

Piotr GŁUCH
Politechnika Śląska, Gliwice

SPOSOBY WZMACNIAJĄCEGO ODDZIAŁYWANIA OBUDOWY NA MASYW SKALNY

Streszczenie. W artykule przedstawiono sposoby wzmocniającego oddziaływania obudowy na masyw skalny, których celem jest wytworzenie trójosiowego stanu naprężenia na obrysie wyłomu wyrobiska i zwiększenie sił tarcia na kontakcie warstw skalnych i naturalnych spękań skały. Wytworzenie wstępnego nacisku na skałę możliwe jest przy wykorzystaniu systemu kotwienia z wysokim naciąganiem wstępnym kotwi, węży rozporowych wypełnionych pod ciśnieniem materiałem budowlanym zakładanych między odrzwia i siatki stalowe dociskane do obrysu wyłomu wyrobiska, stojaków podporowych o wysokiej podporności wstępnej i końcowej.

METHODS FOR REINFORCING ACTION OF THE SUPPORT ON ROCK MASS

Summary. The paper describes methods for reinforcing action of the support on rock mass the objective of which is to create the triaxial state of stress on the contour of breakout crosssectional area on the one hand and to increase friction forces in points of the contact of rock layers with natural cracks on the other hand. It is possible to generate the initial pressure on rock using the bolting system with high tension of bolts, expansion hoses filled with cement mortar fed under pressure and inserted between frames and steel wire nets being pressed down to the contour of breakout crosssectional area, props characterized by high setting and yield load bearing capacity.

1. Wstęp

Zasadniczym celem obudowy wyrobisk górniczych powinno się stać wykorzystanie masywu skalnego do przeniesienia obciążenia, tak aby skała stała się materiałem budowlanym tworzącym obudowę. Stosowane tradycyjnie obudowy o charakterystyce późno-podporowej prowadzą często do znacznej deformacji wyrobiska. Dla zapewnienia

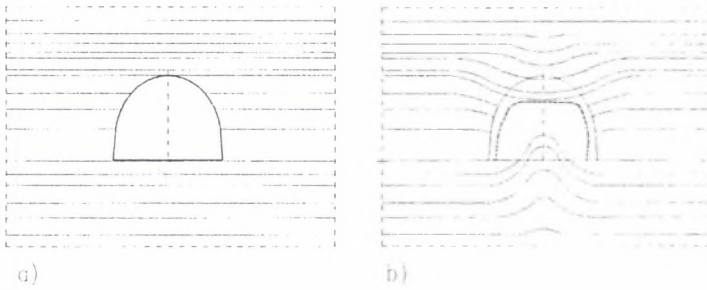
stateczności takich wyrobisk w obudowach podporowych często istnieje konieczność zwiększenia jej podporności poprzez stosowanie odpowiedniego zagęszczenia odrzwi i ciężkich kształowników. Bardziej korzystne zachowanie się wyrobiska można osiągnąć przez efektywne oddziaływanie obudowy na masyw skalny.

2. Systemy obudowy podporowej stosowane w kopalniach węgla kamiennego

Niekorzystnymi cechami stosowanej tradycyjnie w kopalniach węgla kamiennego obudowy podporowej odrzwiowej jest:

- skokowa charakterystyka pracy obudowy, która wraz z wystąpieniem zsuwu na zamkach (złączach) odsuwa się od obrysu wyrobiska, w efekcie czego masyw skalny nie jest podparty i dopiero po dalszej jego deformacji następuje wzrost odporu obudowy i tym samym ograniczenie jego przemieszczania się do wyrobiska. Przy obudowie podporowej podatnej masyw skalny jest wielokrotnie odciążany i dociążany obudową i w efekcie warunki jej współpracy z górotworem ulegają ciągłemu pogorszeniu;
- koncentracja odporu obudowy i ograniczenie jego przemieszczania się do wyrobiska występuje głównie na szerokości kształownika odrzwi obudowy, a w mniejszym stopniu między odrzwiami, co ma miejsce zwłaszcza przy stosowaniu słabej, źle wykonanej opinki najczęściej z siatek zgrzewanych zaczepowych.

