

Alfred CARBOGNO, Piotr GŁUCH,
Wojciech PREIDL, Andrzej GLIMOS

PROBLEMY ZWIĄZANE Z OCHRONĄ RUROCIĄGU WODNEGO PODCZAS ZASYPYWANIA SZYBU

Streszczenie. W artykule omówiono ogólnie zasady likwidacji szybów kopalń oraz przedstawiono problem związany z pozostawieniem w zasypanym szybie czynnego rurociągu odwadniającego o średnicy 400 mm, którego przeznaczeniem jest zasilanie zakładu przerobczego kopalni w wodę. Przedstawiono propozycje obliczenia wytrzymałości takiej instalacji rurociągu oraz jej ochrony przed skutkami zasypania szybu, a także uwagi co do zastosowanej technologii likwidacji szybu przez zasypanie w przypadku pozostawienia rurociągu.

PROTECTION OF WATER PIPELINES IN FILLED-UP SHAFTS - RELEVANT PROBLEMS

Summary. In the article the principles of shaft liquidation and basic problems of operative pipe remained in the shaft have been described. This pipeline of 400 mm dia supplies water to the coal preparation plant. The calculation of strength of this pipeline installation and its protection while filling in of the shaft have been presented. The technology of the shaft filling with a remaining pipeline has also been considered.

1. Wstęp

Likwidacja szybów stanowi ostatni etap zamykania kopalni lub jej części. W świetle aktualnych wymagań ochrony środowiska likwidacja kopalni i szybów jest zadaniem niezwykle odpowiedzialnym zarówno na etapie doboru koncepcji, projektowania technicznego, korygowania planu robót końcowych, jak i samego wykonawstwa.

Na przestrzeni dziesięcioleci w górnictwie wypracowano trzy podstawowe metody fizycznej likwidacji szybów:

- *trwała lub czasowa izolacja (odcięcie przestrzeni szybowej przegrodami umiejscowionymi na wlocie do szybu oraz wszystkich wlotach do wyrobisk podszybi),*
- *sztuczne lub naturalne zatopienie szybu i izolacja na zrębie,*
- *zasypanie (wypełnienie przestrzeni szybu materiałem stałym).*

Stosowane są również metody kombinowane, np. zasypanie szybu częściowo zatopionego. Najczęściej stosowana jest jednak likwidacja szybu poprzez jego zasypanie. Zasypanie szybu jest jedyną skuteczną i trwałą formą jego likwidacji, nie niszczącą obudowy rury szybowej (ale niszczącą na ogół wyposażenie szybu, jeśli ono pozostanie) i zabezpieczającą przed zawałem szybu.

Z prac [2, 4, 6] wynika, że można wyodrębnić elementy i fazy likwidacji szybów, które obejmują:

- *prace przygotowawcze na powierzchni i w szybie,*
- *dobór materiałów podsadzkowych (zaspowych),*
- *wypełnienie rury szybowej oraz zamknięcie wlotu.*

Zasypanie szybu może odbywać się za pomocą:

- *ciężkiego transportu samochodowego oraz wyładunku na zrębie wprost do szybu,*
- *przenośnika taśmowego ze zrębu szybu (lub przenośnika zgrzeblowego, na który materiał zaspowy jest nagarniany sychaczem),*
- *rurociągu opadowego (specjalnie zabudowanego).*

Wypełnienie szybu materiałem podsadzkowym poprzedzone jest demontażem oraz usunięciem z podszybia i szybu takich urządzeń, jak transformatory, pompy, kable energetyczne i telefoniczne, rurociągi oraz zbrojenia szybowego (prowadniki, dźwigary, przedziały drabinowe, pomosty spoczynkowe), które zacieśnia i utrudnia swobodny opad materiału, sprzyjając tworzeniu się zatorów i zaburzając formowanie stożka zaspowego. Należy zaznaczyć, że obowiązkowo demontażowi podlegają wszystkie elementy drewniane wyposażania ostatecznego w szybie, np. prowadniki, pomosty, drabiny itd.

Najkorzystniejsze z uwagi na opadanie i formowanie się w szybie materiału podsadzkowego jest możliwie całkowite wyzbrojenie szybu, tj. usunięcie prowadników stalowych, dźwigarów, pomostów spoczynkowych,

przedziału drabinowego i rurociągów. Często jednak wyzbrajanie szybów ogranicza się do niezbędnego minimum usunięcia dźwigarów, pomostów spoczynkowych, zapobiegając jednak możliwości tworzenia się pustek i nawisów zasypowych. Skuteczność i jakość zasypiania szybu zależy w dużej mierze od rodzaju zastosowanego materiału podsadzkiowego i jego granulacji. Trzon podsadzki powinien w pełnym przekroju rozprześć obudowę szybu, a za jej pośrednictwem ociosy przy wyraźnym ograniczeniu ruchu cieczy i gazów w jej obrębie. Bardzo ważne jest uzyskanie stabilności trzonu wypełnienia szybu, zwłaszcza w odcinkach luźnego zasypu, który zapobiega dyslokacji masy podsadzkiowej zarówno w samym szybie, jak i z szybu do wyrobisk podszybia lub podszybi. Znane są przypadki, że materiał zasypowy osiadł w jednym szybie o około 8 m i że proces osiadania zaniknął po upływie 3 lat lub trwa, a w innych szybach mimo upływu 3 lat nie ustabilizował się poziom materiału zasypowego, który jest okresowo uzupełniany, a osiadanie szacuje się już na kilkanaście metrów [2, 4].

