

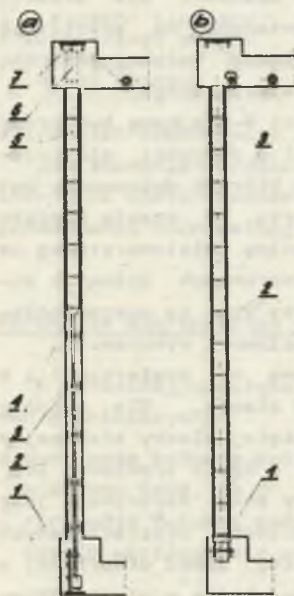
Joachim GŁOMBIK
Konrad KUCZYŃSKI
Rudolf MAKIOŁKA
Andrzej SOBEJKO

WZNOSZENIE OBUDOWY MIĘDZYPOZIOMOWYCH OTWORÓW SZYBOWYCH
O ŚREDNICY DO 2400 mm WYKONYWANYCH SPOSOBEM WIERTNICZYM

Streszczenie. Artykuł omawia technologię wznoszenia obudowy otworów wiertniczych oraz materiały używane do tego celu. Na tle pokazanego aktualnego stanu techniki krajowej w tym zakresie sformułowano wnioski zmierzające do zwiększenia zakresu stosowania obudowanych otworów wiertniczych w różnych dziedzinach budownictwa górniczego.

Wprowadzenie

Szeroko zakrojony program modernizacji i rekonstrukcji istniejących kopalń oraz budowa wielu nowych zakładów górniczych powodują intensywny roz-



Rys. 1. Technologia wznoszenia obudowy otworu wiertniczego

a) montaż i opuszczanie kolumny

1 - wiertnica, 2 - przewód wiertniczy, 3 - przewodnik przewodu, 4 - stopa podporowa, 5 - kolumna rurowa, 6 - dołączana rura kolumny, 7 - wyciąg manewrowo-montażowy z lekkim kołowrotem

b) betonowanie kolumny rurowej w otworze

1 - konstrukcja podporowa kolumny, 2 - kolumna rurowa, 3 - betoniarka

wój podziemnych wierceń wielkośrednicowych. Przedsiębiorstwo Robót Górniczych w Bytomiu wykonuje wiercenia wielkośrednicowe od roku 1961, dysponując wiertnicami typu Turmag P-1200, EH-1200 i EH-1200 S. W wyniku wiercenia otrzymuje się połączenie między dwoma wyrobiskami górniczymi otworem cylindrycznym o średnicy do 2400 mm, przy usytuowaniu wiertnicy w wyrobisku głębszym.

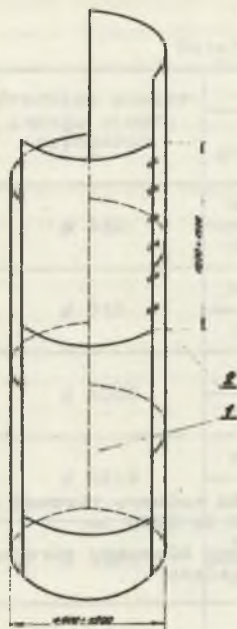
W przeciętnych krajowych warunkach górniczych żywotność odwierconego i niezabezpieczonego otworu wynosi około 2 lat, po upływie których następuje samopodsadzenie otworu przez obrywające się bryły skalne z odprężających się ociosów. Taka żywotność otworu jest wystarczająca jedynie dla części otworów technologicznych. Wszystkie otwory użytkowe o wymaganej żywotności dłuższej niż 2 lata lub otwory technologiczne wykonane w trudnych warunkach górniczo-geologicznych wymagają zabezpieczenia ociosów, które realizuje się przez wprowadzenie stalowej kolumny rurowej do otworu i wypełnienie betonem przestrzeni między kolumną a ociosem otworu (rys. 1). Tak zabezpieczone otwory użytkowane są od roku 1964 i nie wykazują objawów samopodsadzania.

