Jacek KUDELA, Marian KUCZ, Andrzej OŻÓG, Tadeusz ZACHWIEJA
Kompania Węglowa S.A. – KWK ”PIAST”
Piotr GŁUCH
Politechnika Śląska

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA OBUDOWY ŁUKOWEJ PODATNEJ SPŁASZCZONEJ ŁPSp W KOPALNI „PIAST”

Streszczenie. Problemy stosowania istniejących rozwiązań obudów przecinek ścianowych w trudnych warunkach geologiczno-górniczych wymuszają potrzebę poszukiwania nowych konstrukcji. Zastosowana obudowa ŁPSp-V32/4 ma korzystny spłaszczony kształt, rozmieszczenie łuków, wysoką podporność oraz rozwiązania akcesoriów analogiczne do tych z obudowy ŁP. W artykule omówiono uzyskane korzystne doświadczenia.

THE EXAMPLES OF APPLICATION OF ŁPSp OBLATE STEEL ARCH SUPPORT IN „PIAST” COAL MINE

Summary. Problems with the use of existing solutions of oblate steel support for cross-cuts of longwall panels in difficult mining and geological conditions force the need to search for new solutions. Applied support - ŁPSp-V32/4 has a favourable flatten (oblate) shape, the arrange of arch, high load-bearing capacity and also analogous solutions of accessories of ŁP supports. In the paper obtained favorable experiences are presented.

1. Wstęp

Uwarunkowania geologiczne wymusiły podział złoża obszaru górniczego KWK „PIAST” na XVI partii. Eksploatacja aktualnie prowadzona jest lub planowana w pokładach:

- 205/1-2, 209 partia I,
- 206/1-2 partia II,
- 209 partia V,
- 209 partia XIV,
- 209 partia XVI.

Na granicach partii oddzielonych uskokami warunki geologiczno-górnicze górotworu stają się coraz bardziej złożone, a w złożu występują silnie zawodnione warstwy piaskowców różnoziarnistych. Powoduje to potrzebę stałego poszukiwania rozwiązań i technologii obudów w zakresie utrzymania chodników przyścianowych, a także przecinek zbrojeniowych dla ścian wydobywczych.

2. Problemy stosowania obudów podporowych spłaszczonych ŁPrP i obudów podporowo-kotwiowych prostych

Istniejące rozwiązania obudów dają możliwość doboru ich konstrukcji uwzględniającej:

- parametry wytrzymałościowe zapewniające stateczność wyrobiska,
- rozwiązanie obudowy zapewniające właściwe wykonawstwo, jak również szybkie i bezpieczne rozpoczęcie biegu ściany.

Za typowe rozwiązania obudów przecinek ścianowych należy uznać obudowy z typoszeregu ŁP o wielkości większej od 12. Podstawowym mankamentem przy ich stosowaniu jest konieczność wykonywania kasztowania przestrzeni między stropnicą obudowy przecinki a stropnicą sekcji obudowy zmechanizowanej.

Brak solidnego wykasztowania, przy konieczności manewrowania sekcją, może być przyczyną przechyłu sekcji na czoło ściany. Między innymi z tych przyczyn dla przecinek ścianowych poszukiwane są rozwiązania obudów spłaszczonych. Przykładowe zastosowane obudowy ŁPrP-V29 – czteroelementowej przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Występujące korzystne i stabilne warunki stropowe w pokładzie pozwoliły utrzymać strop bez dodatkowych wzmocnień w postaci stojaków budowanych w osi przekroju.

Rys. 1. Rozwiązanie obudowy ŁPrP-V29/4 w przecince ściany 149 pokład 205/1-2
Fig. 1. Application of support ŁPrP in cross-cut of longwall panel no. 149 in coal seam no. 205/1-2

Rys. 2. Połączenie łuku stropnicowego z ociosowym w obudowie ŁPrP-V29/4
Fig. 2. Connection of crown section and side section of arch support ŁPrP-V29/4

Istotną jednak wadą tych konstrukcji jest konieczność obcinania stropnic przed wyjazdem sekcjami obudowy zmechanizowanej. Ograniczony zakres zastosowania tej obudowy jest szczególnie zauważalny, gdy skały stropowe są małej wytrzymałości, a na długości wyrobiska występują dodatkowe koncentracje naprężeń od wyżej lub niżej występujących krawędzi.

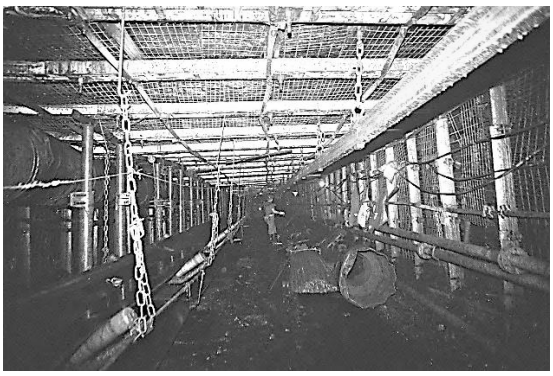
Wymagane wprowadzanie w tych warunkach dodatkowego wzmocnienia w strefie manewrowej kombajnu ogranicza postęp drążenia.

Duże nadzieje wiązano z podjęciem wykonywania przecinek w obudowach podporowo-kotwiowych w wyrobisku o przekroju prostokątnym. Rozwiązanie to, wprowadzone do wielu kopalń [1,2,3], zastosowano w przecince ściany 432 w pokładzie 207 KWK „Piast".