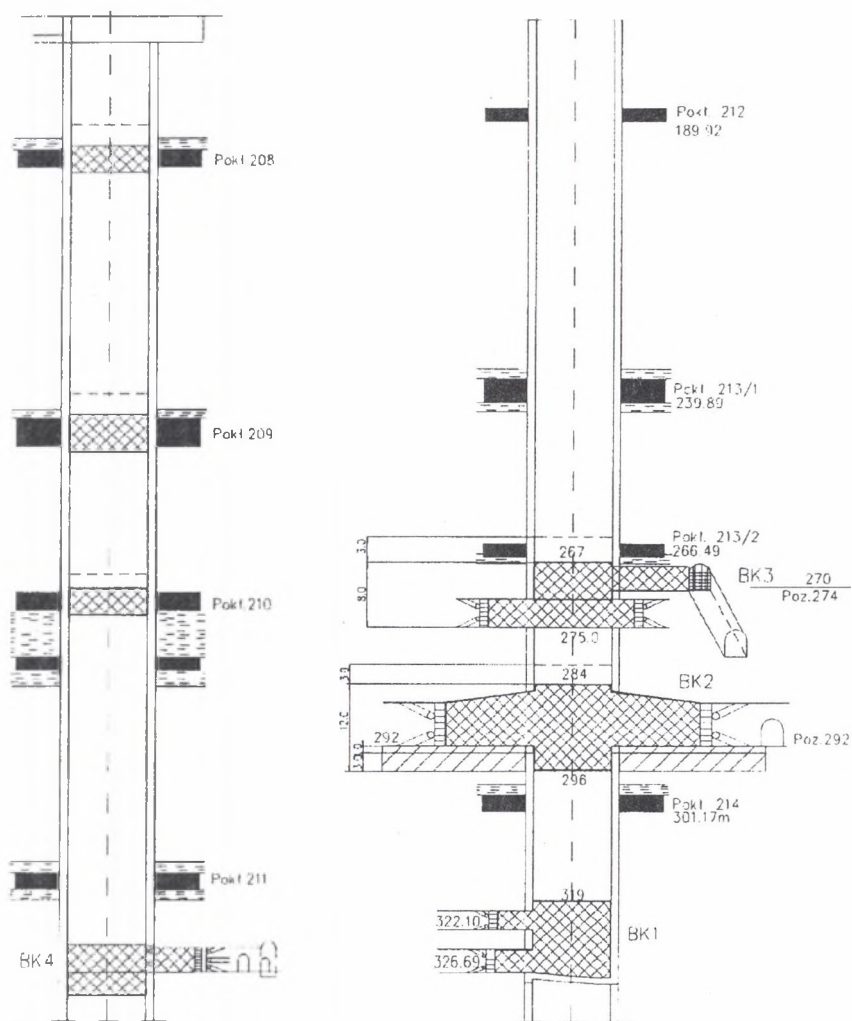
Jak już wspomniano, podczas likwidacji szybów wcześniej likwidowane są całkowicie lub częściowo elementy zbrojenia szybowego, a rurociągi wodne całkowicie. W jednej z kopalń krajowych zaistniała jednak potrzeba pozostawienia w zlikwidowanym przez zasypianie szybie rurociągu odwadniającego o średnicy 400 mm na okres około 4 lat. Zadaniem rurociągu będzie zasilanie w wodę zakładu przerobczego kopalni.

2. Zabezpieczenie rurociągu odwadniającego w likwidowanym szybie

Podczas zasypywania szybu, jak i po jego zasypianiu cała instalacja rurociągu będzie obciążona dodatkowo siłami, które mogą doprowadzić do jego uszkodzenia lub całkowitego zniszczenia. Należy zaznaczyć, że decyzja o pozostawieniu w zasypianym szybie czynnego rurociągu odwadniającego o tak dużej średnicy zapadła po zatwierdzeniu przez odpowiednie instytucje technologii zasypiania szybu opracowanej dla szybu zasypanego, który po likwidacji nie będzie spełniał jakichkolwiek funkcji. W celu utrzymania zdolności eksploatacyjnej omawianego rurociągu zaistniała konieczność jego zabezpieczenia przed skutkami zastosowanej technologii zasypywania szybu, w której z wyżej wymienionych powodów nie uwzględniono dalszej eksploatacji rurociągu.