Materiały używane do budowy kolumn rurowych stanowiących obudowę otworów wiertniczych

Do obudowywania otworów wiertniczych używane są rury stalowe przewodowe gładkie ze szwem o średnicy nominalnej od 400 do 1200 według normy PN-58/H-74255 lub przygotowywane warsztatowo segmenty blaszane dla średnic kolumn od 600 do 1200 mm oraz segmenty blaszane montowane na szkieletie stalowym dla średnicy kolumny 2100 mm. Średnica kolumny rurowej jest zazwyczaj o 20 do 30 cm mniejsza od średnicy otworu wiertniczego.

Rury stalowe - produkowane w odcinkach o długości 6-8 m muszą być przed dostarczeniem do miejsca montażu pocięte na odcinki o długości nie przekraczającej 3 m ze względu na gabaryty wyrobisk, w których dokonywany jest montaż kolumn rurowych oraz dla ułatwienia transportu. W czasie montażu kolumny rurowej poszczególne odcinki łączone są spoiną wielowarstwową na obwodzie stykających się czół rur. Sporadycznie w warunkach dołowych wykluczających spawanie poszczególne odcinki rur łączy się za pomocą połączeń łubkowo-śrubowych, niekorzystnych wytrzymałościowo i wykonawczo.

Segmenty blaszane - przygotowywane są warsztatowo na powierzchni i w pakietach transportowane są na miejsce montażu pod ziemią. Dla średnic kolumn od 600 do 1200 mm stosowane są segmenty z giętej blachy stalowej w kształcie elementu poboczniczy powierzchni walcowej o kącie środkowym 120° i wysokości 1,2 do 1,5 m. Łączenie segmentów między sobą dokonywane jest za pomocą śrub przechodzących przez otwory w odpowiednio ukształtowanych kołnierzach elementu wzdłuż tworzącej walca. Na pełny obwód utworzonej w ten sposób rury składają się 3 identyczne segmenty, które w pionie prze-



Rys. 2. Schemat montażu segmentowej kolumny rurowej o średnicy od 600 do 1200 mm

1 - segment blaszany z kołnierzami wzdłuż bocznic walca, 2 - śruby złączne

sunięte są między sobą kolejno o $1/3$ wysokości, dzięki czemu stale na min. $2/3$ obwodu kolumna rurowa ma monolityczną ściankę (rys. 2).

Dla średnicy kolumny 2100 mm stosowane są segmenty z giętej blachy o wys. 1,5 m, w ilości 6 szt. na obwodzie. Blachy segmentów skrócone są do szkieletu stalowego wykonanego z odcinków ceowników połączonych między sobą śrubami. Szkielet kolumny składa się z pierścieni oraz słupów. Do pierścieni szkieletu przyspawane są wopniki dla mocowania dźwigarów nośnych wyposażenia wnętrza kolumny (rys. 3).

Montaż kolumny rurowej z segmentów z giętej blachy polega na skręcaniu zakrętakami pneumatycznymi kolejnych połączeń śrubowych, co może być wykonywane niezależnie od kategorii gazowości kopalni.

Zestawienie porównawcze materiałów używanych do budowy kolumn rurowych przedstawiono w tabelicy 1.

Jak wynika z poniższego zestawienia, stosowanie segmentów blaszanych zamiast monolitycznych rur stalowych ogranicza zużycie stali przeciętnie o ponad 40%. Z tych też względów aktualnie jedynie otwory przeznaczone do opuszczania podsadzki kamiennej obudowywane są grubościennymi rurami monolitycznymi, zaś otwory przeznaczone do przejścia ludzi, przewietrzania i zabudowy przewodów elektrycznych, rurociągów i ewentualnie zasłwni spiralnych obudowywane są kolumnami z lżejszych segmentów blaszanych.