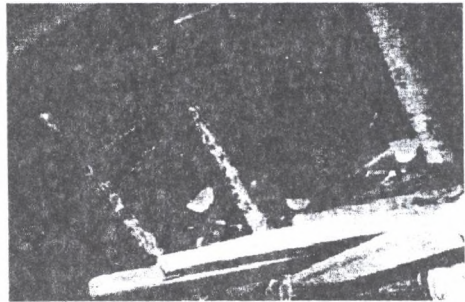
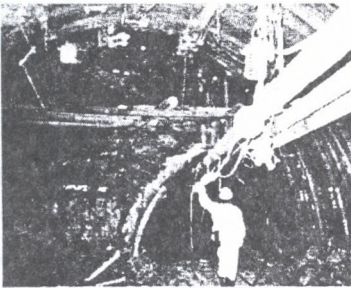
W silnie uwarstwionym górotworze w skałach o małej wytrzymałości oraz na dużej głębokości wykonanie wyrobiska w obudowie podporowej nie związanej z górotworem daje możliwość znacznej deformacji skał do momentu wystąpienia odporu od strony obudowy. Przykładowo na rys.1 przedstawiono układ warstw skalnych wokół wyrobiska, które pod wpływem działających naprężeń ulegają znacznym deformacjom. Deformacje te najczęściej polegają na silnym wyboczeniu i zginaniu warstw skalnych do wyrobiska, co potwierdzają liczne obserwacje prowadzone w wyrobiskach górniczych (rys.2).



Rys. 1. Schemat układu warstw skalnych wokół wyrobiska:

- a) układ warstw po wykonaniu wyrobiska,
b) układ warstw po dłuższym okresie czasu

Fig. 1. Diagram of the deposition of rock layers surrounding the working:
a) deposition of layers after completion of driving of the roadway
b) deposition of layers after a lapse of longer time



Rys. 2. Widok silnie wyboczonych warstw skalnych w stropie wyrobiska na głównych przekopach wyrobisk podszybia obserwowanych w fazie ich przebudowy

Fig. 2. View of strongly buckled rock layers in the roof in main drifts in the vicinity of the shaft bottom during their reconstruction

W polskich kopalniach węgla kamiennego dla zapewnienia stateczności wyrobisk korytarzowych i komorowych stosowanych jest wiele systemów obudowy, które ze względu na konstrukcję można podzielić na:

- System obudów podatnych lekkich z kształtowników V25, V29. System ten stosowany jest w średnich i dobrych warunkach geologiczno-górnictwowych. W trudnych warunkach geologiczno-górnictwowych system ten nie zdaje egzaminu.
- System obudów sztywnych o wysokiej podporności. System ten zastosowano w postaci konstrukcji żelbetowych, jak również w postaci konstrukcji ramowych stalowych. Obudowy z paneli żelbetowych nie przystosowane do przenoszenia obciążeń nierównomiernych skupionych nie zdają egzaminu [4]. Obudowy stalowo – betonowe o sztywnej konstrukcji również łatwo ulegają uszkodzeniu, zwłaszcza gdy nie wykonuje się cementacji iniekccyjnej górotworu.

- System obudów podatnych specjalnych z kształtownika V29 i kształtowników V36 i V44. System ten stanowią specjalne konstrukcje obudów podporowych złożone z podwójnych kształtowników V29, stosowane do utrzymania wyrobisk udostępniających. Wraz z podjęciem produkcji kształtowników V36, V44 wprowadzono specjalne konstrukcje obudów o zwiększonych podpornościach wykonane na bazie tych kształtowników.
- System obudów o ograniczonej podatności z kształtowników V36 [4]. Dla wyrobisk udostępniających komorowych rozwiązano system obudów o ograniczonej podatności pozwalający w pierwszym okresie pracy wyrównać działające na obudowę obciążenie przez dopuszczenie do przemieszczeń, tak aby po przejściu obudowy w fazę pracy jako konstrukcji sztywnej przejmowała ona wysokie obciążenia. Rozwiązania te, pozwalające zachować wymagany przekrój wyrobiska, znalazły szczególne zastosowanie dla obudowy wlotów szybowych.
- System obudów podatnych ze wzmocnieniem górotworu wokół wyrobiska kotwieniem. System ten nabrał dużego znaczenia w ostatnim okresie 5 lat stając się podstawowym systemem obudowy chodników przyścianowych stosowanym w wielu kopalniach. Mimo różnej charakterystyki pracy obudowy podporowej i kotwiowej uzyskuje się zwiększoną stateczność wyrobiska i obudowy przy znacznym rozrzedzeniu odrzwi (1,2 m do 1,5 m). Systemy obudów podporowych należą do systemu obudów pasywnych, które przejmują obciążenie górotworu dopiero z chwilą jego rozwarstwienia i zniszczenia struktury skalnej.