Według dokumentacji szyb będzie zasypany skałą płoną o wymiarze ziaren do 30 mm pochodzącą z zakładu przeróbczego kopalni. Na długości rury szybowej przewiduje się zastosowanie 7 (siedmiu) korków betonowych, oznaczonych umownie symbolami BK1-BK7 o różnej grubości. Przekrój geologiczny szybu wraz z usytuowaniem betonowych korków szybowych BK1-BK7 przedstawiono na rys.1. Betonowe korki ponumerowano licząc od rzępa szybu. Z rys.1 wynika, że korki betonowe BK1, BK2, BK3 można przyjąć jako korki utwierdzone w szybie bez możliwości pionowego ich przesuwania. Natomiast korki betonowe BK5, BK6, BK7 oraz częściowo korek BK4 można uznać za korki, które w wyniku osiadania skały płonnej i powstawania pod korkami wolnej przestrzeni mogą ulec przesunięciu w zależności od wytrzymałości połączenia betonu z wykonaną z cegły obudową szybu.

Przyjmując korki betonowe BK2, BK3 i BK4 jako korki pewnie utwierdzone w obudowie szybu, a na takie założenie pozwala nam uwzględnienie faktu, że korki BK2, BK3 i BK4 wchodzi również w rejony podszybi i chodników doszybowych, możemy przyjąć założenie, że są one nieprzesuwne w pionie mimo osiadania w czasie skały płonnej pod nimi. Powyższe pozwala nam na traktowanie dodatkowych obciążeń rurociągu odcinkowo między korkami. W celu obliczenia dodatkowych obciążeń rurociągu przeprowadzono obliczenia ciśnienia poziomego na ścianki rurociągu (parcia) wzdłuż jego długości. Należy zaznaczyć, że dodatkowe obciążenie rurociągu i podpór nośnych zależęć będzie od dokładności zasypania szybu materiałem sypkim. W przypadku szczelnego zasypania szybu na rurociąg i podpory będą działały siły dodatkowe pochodzące od sił tarcia pomiędzy rurociągiem a skałą płoną oraz w przypadku podpór nośnych jeszcze dodatkowo od ciężaru słupa skały płonnej opierającej się na podporze.



Rys. 1. Przekrój pionowy szybu z zaznaczonymi korkami betonowymi BK1-BK7

Fig. 1. Vertical shaft sections with marked concrete plugs BK1-BK7

W przypadku kiedy nie uzyska się szczelnego wypełnienia przestrzeni wokół rurociągu, powstaną np. pustki z jednej strony, rurociąg będzie wtedy dodatkowo obciążony siłami poprzecznymi. Siły te głównie będą zależeć od różnicy w ciśnieniach poziomych działających poziomo na rurociąg. Dlatego wskazane jest zasypywanie szybu materiałem sypkim o małym uziarnieniu, a nawet mieszanie skały płonnej z popiołem, co

pozwała na uniknięcie powstawania pustek. Również ważne jest z uwagi na rurociąg przestrzeganie czasu twardnienia betonu. Wiadomo, że za pełnowartościowy beton pod względem jego parametrów wytrzymałościowych uważa się beton po 28 dniach twardnienia.

2.1. Obciążenia instalacji rurociągu odwadniającego

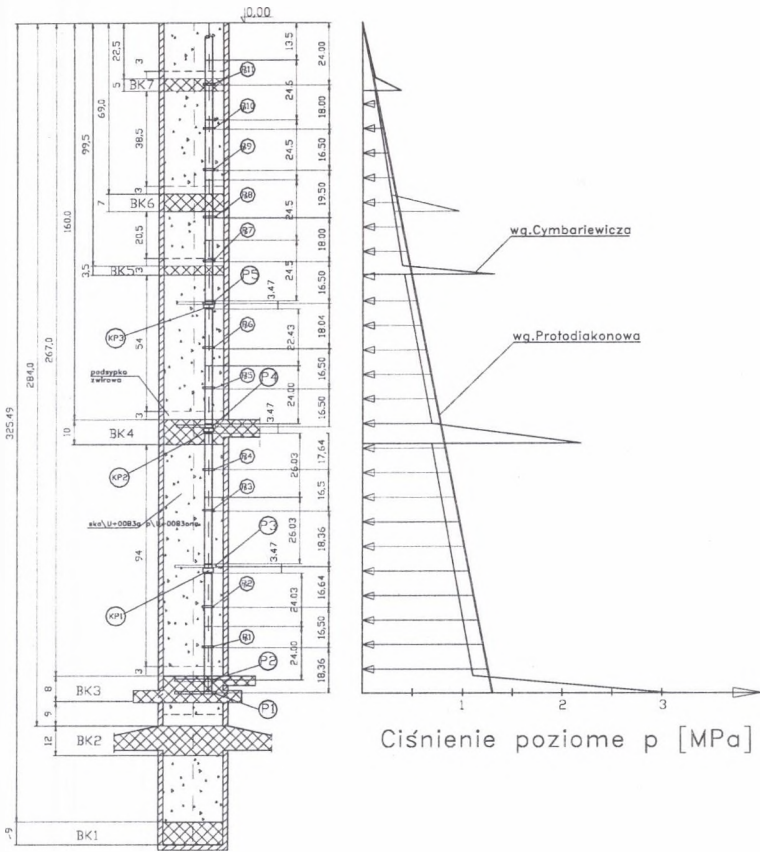
Na rys. 2 przedstawiono przekrój podłużny szybu wraz z zaznaczeniem usytuowania podpór nośnych, prowadzących i połączeń kołnierzowych rurociągu oraz warstw materiału zasypowego. Instalacja rurociągu wodnego Φ 400 mm na długości 272 m posiada:

- podporę główną P_1 usytuowaną na poziomie -272 m
- podpory pośrednie $P_2 - P_5$ (4 sztuki) usytuowane na poziomach:
 - P_2 - poziom - 267 m
 - P_3 - poziom - 215 m
 - P_4 - poziom - 162.3 m
 - P_5 - poziom - 112.4 m
- podpory prowadzące P_p - 11 sztuk,
- kompensatory KP - 3 sztuki,
- połączenia kołnierzowe - 20 sztuk.