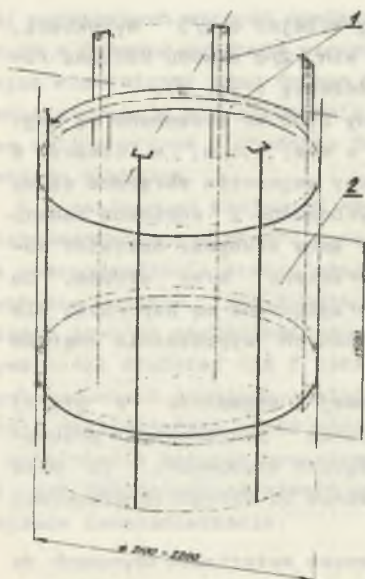
Zastosowanie określonego materiału do budowy kolumny rurowej, niezależnie od zdeterminowania sposobu montażu, warunkuje również sposób przeprowadzenia zmontowanej kolumny rurowej przez wiertniczy otwór szybowy.

Rurowanie wiertniczego otworu szybowego

W aktualnej praktyce ruchowej stosowane są dwa sposoby rurowania otworów wiertniczych:

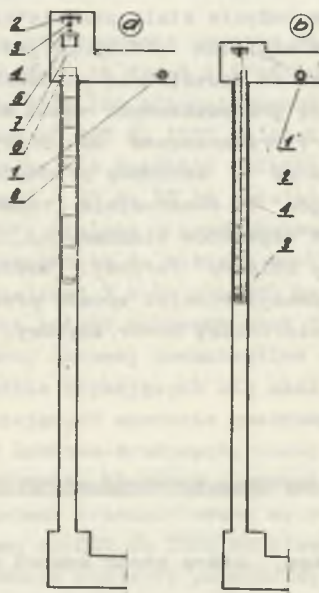
- rurowanie kolumną podtrzymywaną przez wiertnicę, którą otwór został odwiercony (rys. 1),
- rurowanie kolumną podtrzymywaną na technologicznym, wielokrążkowym urządzeniu wyciągowym z wciągarką wolnobieżną (rys. 4).

Niezależnie od sposobu rurowania montaż kolumny rurowej wykonywany jest w komorze nadezbybia otworu. Kolumna dotychczas zmontowana wprowadzona jest



Rys. 3. Schemat montażu kolumny rurowej o średnicy od 2100 do 2200 mm

1 - szkielet, 2 - segment blaszany skręcony do szkieletu



Rys. 4. Technologia rurowania na wielokrążkowym urządzeniu wyciągowym

a) rurowanie kolumną z rur hutniczych

1 - wciągarka wolnobieżna, 2 - zbcłcze nieruchome, 3 - zbcłcze ruchome, 4 - trawersa z zawieszem uszakowym, 5 - sworzni blokujacy, 6 - płyta zaciskowa lub konstrukcja wsporcza sworzni blokujacego, 7 - rura dołączana, 8 - kolumna rurowa

b) rurowanie kolumną z segmentów blaszanych

1 - wciągarka wolnobieżna, 2 - zbcłcze nieruchome, 3 - podstawa kolumny rurowej ze zbcłczem ruchomym, 4 - kolumna rurowa

Tablica 1

Materiały używane do budowy kolumn rurowych

Średnica odwierconego otworu szybowego	Rury stalowe		Segmenty blaszane	
	średnica x grubość ścianki	masa jednostkowa kg/m	średnica x x grubość ścianki	masa jednostkowa kg/m
ø 610	od 419 x 7	71,12	-	-
	do 419 x 11	110,7	-	-
ø 813	od 620 x 7	105,8	600 x 4	81,8
	do 620 x 13	194,6	600 x 5	96,3
ø 1016	od 820 x 7	140,3	800 x 4	101,4
	do 820 x 14	178,3	800 x 5	120,9
ø 1219	od 1020 x 8	199,7	1000 x 4	121,1
	do 1020 x 14	247,3	1000 x 5	145,5
ø 1422	od 1220 x 8	239,1	1200 x 4	140,9
	do 1220 x 13	387,0	1200 x 5	170,2
ø 2400	-	-	2100 x 3	366,7
	-	-	2100 x 4	416,7

do otworu i po kolejnym zabudowaniu odcinka kolumny o wysokości limitowanej wysokością nadszybia następuje opuszczenie całości w głąb. Cykl pracy "dołączenie - opuszczenie" powtarzany jest dotąd, aż dolny odcinek kolumny wyjdzie z otworu na podszybiu.