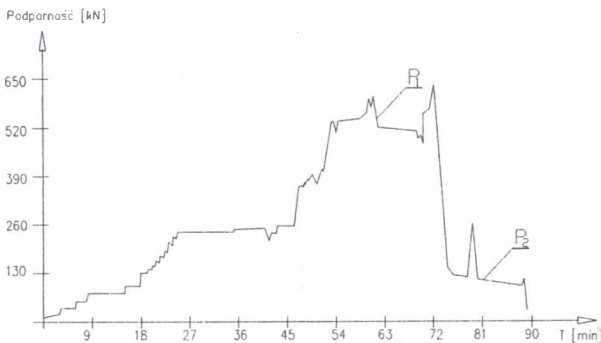
3. Systemy nadawania obudowie podporności wstępnej

Uwarstwiony i naturalnie spękany masyw skalny wokół wyrobiska może być wzmocniony przez przyłożenie do jego powierzchni, jak również do głębszych warstw skalnych nacisku wstępnego przed jego deformacją, który powoduje:

- 1) wytworzenie trójosiowego stanu naprężenia na obrysie wyłomu wyrobiska. Trójosiowy stan naprężenia powoduje jakościową zmianę pracy skały wokół wyrobiska; zwiększeniu ulega wytrzymałość skały, jak i odkształcalność ;
- 2) zwiększenie sił tarcia zarówno między warstwami, jak i między spękaniem. Dociśnięcie skał do siebie powoduje zmniejszenie występujących w nich naturalnych szczelin, w

efekcie czego znacznie wzrasta wytrzymałość warstw skalnych na wzajemne przesunięcia poziome i rozwarstwienia.

Badania wpływu nośności otaczającego górotworu na stateczność wyrobiska przeprowadził prof. K. Spies [6] (rys.3). Badania te wykazały, że deformacja wyrobiska następuje przy ok. 20% wielkości obciążenia w stosunku do obciążenia maksymalnego przeniesionego przez układ górotwór-obudowa. W praktyce oznacza to, że obudowa podporowa w wyrobiskach korytarzowych zostaje zniszczona (ulega deformacji) po uprzednim zniszczeniu struktury skał wokół wyrobiska, przy czym podporność układu górotwór-obudowa wynosi w tym momencie ok. 1/5 wartości obciążenia, jakie przenosi układ przed zniszczeniem struktury górotworu. Istotne staje się zatem utrzymanie wysokich parametrów wytrzymałościowych otaczającego górotworu dla przenoszenia jego obciążenia i niedopuszczenie do jego zniszczenia.

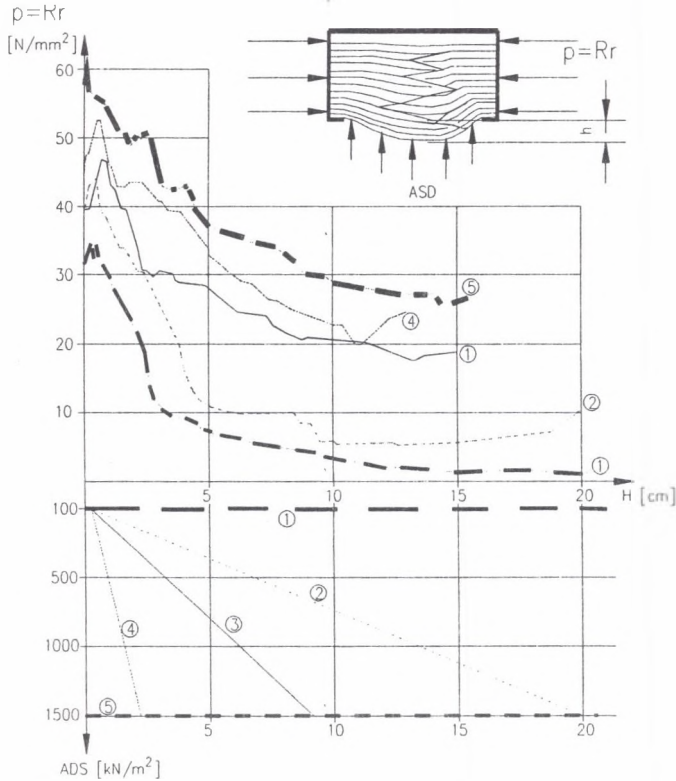


Rys. 3. Podporność modelowanego masywu skalnego i obudowy w funkcji czasu i przebiegu zniszczeń w modelu. P₁ - obciążenie, przy którym następuje zniszczenie struktury skał wokół wyrobiska bez widocznych oznak oddziaływania na obudowę, P₂ - obciążenie, przy którym następuje zniszczenie i deformacja obudowy ograniczająca funkcjonalność wyrobiska [6]

Fig. 3. Load bearing capacity of the modelled rock mass and support as a function of time and the run of damage in the model. P₁ - load at which destruction of the rock structure around the working without visible symptoms of action on the support takes place. P₂ - load at which damage and deformation of the support takes place limiting the functionality of the working [6]