Pomiędzy kołnierzami odcinki rur są połączone za pomocą spawania.

Pozostała w szybie instalacja rurociągu odwadniającego podczas zasypywania szybu, jak i jego zasypaniu obciążona będzie następującymi siłami:

- obciążenie podpory głównej, pośrednich i prowadzących oraz rury siłami wynikającymi z normalnej eksploatacji rurociągu (wg normy), obciążenia te nazwano obciążeniami podstawowymi,
- obciążenie dodatkowe podpory głównej, pośrednich i rur stalowych w wyniku oddziaływania na nie ciężaru i ciśnienia materiału zasypowego.



Rys. 2. Schemat usytuowania w szybie korków betonowych, rurociągu oraz rozkładu ciśnienia poziomego działającego na rurociąg obliczonego wg metody Cymbariewicza i Protodiakonowa.

BK1-BK7 - korki betonowe, P1-P5 - podpory nośne, KP1-KP3 - kompensatory, P_p1-P_p11 - podpory prowadzące

Fig. 2. Location of vertical pressure on the pipeline ac. to the Cymbariewicz and Protodiakonow - method.

BK1 - BK7 - concrete plugs, P1 - P5 - supports, KP1 - KP3 - compensators, P_p1 - P_p11 - guiding structures

Do obciążeń dodatkowych rurociągu zaliczono obciążenie poziome wynikające z parcia materiału zasypowego na rurociąg i obciążenie pionowe rurociągu wynikające z występowania sił tarcia pomiędzy materiałem zasypowym a rurą stalową oraz obciążenia pionowe póltek

podpór nośnych, głównej i pośrednich, wynikające z masy słupa materiału zasypowego znajdującego się nad podporą oraz od sił tarcia pomiędzy rurowciągiem a osiadającym materiałem zasypowym.

Dodatkowe obciążenia rurowciągu i jego podpór zależą głównie od zastosowanej technologii i użytego materiału do zasypywania szybu. Możemy wyróżnić kilka metod likwidacji szybu przez zasypanie i ich oddziaływanie na pozostawiony rurowciąg głównego odwadniania:

- zastosowanie betonowego korka na najniższym poziomie w szybie (rzapiu) i szczelne zamknięcie wylotów na poszczególne poziomy podszybi. W tym przypadku cała masa materiału zasypowego w szybie oddziałuje na rurowciąg i jego podpory. Jest to przypadek najbardziej niekorzystny z uwagi na powstawanie dodatkowych obciążeń rury stalowej i jej podpór,
- zastosowanie kilku betonowych korków wzdłuż długości szybu oraz szczelne zamknięcie wylotów na poszczególne poziomy podszybi czy innych wyrobisk i traktowanie dodatkowego obciążenia instalacji rurowciągu jako dodatkowe obciążenie odcinków rurowciągu znajdujących się pomiędzy betonowymi korkami w szybie, przy założeniu że korki te nie ulegną pionowemu przemieszczeniu w szybie (pewne utwierdzenie). Jest to przypadek bardzo korzystny z uwagi na powstałe dodatkowe obciążenia rurowciągu.

Należy zaznaczyć, że na dodatkowe obciążenia rurowciągu będzie miała również wpływ szczelność wypełnienia szybu materiałem zasypowym, brak pustek i jego rodzaj oraz granulacja.

Obliczenia parcia, użytego do zasypywania szybu materiału sypkiego na powłokę rurowciągu przeprowadzono dwoma metodami [5].

- wg metody Protodiakonowa,
- wg metody Cymbariewicza.

Obliczenia wykonano przy założeniu, że rura szybowa jest szczelnie wypełniona materiałem zasypowym (brak wolnych przestrzeni) [1]. Wstępne obliczenia parć przeprowadzone były przy założeniu, że szyb zasypywany będzie nieprzerwanie bez przerw czasowych potrzebnych na utwardzenie korków betonowych (beton potraktowano jako warstwę materiału zasypowego). Wyniki obliczeń przedstawiono na rys.2. Z wykresów na rys.2 wynika, że obliczone ciśnienie na rurowciąg od skały płonnej jest praktycznie w obu zastosowanych metodach obliczeń takie samo. Różnica widoczna jest jedynie na grubości warstw odpowiadających wysokości betonowych korków.

2.2. Sprawdzenie wytrzymałości betonowych korków na ścinanie

Obliczenia wykonano dla następujących założeń:

- betonowy korek BK1 jako korek sztywnie utwierdzony - pominięto,
- betonowy korek BK2 jako sztywnie utwierdzony - pominięto.