W sposobie rurowania z użyciem wiertnicy przeprowadzana przez otwór, sukcesywnie wydłużana kolumna rurowa osadzona jest na stopie podporowej podtrzymywanej przez wiertnicę za pośrednictwem przewodu uzbrojonego w prowadniki do otworu. Konieczność zapewnienia stateczności przewodu wiertniczego oraz wytrzymałość głowicy podchwytywowej wiertnicy stanowią podstawowe ograniczenie stosowania tego sposobu. Jako graniczny ciężar kolumny rurowej możliwej do przeprowadzenia przez otwór tym sposobem przyjmuje się 10 T dla wiertnicy P-1200 oraz 12,5 T dla wiertnicy EH-1200.

W sposobie rurowania z użyciem wielokrążkowego urządzenia wyciągowego jego układ konstrukcyjny jest odmienny dla kolumn budowanych z rur hutniczych niż dla kolumn budowanych z segmentów blaszanych. Dla kolumn z rur hutniczych na hak zbocza ruchomego założona jest belka z zawieszem utrzymującym podczas opuszczania kolumny sworznię przeprowadzoną przez otwory w płaszczu ostatniej rury, prostopadle do jej osi. Na czas dołączania do kolumny kolejnej rury podwieszona jest za pośrednictwem zawiesia do belki, cała dotychczas zmontowana kolumna jest zakleszczona w płycie zaciskowej lub osadzona na sworzniu wspartym na konstrukcji zabudowanej na zrębie

otworu. Podczas każdego kolejnego opuszczania kolumny w otworze zblocze ruchome wielokrążka znajduje się stale w wyrobisku nadszybia otworu.

Dla kolumn budowanych z segmentów blaszanych zblocze ruchome jest integralną częścią podstawy, na której obwodzie umocowane są pierwsze segmenty montowanej kolumny. Pasma lin, na których zawieszona jest podstawa, przebiegają wewnątrz kolumny. W tej odmianie wielokrążkowego urządzenia wyciągowego zblocze ruchome przechodzi przez całą długość otworu wiertniczego w miarę wydłużania kolumny i po jej podparciu w wyrobisku podszybia zostaje tam zdemontowane.

Pewna część kolumn rurowych, szczególnie o większych średnicach, ma przewidzianą zabudowę wyposażenia we wnętrzu. Pomyślnie przeprowadzono kilkanaście rurowań kolumnami \varnothing 1200 z całkowicie zmontowanym przedziałem drabinowym oraz kilka rurowań kolumnami \varnothing 2100 z zabudowanymi szkieletami konstrukcji podestów i podpór dla wyposażenia. W kolumnach \varnothing 2100 drabiny, blachy podestowe oraz pozostałe wyposażenie ze względów techniczno-organizacyjnych montowane jest po ukończeniu rurowania.

Niezależnie od przyjętej metody rurowania jego zasięg limituje podporność wiertnicy lub praktycznie możliwy do uzyskania udźwig technologicznego wielokrążkowego urządzenia wyciągowego. Maksymalne zakresy stosowania poszczególnych sposobów rurowania przedstawiono w tabelicy 2.