Badania na wytrzymałość warstw skalnych otaczających wyrobisko, w zależności od charakterystyki przyłożonego odporu obudowy ADS, przeprowadzono w Instytucie Górniczym w Essen [5] (rys.4). Badania pozwalają prześledzić, jaki wpływ na wytrzymałość chwilową i wytrzymałość resztkową skał ma wielkość podporności obudowy oraz sposób jej przyłożenia. Charakterystyka pracy zamodelowanych warstw skalnych wykazuje, że przy małym odporze (ADS) rzędu 100 kN/m² po zniszczeniu warstw następuje gwałtowny spadek wytrzymałości praktycznie do wartości zerowej. Przy zwiększeniu odporu ADS następuje wyraźny wzrost wytrzymałości chwilowej i resztkowej.

Dla wysokiej podporności obudowy ($ADS=1500 \text{ kN/m}^2 = 1,5 \text{ MPa}$ - linia 5) wytrzymałość resztkowa warstw skalnych jest przy odkształceniu $\sim 10 \text{ cm}$ o około 10 razy większa niż w przypadku odporu obudowy o małej podporności, rzędu $0,1 \text{ MPa}$ (linia 1), jak to ma miejsce w tradycyjnie stosowanych obudowach odrzwiowych późnopośrednich.



Rys. 4. Charakterystyka wytrzymałości resztkowej górotworu R_r w funkcji odporu obudowy ADS [5]:
 1 - obudowa podatna o niskiej podporności $0,1 \text{ MPa}$, 2,3,4 - obudowy o wzrastającej podporności i sztywności, 5 - obudowa o wysokiej podporności $1,5 \text{ MPa}$ w całym zakresie podatności
 Fig. 4. Characteristic of residual strength of rock mass R_r as a function of the support resistance ADS [5]:
 1 - yielding support with low load bearing capacity of $0,1 \text{ MPa}$, 2,3,4 - support characterized by increasing load bearing capacity and rigidity, 5 - support with high load bearing capacity of $1,5 \text{ MPa}$ within the whole range of yielding

Uzyskanie wysokiej siły docisku, a w efekcie ściśnięcia warstw skalnych możliwe jest do realizacji przez zastosowanie systemów obudowy z podpornością wstępną, jak:

- system obudowy kotwiowej prętowej o wysokiej nośności i jakości, w którym kotwie w fazie zabudowy w przodku są zakładane z naciągami wstępnymi rzędu $100 - 150 \text{ kN}$ ($10 - 15T$), (tablica 1),
- system obudowy kotwiowej linowej o wysokiej nośności i jakości, w którym stosowane są kotwie linowe o specjalnej konstrukcji (tablica 2),

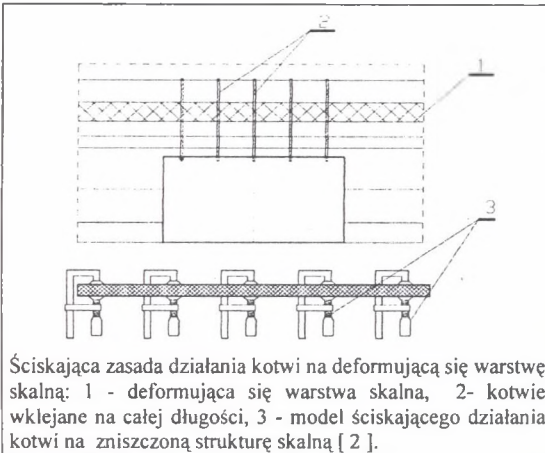
- kotwie linowe wklejane na ładunkach klejowych o nośności rzędu 500 kN w fazie zabudowy są zakładane w przodku z naciągiem wstępnym rzędu 100 – 250 kN (10 - 25T),
- kotwie linowe, tzw. Mega Bolty, o nośności do 800 kN, zakładane na ładunkach klejowych z naciągiem wstępnym z możliwością przeprowadzenia cementacji na pozostałej długości otworu,
- system obudowy podporowej z rozparciem odrzwi za pomocą wysokiej wytrzymałości węży rozporowych zakładanych między obudowę i siatkę zgrzewaną dociskaną ciśnieniem rozparcia węży w fazie napełniania ich szybkowiążącą zaprawą cementową (tablica 3),
- system wysokopodporowych stojaków z podpomością wstępną i wysoką podpomością końcową (tablica 4).

