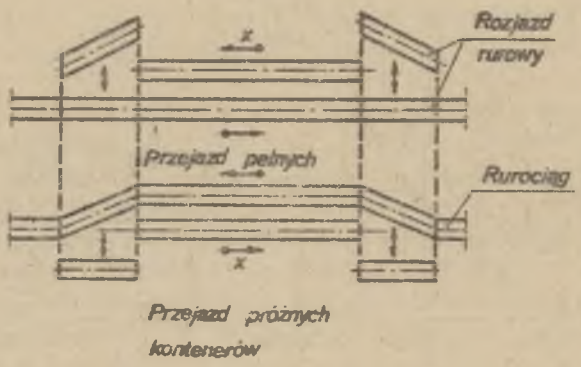
Bardziej zaawansowana technicznie jest linia Liło 2, przewidziana na wydajność 2 mln t/r i długość trasy 50 km. Linia ta jest dwururowa /rys.3b/ o średnicy rur D = 1,2 m i grubości ścianki 12 mm / wystarcza 8 mm/. Ciśnienie sprężonego powietrza wynosi od 60 do 70 kPa. Na trasie znajduje się 25 zestawów kontenerowych składających się z ośmiu kontenerów i dwóch pneumowozów. Ładowność kontenera wynosi 4,5 t, długość 3,3 m i średnica 1 m, masa własna kontenera wynosi 1,75 t. Długość pociągu wynosi 42,27 m, a ciężar pełnego zestawu 530 kN i próżnego 170 kN. Minimalny promień krzywizny ustalono na 80-100 m, wzniosi maksymalny na 5 %. Prędkość jazdy zestawu wynosi v_{max} = 45 km/h. Do zasilania rurociągu sprężonym powietrzen służy 10 stacji sprężarek.

Badania i doświadczenia uzyskane w ZSRR wskazują na szerokie możliwości zastosowania tego typu transportu do materiałów sypkich, odpadów miejskich, produktów rolniczych itp. Badania przemysłowe zrealizowane w Gruzji potwierdziły znane zalety transportu pneumatycznego kontenerowego, jak brak hałasu i wibracji, niezależność od warunków atmosferycznych, małe zużycie ścierne współpracujących elementów i stosunkowo dobre efekty ekonomiczne wynikające z małej liczby pracowników obsługi i wysokiego stopnia automatyzacji transportu.

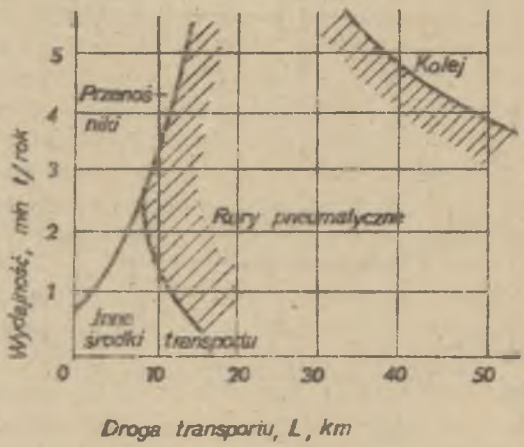
Według rozważań SKB TRANSPROGRESS /Moskwa, ZSRR/ ten typ transportu może znaleźć zastosowanie w obszarze zakreskowanym na wykresie z rys.5. Rozważane są projekty zastosowania transportu pneumatycznego kontenerowego do transportu antrycytu w Donbasie o wydajności 1,2 mln t/r na odległość 1,5km w Kuzbasie do transportu 1,8 mln t/r węgla na odległość 5,7 km i w Moskwie do transportu ludzi, poczty, gazet itp.