Tabela 2

Maksymalne zakresy stosowania sposobów rurowania

Średnica kolumny rurowej	Zasięg sposobu rurowania (m)			
	na wiertnicy		na wielokrążku	
	rury hutnicze	segmenty	rury hutnicze	segmenty
400	137	-	200	-
600	83	139	200	200
800	60	109	150	200
1000	46	92	115	184
1200	40	78	100	156
2100	-	31	-	62

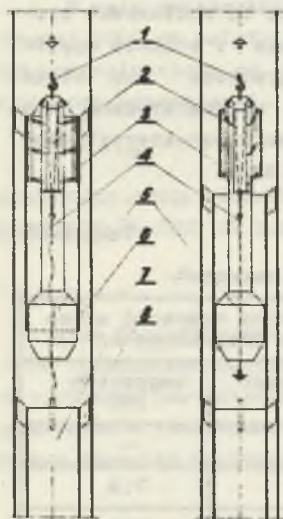
Jak z powyższego zestawienia wynika, zakres możliwości wykonania obudowanych otworów wielkośrednicowych nie obejmuje wynoszącego przy wierceniu pionowym 200 m zasięgu wiercenia, a limitowany jest technicznymi możliwościami przeprowadzenia przez odwiercony otwór szybowy kolumny rurowej. Porównanie pomiędzy długościami możliwych do obudowania otworów, w zależności od przyjętych materiałów dla montażu kolumn rurowych, podkreśla walory blaszanych obudów segmentowych. Zaletą obudowy rurowej otworów

wielkośrednicowych jest wysoka wydajność jej wznoszenia. Wynosi ona dla kolumn rurowych z:

- rur monolitycznych o średnicy do 1200 mm do 4,5 m/zm,
- segmentów blaszanych o średnicy do 1200 mm do 10,5 m/zm,
- segmentów blaszanych o średnicy do 2100 mm do 3,0 m/zm.

Rurowanie otworów zawieszonych

Zagadnienie wznoszenia obudowy otworów wiertniczych komplikuje się znacznie w przypadku znacznych skrzywień otworu lub nieuzyskania osiowości wskutek przewiercania skał z wtrąceniami trudno zwiercalnych konglomeratów. Ciągła, mało elastyczna kolumna rurowa kleszczy się wówczas w otworze i nie przemieszcza się ani pod własnym ciężarem, ani pod wpływem naciągu wywiercanego przez wiertnicę. Dla takich przypadków opracowano i pomyślnie wdrożono metodę budowy kolumny rurowej w otworze wiertniczym, z nakładanych na siebie i odpowiednio naprowadzanych odcinków rur hutniczych, bez udziału ludzi zarówno w otworze, jak i w bezpośredniej blisko-



Rys. 5. Opuszczanie rury na uchwycie samozakle-
szczającym

1 - zawiesie kołowrotu głównego, 2 - uchwyt samozakleszczający, 3 - płyt cierny uchwytu, 4 - zawiesie kołowrotu luzującego, 5 - element kształtowy współosiujący sąsiednie rury, 6 - rura opuszczana, 7 - ostatnia rura kolumny zmontowanej w otworze, 8 - element kształtowy stabilizujący górny koniec rury w otworze wiertniczym

ści wylotu otworu na podszybiu. Odcinki rur o odpowiednio dobranej długości przechodzą przez skrzywienia i obok nierówności ociosów otworu, zawieszono na linie wciągarki za pośrednictwem uchwytu samozakleszczającego wprowadzonego do wnętrza rury (rys. 5). Zwolnienie uchwytu następuje w otworze, po osadzeniu kolejnej rury na kolumnie dotychczas zmontowanej, przez napięcie liny luzującej kołowrotem znajdującym się na podszybiu otworu.

W ten sposób rurowany otwór nie jest wprawdzie prostoliniowy, jednak jest trwale zabezpieczony przed obwałem.

Należy wspomnieć, że analogicznie do podanego wyżej sposobu przeprowadzone rurowanie niezbrojonymi kręgami betonowymi otworu zasypanego dla głębszego zbiornika wyrównawczego. Powodzenie przedsięwzięcia potwierdziła uniwersalność tej metody rurowania, niemniej w czasie eksploatacji otworu okazało się, że kręgi betonowe o zróżnicowanej między sobą i odmiennie niż górotwór wytrzymałości ulegały kruszeniu w wielkie płyty czepujące otwór.