4. Zakończenie

Tradycyjne obudowy podporowe współpracują z masywem skalnym dopiero po jego deformacji i uszkodzeniu. Podpomość układu górotwór - obudowa ma wysoką wartość, gdy nie są zniszczone struktury skalne wokół wyrobiska. Zniszczenia struktur skalnych powoduje, że obciążenie przenosi jedynie obudowa w wyrobisku, która najczęściej wykonywana jako podporowa ma niekorzystną charakterystykę pracy. Nacisk skał na obudowę podporową powoduje, że następuje wielokrotne dociążenie i odciążenie górotworu. Spękany górotwór wokół wyrobiska, jeżeli ma możliwość blokowego zniszczenia i utworzenia samonośnego sklepienia, zachowuje swoją stateczność. W warunkach dużej głębokości przy skałach o średniej wytrzymałości i silnie uwarstwionym górotworze struktury skalne mają słabą samonośność i po zniszczeniu wskutek znacznych naprężeń wokół wyrobiska przemieszczają się intensywnie do wyrobiska. Utrzymanie stateczności takich wyrobisk wymaga stosowania specjalnych rozwiązań obudów podporowych. Poprawę stateczności wyrobisk korytarzowych można osiągnąć przez stosowanie nowych systemów obudów, w których nadaje się wstępny nacisk na warstwy skalne wytwarzając trójosiowy stan naprężenia na ich obrysie i zwiększone tarcie na kontakcie między warstwami i pęknięciami skał.

Tablica 1

System obudowy kotwiowej prętowej o wysokiej nośności i jakości, w którym kotwie w fazie zabudowy w przodku są zakładane z naciąganiem wstępnym rzędu 100 – 150 kN



Ściskająca zasada działania kotwi na deformującą się warstwę skalną: 1 - deformująca się warstwa skalna, 2- kotwie wklejane na całej długości, 3 - model ściskającego działania kotwi na zniszczoną strukturę skalną [2].

Kotwie KG i KGŁ

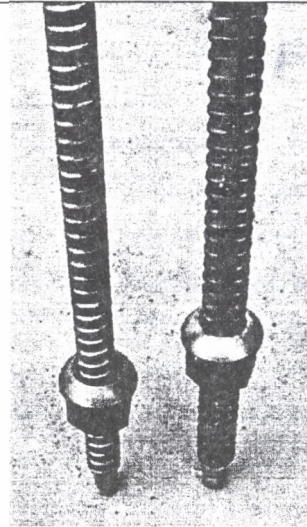
Kotwie prętowe z typoszeregu KG i KGŁ są konstrukcjami, gdzie:

kotwie KG są wykonane w postaci jednorodnego pojedynczego pręta stalowego, kotwie KGŁ są kotwiami łączonymi wykonanymi na bazie kotwi KG przez połączenie dwóch prętów łącznikiem stalowym (tuleja).

Typoszereg kotwi KG i kotwi KGŁ ma dla prętów kotwiowych dostosowane nakrętki i podkładki stalowe. Pręty są wykonane o następującej wielkości średnicy nominalnej: $\phi 16$, $\phi 18$, $\phi 20$, $\phi 22$, $\phi 25$, $\phi 28$, $\phi 32$. Przekrój poprzeczny prętów zebrowanych ma zarys gwintu prawoskrętnego pozwalający na pręcie bezpośrednio zakręcić nakrętkę. Specjalna konstrukcja kształtu zębra zapewnia: - przenoszenie wysokiej siły przez nakrętkę odpowiadającej maksymalnej sile na rozciąganie pręta kotwi, - dużą przyczepność do kleju i zapraw cementowych w otworze kotwiowym, dzięki korzystnemu trapezowemu kształtowi przekroju gwintu. Parametry obliczeniowe pręta kotwiowego określono dla minimalnych wytrzymałości stali o gatunku EM700 wynoszące:

- wytrzymałość na granicy plastyczności $R_e = \min 450 \text{ MPa}$,
- wytrzymałość graniczna $R_m = \min 700 \text{ MPa}$,
- wydłużenie względne $A_5 = \min 21\%$.

Kotwie wklejane o wysokiej nośności i sztywności połączenia ze skałą powodują powstanie nowego modelu kotwienia, w którym warstwy skalne są ściskane w chwili ich deformacji. Praca kotwi wklejanych na całej długości zostaje wtedy efektywnie wykorzystana. Naciąg kotwi zadawany jest po związaniu ładunku szybkowiązającego na końcu kotwi przed związaniem ładunku na pozostałej długości kotwi. Dzięki podkładce kotwiowej o odpowiedniej budowie naciąg kotwi jest przenoszony na ocios skalny powodując dociśnięcie przypowierzchniowych struktur skalnych na obrys wyrobiska do siebie.