Rys.3. Schematy instalacji poziomego kontenerowego transportu pneumatycznego /ZSRR/. a- transport przerywany, jednorurowy b-transport przerywany,dwuruwowy, c-transport ciągły, rurociąg okrężny, system TPK-3 SYCZI. 1-końcowe zderzaki pneumatyczne, 2-zespół załadowczy dwupunktowy, 3-zespół wyładowczy dwupunktowy, 4-hydrauliczny układ przesuwu pociągu kontenerowego, 5-zespół rozjazdu z napędem, 6-rurociąg dla składów próżnych i pełnych, 7-zawory sterujące, 8-dmuchawa dużej mocy, 9-zasuwy rurociągu, 10-stacje pośrednie napędowe zasilania rurociągu powietrzem sprężonym, 11-rurociąg pociągów pełnych, 12-rurociąg pociągów próżnych, 13-stacje dmuchaw, 14-podajnik wyciągający, 15-wywrot stały i rezerwowy, 16-odkryte odcinki trasy wznoszące i opadające, 17-rurociąg pełnych kontenerów, 18-rurociąg próżnych kontenerów, 19-zawory sterujące, 20-zamknięcia rurociągu, 21-podajnik wprowadzający, 22-mijanka linii transportowej z bocznym kanałem rewizyjnym kontenerów.



Rys. 4: Schemat rozjazdu rurowego.



Rys.5: Wykres obrazujący zakres stosowania kontenerowego transportu pneumatycznego.

W Polsce ten typ transportu mógłby być zastosowany do transportu drobnego węgla z kopalń do elektrowni, np. do elektrowni Rybnik /6/. Według wstępnych rozważań Instytutu Mechanizacji Budownictwa w Warszawie do transportu 1 mln t/r materiałów budowlanych na odległość 24 km, przy zastosowaniu dwóch rurociągów o średnicy rur 1220 mm i grubości ścianki 8 mm, całkowity ciężar rurociągów wyniósłby 115 MN /11.500 ton/, a moc stacji sprężarek została oceniona na 4 x 1500 kW. Koszt wykonania całości prac prototypowych wyniósłby 586 mln zł. /9/.

Pionowy transport pneumatyczny

Początkowo transport pneumatyczny materiałów sypkich stosowano tylko jako metodę przenoszenia w poziomie lub opuszczaniu, dopiero od około 20-tu lat transport ten znalazł szerokie zastosowanie w procesach technologicznych w zakładach różnych przemysłów, a przede wszystkim w przemyśle petrochemicznym i przeróbki ropy naftowej do przenoszenia mas katalitycznych i kontaktowych. Przykładowo w niektórych instalacjach krakowania katalitycznego ilość katalizatora krążącego w układzie pionowych przenośników pneumatycznych sięga 3600 t/h. W górnictwie ten typ transportu znalazł zastosowanie do przemieszczania materiałów podsadzkowych, a w węższym zakresie do transportu mokrych zapraw betonowych i innych materiałów.

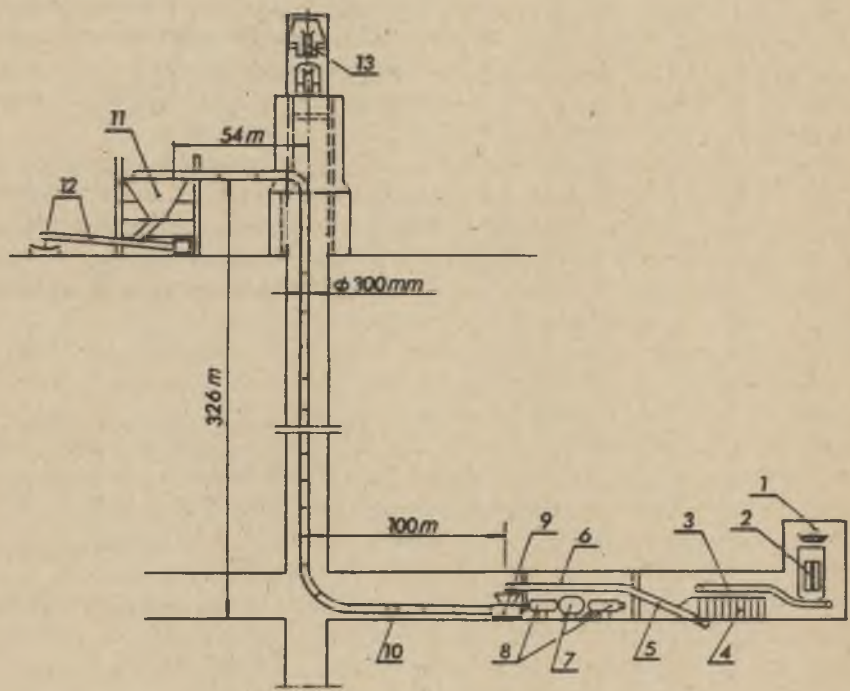
Za podstawę klasyfikacji tego typu transportu pneumatycznego mogą służyć następujące kryteria: kierunek transportu - pionowy w dół i do góry, poziomy:, stężenie transportowanego materiału sypkiego; wymiar transportowanych cząstek, charakterystyka transportu i jego okresowość.