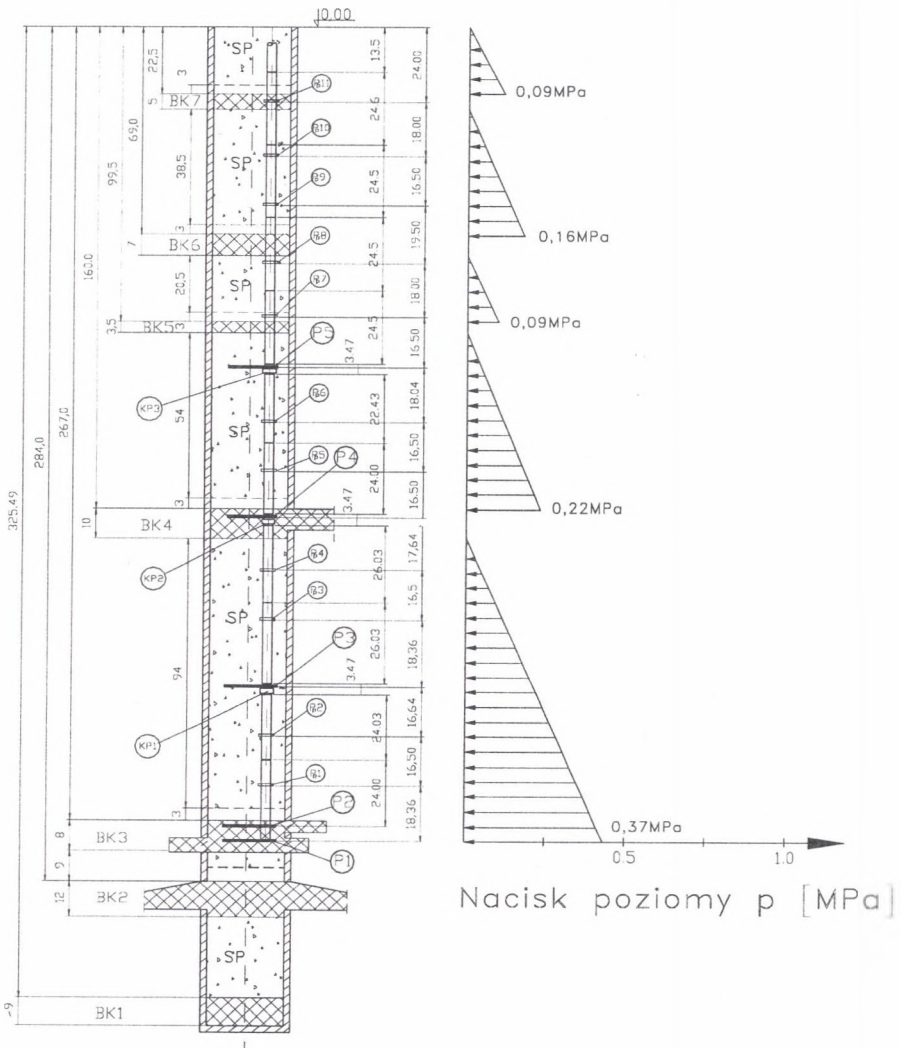
W obliczeniach przyjęto zasadę, że rozpatrywany korek betonowy obciążony jest ciężarem własnym plus ciężar skały płonnej leżącej na nim. Wytrzymałość połączenia betonu z cegłą muru obudowy szybu odniesiono do naprężeń dopuszczalnych na ścinanie k_t dla takiego połączenia. Z uwagi na brak danych co do wartości k_t dla połączenia beton - ceglany stary mur do obliczeń przyjęto naprężenia dopuszczalne na ścinanie dla cegły $k_t = 0.7 - 1.6 \text{ MPa}$, w zależności od klasy cegły [5].

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że naprężenia styczne na granicy betonowych korków z murowanym obmurzem szybu są mniejsze od naprężeń dopuszczalnych na ścinanie dla cegły $k_t = 1 \text{ MPa}$. Powyższe pozwala na założenie, że wszystkie korki betonowe nie powinny ulec pionowemu przesunięciu w szybie. Dla rurociągu można je traktować jako podpory sztywno utwierdzone. Należy zaznaczyć, że większą gwarancję przed przesunięciem w szybie korków betonowych BK5, BK6 i BK7 oraz częściowo korka BK4 osiągnięto by w przypadku ich wpuszczenia w obudowę szybu, co pozwalałoby na przyjęcie w obliczeniach znacznie większej wartości naprężeń dopuszczalnych na ścinanie, jakimi charakteryzuje się beton. [1]

2.3. Ciśnienie poziome materiału sypkiego na rurociąg przy uwzględnieniu betonowych korków jako podpór utwierdzonych

Przedstawione na rys. 2 wykresy parcia dotyczą stanu materiału sypkiego i mieszaniny betonowej do chwili stwardnienia betonu przy ciągłym nieprzerwanym zasypywaniu szybu. W rzeczywistości zasypywanie szybu odbywa się etapami: materiał sypki - warstwa betonu z uwzględnieniem czasu jej utwardzenia zapewniającym nominalną wytrzymałość betonu. Powyższe pozwala na przyjęcie założenia o sztywnym utwierdzeniu korków betonowych w szybie. Na tej podstawie można przyjąć, że podczas osiadania materiału sypkiego pod korkiem betonowym parcie materiału sypkiego na rurociąg osiąga wartość zerową

pod korkiem i maksymalną na górnej powierzchni niżej położonego betonowego korka. Wykreślenie rozkładu ciśnień poziomych dla tego przypadku przedstawiono na rys.3. Ten rozkład ciśnień poziomych przyjęto do obliczeń wytrzymałościowych instalacji rurociągu.