Kotwie KG z zębem gwintowym zostały o wysokiej wytrzymałości wg rozw. f. „Trimet”

Tablica 2

System obudowy kotwiowej linowej o wysokiej nośności i jakości w kotwim stosowane są kotwie linowe o konstrukcji z naciąganiem wstępnym

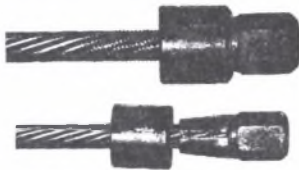
W systemach tych znajdują zastosowanie kotwie linowe wklejane o wysokich nośnościach, jak:

- kotwie linowe wklejane na ładunkach klejowych o nośności rzędu 500 kN w fazie zabudowy są zakładane w przodku z naciąganiem wstępnym rzędu 100 – 250 kN,
- kotwie linowe tzw. Mega Bolty o nośności ok. 600 kN wklejane odcinkowo na ładunkach klejowych z naciąganiem wstępnym z możliwością przeprowadzenia cementacji na pozostałej długości otworu.

Kotwie linowe KL-500 są kotwiami, którym nadaje się wysoki naciąg wstępny ok. 100 do 250 kN. Naciąg jest zadawany specjalnymi naciągarkami (siłownikami). Poprzez podkładkę kotwową naciąg jest przekazywany na struktury skalne na obrysie wylomu wyrobiska, co pozwala zlikwidować wszystkie luzy i zwiększyć tarcie na powierzchniach spękań. Istota zakładania kotwi linowych wklejanych z naciąganiem wstępnym polega na wykorzystaniu zamocowania końca kotwi ładunkiem szybkowiązującym (przeciętnie na długość ok. 2 m), a następnie naciągnięciu liny siłą 100 do 250 kN przed związaniem ładunku wolno wiążącego (1 – 2 h). Praktycznie dla kotwi linowych wklejanych w górnictwie stosuje się liny o średnicy ϕ 23,5 mm. Niektóre elementy rozwiązania kotwi linowej wklejanej typu KL-500 przedstawiono na rysunkach poniżej.



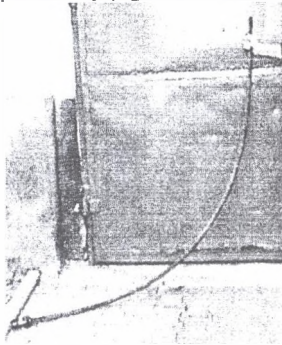
Kotew linowa o średnicy 23,5 mm



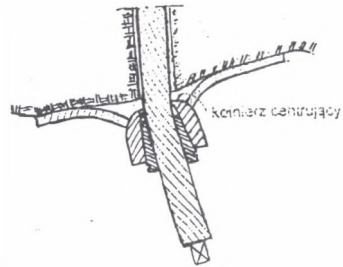
Rozwiązanie uchwytu kotwi linowej za pomocą szelki zaciskowej i nakrętki nakręconej na gwint wykonany na końcu liny (wg rozw. f. „Trimet”)



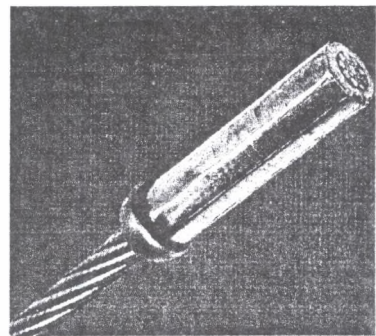
Końcówka liny spawana od czoła dla zespolenia liny (wg rozw. f. „Trimet”)



Kotew wyginana przy wkładaniu jej do otworu



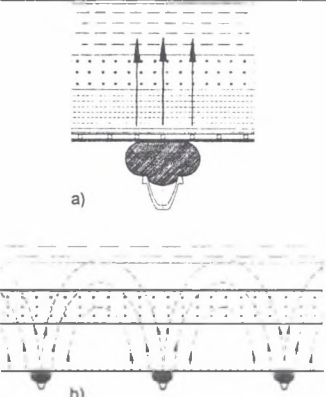
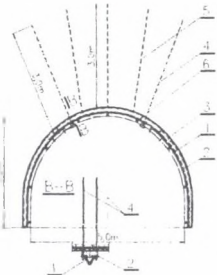
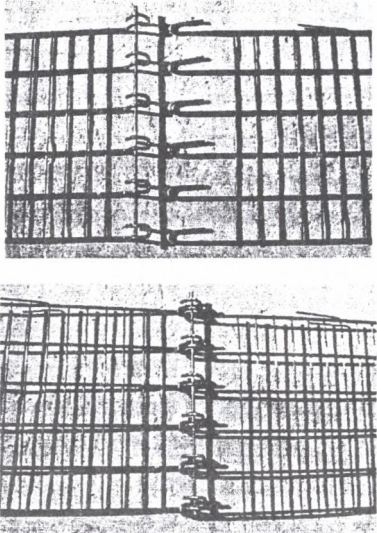
Rozwiązanie tulei mocującej koniec kotwi z kołnierzem centrującym dla kotwi linowej z naciąganiem wstępnym (wg rozw. f. „Arnall”)