Betonowanie kolumny rurowej w otworze wiertniczym

Kolejnym zagadnieniem występującym przy wznoszeniu obudów otworów wielkosrednicowych jest wypełnienie betonem pustki między kolumną rurową a ociosem. Betonowanie następuje po osadzeniu kolumny rurowej na konstrukcji waporczej umieszczonej w komorze podszybia i po uszczelnieniu w jej stropie przestrzeni między kolumną a ociosem otworu.

Beton w postaci ciekłej lub półciekłej powoli zalewany jest na nadszyciu między kolumną rurową a ocios. Jak dotychczas nie ma możliwości bieżącej kontroli jakości prowadzonego procesu betonowania i stopnia wypełnienia pustki masą betonową. W trakcie betonowania ogranicza się ilość jednorazowo wlanej porcji betonu, by jego ciśnienie hydrostatyczne nie spowodowało zagniecenia powłoki kolumny rurowej. Dane charakterystyczne procesu betonowania kolumny rurowej podano w tablicy 3.

Tablica 3

Dane charakterystyczne betonowania kolumn rurowych

Średnica		Objętość betonu dla wypełnienia 1 mb pustki (m ³)	Dopuszczalna wysokość słupa betonu dla kolumn z:	
otworu	kolumny rurowej		rur hutniczych (m)	segmentów (m)
610	400	0,167	15,0	-
813	600	0,236	12,0	7,5
1016	800	0,308	9,0	6,0
1219	1000	0,382	7,5	4,5
1422	1200	0,457	6,0	3,0
2400	2100	1,060	-	1,5

Nimo w gruncie rzeczy prymitywnego wykonywania betonowania nie stwierdzono zniszczenia kolumny rurowej wskutek nierównomiernego ciśnienia górotworu spowodowanego niecałkowitym wypełnieniem pustek między kolumną

rurową a ociosem otworu wiertniczego. Należy przypuszczać, że ewentualnie pozostałe pustki ulegają z czasem samopodsadzeniu, powodując w ten sposób równomierny rozkład ciśnień na całym obwodzie kolumny.

Wnioski

1. Obudowane wiertnicze otwory wielkośrednicowe z uwagi na ekonomiczność, zalety wykonawcze i eksploatacyjne w licznych przypadkach zastępują szybiki międzypoziome.

2. Stosowane dotychczas obudowy otworów wielkośrednicowych złożone ze stalowej kolumny rurowej powiązanej płaszczem betonowym z ociosami otworu wykazały zadowalającą żywotność i wytrzymałość. Jako surowiec do budowy kolumn rurowych szczególnie wiele walorów wykazują segmenty blaszane.

3. W celu zwiększenia zakresu stosowania otworów technologicznych w różnych dziedzinach budownictwa górniczego należy dopracować sposób ich obudowywania, szczególnie w zakresie doboru odpowiednich receptur betonu dla wykonywania prefabrykowanych elementów obudowy o zadanych własnościach mechanicznych.

4. W celu zwiększenia zakresu stosowania otworów użytkowych o średnicy powyżej 2000 mm należy opracować nowy sposób ich obudowywania. Winien on być uniezależniony od nośności urządzeń dźwigowych i możliwy do wykonania w ciasnej przestrzeni.

ВОЗВЕДЕНИЕ КРЕПИ МЕЖДУГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШТРЕКОВЫХ ОТВЕРСТИЙ ДИАМЕТРОМ ДО 2400 ММ ВЫПОЛНЯЕМЫХ БУРИЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Р е з ю м е

Статья рассматривает технологию возведения крепи буровых отверстий, а также применяемые материалы для этой цели. На основе показанного актуального состояния отечественной техники в этой области сформулированы выводы направленные к увеличению предела применения закреплённых буровых отверстий в разных областях шахтного строительства.

LINING BUILDING IN SHAFT WELLS BETWEEN DRAW LEVELS BY BORING TO 2400 mm DIAMETERS

S u m m a r y

Technology for placing linings and materials have been discussed. Suggestions for increased usage of linings have been presented against the background of present usage routines.