Rys. 3. Schemat rozkładu ciśnienia poziomego materiału zasypowego na poszczególne odcinki rurociągu pomiędzy korkami betonowymi BK1 - BK7

Fig. 3. Distribution of vertical pressure of the filling material on particular pipeline sections between the concrete plugs BK1-BK7

Rurociąg tłoczny ϕ 406.4 mm o grubości ścianki 10 mm na całej długości wykonany jest z prostek rur o długości 24 m z kołnierzami szyjkowymi na wpust i wypust. Obliczony jest na ciśnienie 4 MPa. Rurociąg podzielono na odcinki wsparte na podporach nośnych głównej oraz pośrednich i połączono kompensatorami dławikowymi. Podpory nośne oznaczono jako:

- podpora główna P1,
- podpory pośrednie jako P2, P3, P4 i P5.

Odcinek rurociągu pomiędzy podporą główną P1 a podporą pośrednią P2 nie posiada kompensatora dławikowego. Założono, że przy dokładnym podklinowaniu rury wspanoczej podpory nośnej P2 obciążenie rozkłada się na dwie podpory równocześnie P1 i P2. Przed wyobczeniem rurociąg chroniony jest podporami prowadzącymi. Zlokalizowanie podpór nośnych w szybie omówiono wcześniej w pkt.2.1. Podpory prowadzące zlokalizowano na wcześniej istniejących wysięgnikach. Podpory prowadzące wykonane są z dwu ceowników 2C x 200 i belki - ceownika poprzecznego C200. Dwa ceowniki 2C x 200 jako wsporniki są zamurwane w obudowie szybu. Zgodnie z dokumentacją techniczną rurociągu poszczególne podpory są obciążone obciążeniem podstawowym następująco (przez obciążenie podstawowe rozumie się obciążenie, na jakie obliczono instalacje rurociągu normalnie eksploatowanego):

- podpora główna P1 - 637kN,
- podpora pośrednia P2 - 116kN,
- podpora pośrednia P3 - 115kN,
- podpora pośrednia P4 - 92kN,
- podpora pośrednia P5 - 186kN.

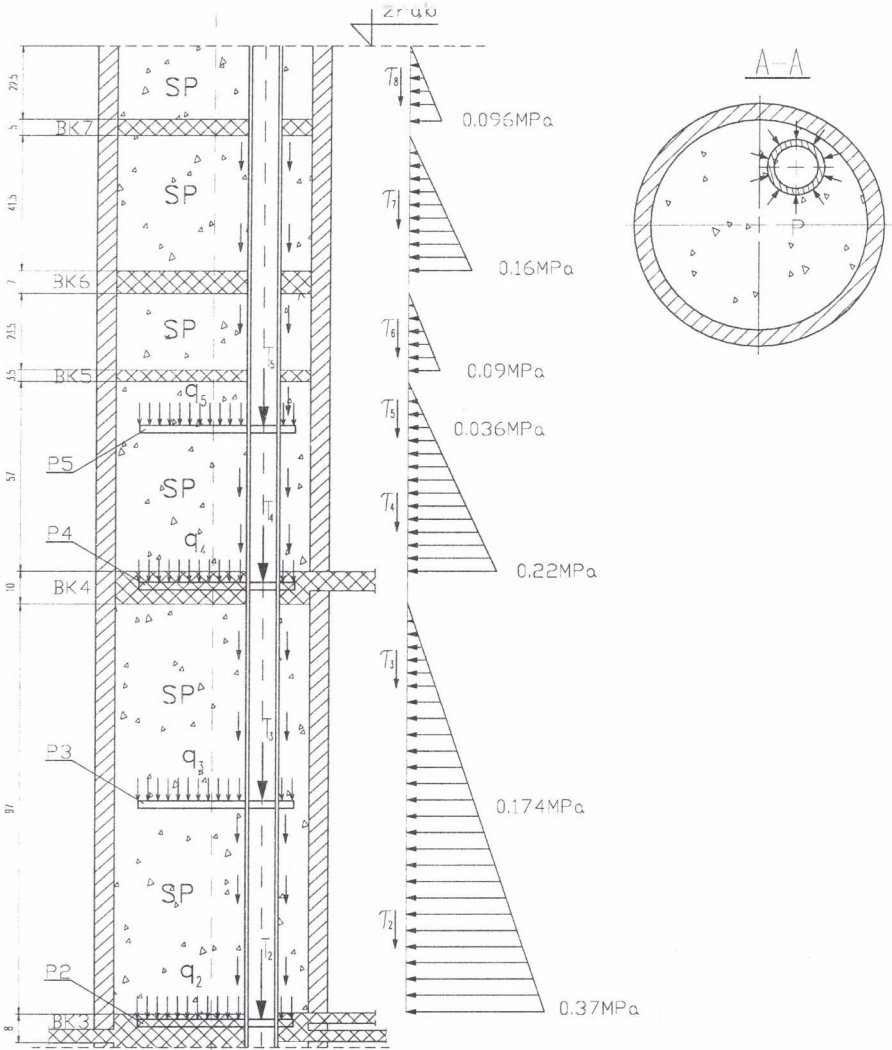
Po zasypaniu szybu na podpory nośne działają obciążenia pionowe dodatkowe - rys.4:

- obciążenie pionowe pochodzące od tarcia materiału zasypowego oddziałującego na poszczególne odcinki rurociągu - T_i ,
- obciążenie pionowe pochodzące od masy materiału sypkiego opierającego się na górnej powierzchni podpory - q_{di} (P_{di}).

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że wszystkie podpory nośne powinny zostać wzmocnione [1]:

- podporą P1 - dwuteownikiem I500
- podporą P2 - dwoma dwuteownikami 2 x I500
- podporą P3 - dwuteownikiem I500
- podporą P4 - dwuteownikiem I500

- podporą P5 - dwuteownikiem I260.



Rys. 4. Schemat obciążeń dodatkowych podpór nośnych siłami q_{di} oraz T_i . obciążenie od sił tarcia, p - ciśnienie poziome, τ - naprężenie styczne pomiędzy rurą a materiałem zasypowym. Numeracja odcinków rurociągu od podpory P1

Fig. 4. Diagram of additional loads of the supports by the forces q_{di} and T_i by the friction force, p - vertical pressure, τ - tangential stress between pipeline and the filling material. Numeration of pipeline sections to the support P1

Podpory P1, P2 i P4 będą zalane betonem, ponieważ znajdują się na wysokości usytuowania korków betonowych BK3 i BK4 w szybie. Wymagane wzmocnienie tych podpór można więc pominąć. Ich rolę przejmują betonowe korki. Podpory P3 i P5 należy jednak wzmocnić. Wzmocnienie proponuje się wykonać za pomocą dwuteowników I 500 identycznie do rozwiązania obecnie stosowanego.

3. Ochrona kompensatorów

Z uwagi na swoje przeznaczenie i dalszą eksploatację kompensatory powinny zostać zabezpieczone przed ich zalaniem betonem lub zasypaniem materiałem sypkim. Propozycję zabezpieczenia przedstawiono w pracy [1].

4. Obciążenie poprzeczne rurociągu w przypadku powstania wolnych przestrzeni

Podczas zasypywania szybu mogą powstać wolne przestrzenie pomiędzy rurociągiem a obmurem szybu. W takich przypadkach powstają siły dodatkowe poprzeczne działające na rurociąg. Założono, że odcinki rurociągu obciążone są obciążeniem jednostkowym poprzecznym pochodzącym od jednostronnego parcia poziomego (p) materiału sypkiego.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że dla 6 odcinków rurociągu nie spełnione są wymagania pod względem ich wytrzymałości na działanie jednostronnych nacisków poprzecznych. Dlatego bardzo ważne jest zapewnienie podczas zasypywania szybu możliwie szczelnego wypełnienia wolnej przestrzeni pomiędzy rurociągiem a obmurem szybu na całej jego długości.

Należy zaznaczyć, że przyjęty do rozważań model poprzecznego obciążenia rurociągu przy założeniu całkowitych wolnych od materiału zasypowego przestrzeni pomiędzy rurociągiem a obmurem szybu praktycznie nie wystąpi, ponieważ zawsze pewna część materiału zasypowego będzie znajdowała się za rurociągiem. W praktyce mogą się tworzyć za rurociągiem wolne przestrzenie na krótkich odcinkach.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że w przypadku powstania wolnych przestrzeni za rurociągiem na długości 0.33 odcinka rurociągu,

odcinki rurociągu 8, 7, 6 i 5 spełniają wymogi wytrzymałościowe. Natomiast na odcinkach rurociągu 2, 3 i 4 naprężenia przekraczają naprężenia dopuszczalne. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że wolne przestrzenie za odcinkami rurociągu nie powinny być większe od długości 2 m, dlatego zaproponowano zastosowanie dodatkowych podpór prowadzących na siedmiu odcinkach rurociągu [1].

5. Wnioski

Podstawą dla opracowania zabezpieczenia rurociągu i przeprowadzonych obliczeń było założenie o sztywnym utwierdzeniu wszystkich betonowych korków w szybie. Powyższe pozwala na analizowanie obciążeń odcinków rurociągów oddzielnie pomiędzy poziomami tych korków. Betonowe korki BK4, BK5 BK6 i BK7 zapewniałyby większą pewność przed pionowym przesunięciem, gdyby były wpuszczone w obudowę szybu.

1. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że podczas zasypywania i po zasypaniu szybu materiałem zasypowym zarówno podpory nośne, jak i odcinki rurociągu pomiędzy poszczególnymi betonowymi korkami w szybie będą obciążone siłami dodatkowymi (oprócz podstawowych obciążeń wynikających z typowej eksploatacji rurociągu) pochodzącymi od masy materiału zasypowego, jak i od sił tarcia pomiędzy materiałem zasypowym a rurociągiem,
2. Przy uwzględnieniu w analizowanych przypadkach wytrzymałości betonowych korków BK3 i BK4, w których znajdują się podpory nośne P1, P2 i P4, wzmocnić należałoby tylko podpory nośne P3 oraz P5. Wzmocnienie proponuje się wykonać w postaci dodatkowych podpór nośnych podobnych do zastosowanych dotychczas w szybie.
3. W celu zapewnienia poprawnego działania kompensatorów dławikowych kompensatory należy obudować konstrukcją ochronną.
4. Powiązanie kompensatorów z dodatkowymi podporami nośnymi i podporami nośnymi już istniejącymi pozwala na pominięcie stosowania dodatkowych podpór nośnych na niektórych odcinkach szybu.
5. Na wytrzymałość rurociągu pod działaniem obciążeń poprzecznych mają wpływ wielkości wolnych przestrzeni, jakie mogą powstać pomiędzy

rurociągiem a obmurzem szybu w przypadku niedokładnego zasypania tych przestrzeni.

6. Poprzeczne dodatkowe podparcia odcinków rurociągu usytuowane w pobliżu połączeń kołnierzowych wynikają z faktu znacznie mniejszego wskaźnika wytrzymałości na zginanie połączenia kołnierzowego w porównaniu do wskaźnika wytrzymałości na zginanie rurociągu Φ 400 mm.
7. Z przeprowadzonych rozważań wynika, że bardzo korzystne dla dalszej eksploatacji rurociągu wodnego w zasypanym szybie jest zastosowanie materiału zasypowego o bardzo małej granulacji, który zapewniałby szczelne wypełnienie przestrzeni w pobliżu pozostawionych lub zabudowanych dodatkowo z uwagi na ochronę konstrukcji rurociąg w rurze szybowej. Na ważną funkcję i dobór materiału zasypowego stosowanego do likwidacji szybów zwrócono uwagę w pracach [2, 3].
8. Z przeprowadzonej analizy stosowanych technologii likwidacji szybów wynika, że nie zawsze zastosowana technologia zasypywania szybu, bardzo korzystna z punktu widzenia górniczego i ekonomicznego, jest korzystna z uwagi na ochronę rurociągu głównego odwadniania, który ma spełniać dalszą swoją funkcję przez najbliższe kilka lat po zasypaniu szybu.

Literatura

1. Carbogno A., Głuch P., Preidl W. i inni: Opracowanie zabezpieczenia rurociągu odwadniającego z poz. 300 m o średnicy Φ 400 mm w związku z likwidacją szybu Nr 2 KWK „Jaworzno”. Instytut Mechanizacji Górnictwa Pol. Śl., Gliwice 1997. Praca nie publikowana.
2. Kohutek Z.: Techniczne problemy likwidacji szybów w świetle wybranych przykładów. Przegląd Górniczy 6/1993.
3. Podgórski K., Stefaniak - Podgórska A., Konior J., Preidl W. : Zachowanie się podsadzki podczas likwidacji szybów. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo z. 225, Gliwice 1995.
4. Stobiński J.: Likwidacja szybów. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, 3/1992.
5. Walewski J.: Zasady projektowania kopalń. Część V. Projektowanie szybów i szybików. Wyd. Śląsk, Katowice 1965.

6. Stałęga S., Golec D., Mrowiec Z., Guzik P.: Zasady likwidacji szybów i wyrobisk przyszybowych w kopalniach węgla kamiennego. Prace GIG, seria Instrukcje Nr 6. Katowice 1997.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś

Wpłynęło do Redakcji 6.11.1997 r.

Abstract

In the article the principles of shaft liquidation and basic problems of operative dewatering pipe remained in the shaft have been described. This pipeline of 400mm dia supplies water to the coal preparation plant. The most efficient and stable method of shaft liquidation is to fill it up because it doesn't damage the shaft lining, only the shaft furniture will be destroyed if it wasn't dismantled before. Before the filling-up the dismantling at the pit-bottom and in the shaft of different equipment like transformers, pumps, power and telecommunication cables, pipelines and shaft furniture have to be carried out. Taking into account the settling and forming of the filling material in the shaft a total dismantling of shaft is possible.

During the filling-up and after its completion the remained operative pipeline and the necessary installation have to be protected against the interaction of the filling material. During the filling-up and after its completion additional loads are acting on the pipeline which were not taken into account in the normal operation of the pipeline.

These additional loads are acting on the tube of the pipeline and also on the supporting and guiding structure. In the article a calculation method of strength of the supporting structures and guidelines of their reinforcement have been presented.

The problem of transverse load of the pipeline in case of inaccurate filling of the space between pipeline and shaft lining has been presented. A very important effect on the additional loads has the adequate technology of shaft filling and the kind and granulation of the filling material.

In the filled-up shaft the compensators have to be protected too. The casing structure of the compensators shall guarantee the continuation of normal operation.