Rozwiązanie uchwytu kotwi linowej z pomocą zacisku na końcu liny (wg rozw. f. „Exchem”)

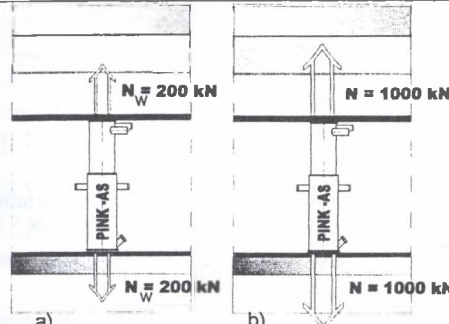
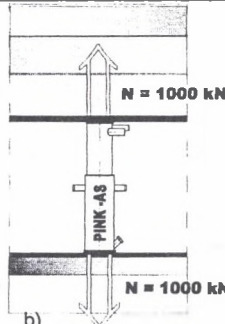
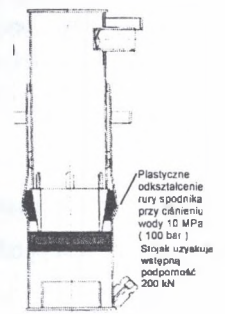
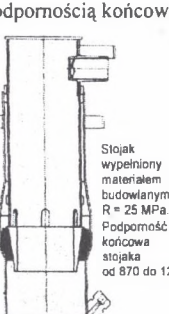
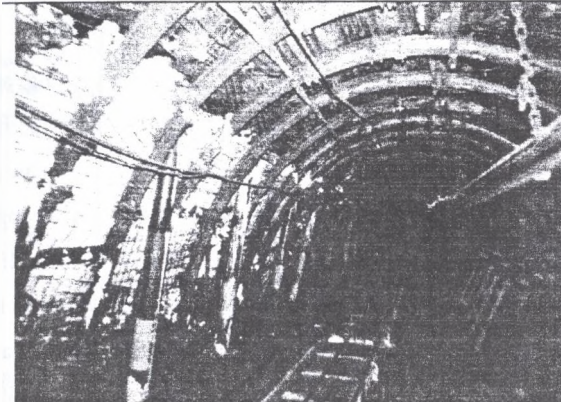
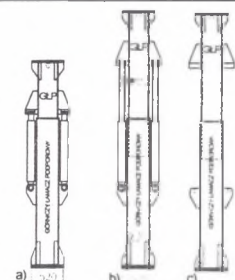
Tablica 3

System obudowy podporowej z rozparciem odrzwi za pomocą wysokiej wytrzymałości węży rozporowych zakładanych między obudowę i siatkę zgrzewaną dociskaną ciśnieniem rozparcia węży w fazie napelniania ich szybkowiążącą zaprawą cementową

 <p>Węże rozporowe zakładane między odrzwia obudowy a górotwór: a - wąż rozporowy wypełniony szybkowiążącym materiałem budowlanym, b - docisk do powierzchni skalnej siatek stalowych na całym obwodzie wyrobiska.</p>	<p>Węże rozporowe są zakładane na łuki obudowy podporowej w fazie jej montażu bezpośrednio w przodku wyrobiska. Po wypełnieniu węży materiałem szybkowiążącym następuje dociśnięcie siatek zgrzewanych ciągłych do obrysu wylomu wyrobiska. Wysoka wytrzymałość węży pozwala wprowadzić do nich płynną zaprawę cementową pod ciśnieniem 2 do 3 bar, co pozwala silnie docisnąć siatki zgrzewane do ociosu wyrobiska. W systemie obudowy z węzami rozporowymi szczególnie wymagania należy nadać opinie, jak:</p> <ul style="list-style-type: none"> - odpowiednią wytrzymałość i sztywność, - powiązanie w jeden ciąg na długości wyrobiska, - powiązanie siatki na obwodzie obudowy, - korzystną deformację i zapewnienie trwałości połączeń.
 <p>Obudowa podporowo - kotwiciowa chodnika przyścianowego (faza drażenia): 1 - odrzwia stalowe, 2 - wąż rozporowy wypełniony materiałem budowlanym, 3 - siatka zgrzewana, 4 - kotwie wklejane do przykotwienia odrzwi obudowy, 5 - kotwie długie o wysokiej nośności między odrzwiami, 6 - rozporzy stabilizowane</p>	 <p>Siatki zgrzewane łączone typu FHM wg firmy „Bekaert”. Siatka przed i połączeniu</p>