Podstawy teoretyczne transportu pneumatycznego są dobrze rozpracowane /7,8/. Za najbardziej efektywny z energetycznego punktu widzenia uważa się transport materiału nieprzerwanym strumieniem albo transport materiału w postaci zawiesiny o małym stężeniu. Proces transportu pneumatycznego wygodnie jest przedstawić na wykresie zależności spadku ciśnienia od prędkości strumienia gazu. Szczególnie duża liczba badaczy zajmowała się badaniami z zakresu dynamiki transportu pneumatycznego, a więc określeniem prędkości zawisania i swobodnego opadania pojedynczych cząstek kulistych lub innych kształtów w strumieniu pionowym lub w zwężonym strumieniu pionowym, określeniem prędkości strumienia gazu, niezbędnej do transportowania cząstek stałych, określeniem przyczyn tzw. zjawiska zawału w transporcie pionowym, ustaleniem zależności na współczynnik poślizgu oraz określeniem strat ciśnienia w transporcie pionowym. Z badań wynika, że zjawiska towarzyszące transportowi poziomemu są bardziej skomplikowane niż w transporcie pionowym ze względu na większy wpływ tarcia cząstek.

Najbardziej dojrzałe instalacje transportu pneumatycznego pionowego węgla kamiennego zbudowane są w kopalniach Wielkiej Brytanii, które były poprzedzone podobnymi urządzeniami zbudowanymi w Kanadzie. Przy rozpatrywaniu możliwości zastosowania do pionowego transportu węgla przenośników pneumatycznych należy zdawać sobie sprawę z czynników podstawowych:

- węgiel przeznaczony do transportu musi być kruszony do wielkości ziarn 25 mm;
- wysokość podnoszenia jest limitowana do około 600 m;
- długość pozioma rurociągu powinna być ograniczona do minimum określonego drogą przyspieszania cząsteczek,
- niezbędne jest zbudowanie na podszybiu specjalnej dużej komory dmuchaw, wyposażonej w zestaw urządzeń do wyciszania,
- należy w szybie przewidzieć dość miejsca na rurociąg i elementy jego zawieszenia, a także na zainstalowanie urządzenia wyciągowego pomocniczego,

- dopływ powietrza powinien zabezpieczać potrzeby transportu pneumatycznego bez uszczuplania wentylacji kopalni,
- układ transportu pneumatycznego winien być wyposażony w zestaw czujników ciśnień i innych w celu zabezpieczenia prawidłowej pracy instalacji i automatyzacji jej ruchu.



Rys.6. Schemat instalacji pionowego transportu pneumatycznego węgla /kopalnia Shiretrook, Wielka Brytania/. 1-przenośnik taśmowy podający, 2-kruszarka rusztowa, 3-przenośnik taśmowy Maver-Coulson, 4-zbiornik na 5o t, z regulowaną prędkością łańcucha, 5-przenośnik taśmowy z napędem hydraulicznym, 6-komora dmuchaw, 7-dmuchawa, 8-układy wytłumiane, 9-dozownik bębnowy, 10-trasa rurowa, 11-cyklon, 12-przenośniki taśmowe odbierające, 13-maszyna wyciągowa pomocnicza.

Na rys.6 przedstawiono schemat pionowego transportu pneumatycznego węgla na kopalni Shirebrook, oddanego do ruchu w 1977 roku /10/. Wydajność teoretyczna instalacji wynosi 50 t/h węgla o wymiarach ziarn do 1 cala, z tym,że osiągano wydajność 96 t/h. Maksymalne ciśnienie ruchowe powietrza wynosi 0,102 MPa i wytwarzane jest dmuchawą Peabody Holmes o mocy 515 kW przy 993 obr/min i zasilaniu prądem 3,3 kV. Wydajność powietrza niezbędna do transportu węgla wynosi od 227 do 283 m^3/min. Rurociąg o średnicy rur 300 mm jest wykonany ze specjalnej stali, a powierzchnie wewnętrzne są utwardzone pło-

mieniowo. Rurociąg w szybie jest zawieszony w ten sposób, że możliwy jest jego obrót i wyrównanie zużycia ściernego ścianek. Koszt budowy urządzenia wyniósł 350000 funtów szterlingów.

Do podstawowych zalet tego transportu pionowego należy zaliczyć szybkość uruchomienia instalacji oraz możliwość wykorzystania szybów o małych średnicach, a w porównaniu z transportem hydraulicznym pionowym - węgiel jest suchy, brak zapylenia, łatwość zabudowy rurociągu w szybie wydechowym. W ramach modernizacji przewidziano w Wielkiej Brytanii zbudowanie następnego urządzenia w kopalni Fryston dla głębokości wydobycia 503 m.

Wnioski

Przedstawiono w pracy istotne zalety transportu pneumatycznego i olbrzymie możliwości tkwiące w różnorodności rozwiązań technicznych tego środka transportu powinny się przyczynić do głębszego zainteresowania tym rodzajem transportu ze strony krajowego przemysłu wydobywczego. Transport pneumatyczny może być w niektórych rozwiązaniach kompleksowych idealnym środkiem transportu.

LITERATURA

/1/ Annotacja projekta truboprowiednowo konteinernowo pneumotransporta Szuławieri-Tbilisi "Liło 2". Ministerstwo Melioracji i Wodnowo Chozjastwa Gruzinskoj SSR, GRUZGIPROWODCHOZ, Tbilisi,1974r.s.1-41

/2/ Bahke E.: Transportsysteme Heute und Morgen. Krasskopf - Verlag GmbH, Mainz, 1973 r. ss 137/146, 166

/3/ Edwards L.L.: High speed Tube Transportation. Scientific American, August 1965r.

/4/ Foa J.V.: An Introduction to Projekt Tubeflight. Rensselaer Polytechnic Institute, September 1966r.

/5/ Heck G.: Grossrohrpost Hamburg. Zeitschrift für das Post und Fernmeldewesen, 9/1967 r.ss.317-328

/6/ Propozycje zastosowania systemu transportu pneumatycznego "Transprogress" dla transportu węgla,GBSiPG, Katowice 1976r.ss 1-4

/7/ Razumow I.M.: Fluidyzacja i transport pneumatyczny materiałów sypkich, WNT Warszawa 1975r. /tłumaczenie/

/8/ Smołdyrew A.E,: Gidrawliczeskij i pnewnaticzeskij transport na ugolnych predprijatiach, Ugletechizdat 1956r.

/9/ Sprawozdanie z wyjazdu służbowego do ZSRR w sprawie systemu transportu TRANSPROGRESS. Inst.Mech. Budownictwa, Warszawa 1975, ss 1-22.

/10/ Whitworth K.: Pneumatic Coal Transport at Shirebrook Colliery. World Coal, December 1977r. ss 20-23.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТРУБОПРОВОДНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Резюме:

В статье приводится классификация трубопроводного транспорта, рассматриваются его достоинства и недостатки. Подробно проанализирован контейнерный пневмотранспорт и вертикальная пневматическая транспортировка угля. Даны возможности применения этого типа транспорта в угольной промышленности.

APPLICATION PROSPECTA OF PNEUMATIC PIPE TRANSPORT IN COAL MINING ABSTRACT

Summary

A classification has been presented of flow conveyors along with their advantages and shortconings. The paper also includes a detailed description of pneumatic pipeline container transport systems and possibilities of their application in coel mining industries.