Tablica 4

System wysokopodporowych stojaków z podpornością wstępną
i wysoką podpornością końcową

		<p>STOJAKI PINK-AS Z PODPORNOCIĄ WSTĘPNĄ</p> <p>Stojaki podporowe PINK-AS o zadanej podporności wstępnej ściskają warstwy skalne wywołując w nich trójosiowy stan naprężenia i zwiększone tarcie na płaszczyznach poślizgu i pęknięć. Stojaki oddziałują zarówno na strop, jak i na spąg wyrobiska.</p> <p>a – rozparcie stojaka siłą wstępną N_w = 200kN, b – praca stojaka w fazie po wypełnieniu materiałem budowlanym.</p>
<p>Faza nadania podporności wstępnej</p> 	<p>Faza przygotowania stojaka do pracy z podpornością końcową</p> 	<p>Przy rozpięciu stojaka i napotkaniu na opór następuje przemieszczenie klinów rozporowych na pierścień stożkowy i wywołanie plastycznej deformacji ścianek spodka stojaka. Rdzennik stojaka do stropu jest dociskany siłą wstępną ok. 200 kN przez uzyskanie ciśnienia zasilania medium rozpięrającego 10 MPa (100 bar).</p> <p>Podporność końcową stojaka uzyskuje się przez wypełnienie go poprzez króciec górny zaprawą cementową lub inną mieszaniną szybkowiązującą. Podporność końcowa (nominalna) pozwala przenieść obciążenie w przedziale 1280 kN do 870 kN (128 T do 87 T) zależnie od wysokości stojaka (wg rozw. f. „Trimet”)</p>
		
<p>Przykład utrzymania chodnika w dwustronnym otoczeniu zrobów za pomocą stojaka podporowego PINK – AS</p>		<p>Górnicy łamacz podporowy – Stojak na linii zrobów wzdłuż chodnika:</p> <p>a) faza przed rozparciem, b) faza rozparcia siłownikami hydraulicznymi z podpornością wstępną ok. 400 kN, c) faza po wypełnieniu betonem (podporność graniczna ok. 2000 – 3000 kN)</p>

LITERATURA

1. Chudek M., Głuch P., Szczepaniak Z.: Drażenie wyrobisk korytarzowych. Skrypt Pol. Śl. Nr 1449. Wyd.II 1988.
2. Głuch P.: Problemy projektowania obudowy kotwiowej w kopalniach węgla kamiennego. Materiały konferencyjne pt. „Obudowa kotwiowa jako skuteczny sposób zabezpieczenia wyrobisk górniczych”, Świeradów 1998.
3. Głuch P.: Wpływ parametrów techniczno - technologicznych na nośność kotwi wklejanych. Cz.I. Parametry techniczne kotwi i ładunków klejowych. Cz.II. Parametry technologiczne. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska Górniczego nr 12 (cz.I) 1998 i nr 1 1999 cz.II).
4. Głuch P.: Doświadczenia ze stosowania specjalnych obudów podporowych w trudnych warunkach górniczo-geologicznych. Budownictwo Górnicze i Tunelowe nr 1/2000.
5. Stade U.: Konvergenz, Nachbruch und Ausbauverformung in gebohrten Strecken im Ruhrkarbon. Technischen Universität Calusthal. Dissertation. 1980.
6. Spies K.: Entwicklung eines neuen Ausbaus für Abbaustrecken. Gluckauf 131 1995, nr 4.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Stanisław Piechota

Abstract

The conventional chock supports cooperate with rock mass only when the rock mass has been deformed and destructed. A load bearing capacity of the system: rock body – support has a high value when rock structures around the working are not destructed. Destruction of the rock structure causes that the load is transferred by the support only and this support being of chock type has a disadvantageous performance characteristic.

The pressure exerted by rock on a chock support makes that repeated loading and relieving of the rock occur. The cracked rock body surrounding the working keeps its stability if there is possibility of the block destruction and formation of self supporting roof. In case of operations at a great depth and under conditions of rock of medium strength and strongly stratified rock body the structures of rock are characterized by low capability for self – support. Due to considerable stresses which occur around the working after destruction of the rock structure an intensive displacement of rock towards the working is a result. Specially designed chock supports are needed to maintain the stability of such workings. The stability of roadways can be improved by the application of new support system in which the preliminary pressure is exerted on rock layers through creation of the triaxial state of stress on their contour and through increasing of friction where rock layers are in contact with cracks. The support systems presented in tables 1 to 4 are design solutions which find practical application.