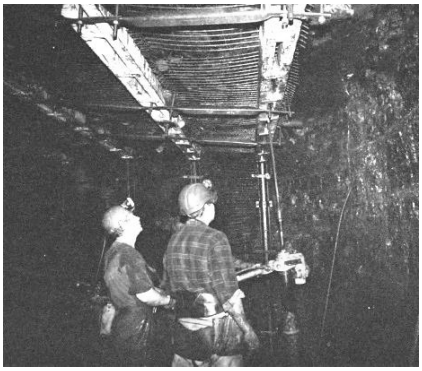
Widok przecinki w obudowie prostej podporowo-kotwowej, w której stropnica SPK jest przykotwiona dwoma kotwami strunowymi, przedstawiono na rys. 3 i 4.

Uzyskane doświadczenia praktyczne wykazały występowanie utrudnień przy stosowaniu tej obudowy, takich jak:

- duża długość jednoelementowej stropnicy dochodząca do minimum 6 m, a często do 6,2 m;
- konieczność odsłaniania stropu na szerokości do ok. 6,4 m, co przy słabych stropach zbudowanych z łupków ilastych jest trudne do uzyskania w wielu przypadkach, a szczególnie w strefach zaburzeń czy oddziaływania krawędzi;
- konieczność stosowania wysokiego kotwienia bezpośrednio w przodku minimum dwiema kotwiami strunowymi o długości rzędu 6 m, co prowadziło do zmniejszania postępu drążenia, konieczności utrzymywania sprzętu do kotwienia, który przy znacznym zawodnieniu skał wykazywał zwiększoną awaryjność i potrzebę częstej konserwacji i naprawy.

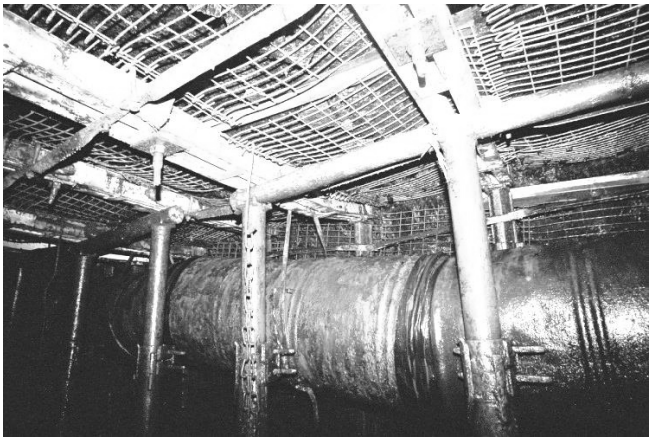


Rys. 3. Widok przecinki w obudowie prostej podporowo-kotwowej
Fig. 3. The view of the cross-cut with straight prop-bolting support



Rys. 4. Kotwienie stropnic SPK bezpośrednio w przodku
Fig. 4. Roofbolting of (SPK) straight roof-bars directly in heading face

W warunkach zwiększonego obciążenia górotworu, zwłaszcza w rejonach ociosu, obudowa podporowo-kotwowa wymagała stosowania lokalnych wzmocnień stropnicy za pomocą podciągu i stojaków podporowych (rys. 5).



Rys. 5. Lokalne wzmocnienie stropnicy SPK za pomocą podciągu i stojaków podporowych
Fig. 5. Local reinforcing of (SPK) roof-bar using crown runner and props

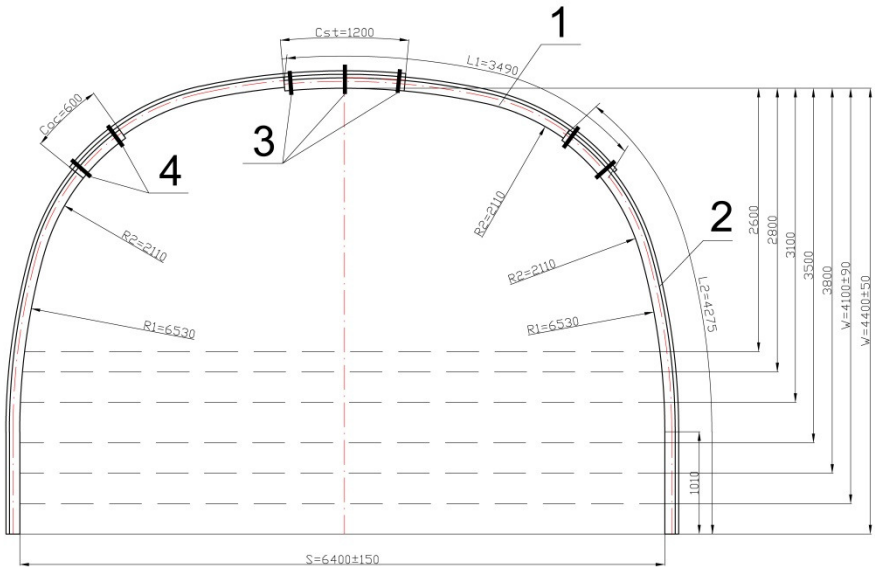
3. Obudowa łukowa podatna spłaszczona ŁPSp

Uwzględniając doświadczenia z istniejących rozwiązań obudów łukowych spłaszczonych, takich jak ŁPrP, ŁPrPw, ŁPKO i innych, w konstrukcji obudowy ŁPSp (łuki podatne spłaszczone) wprowadzono następujące założenia, takie jak:

- nadanie konstrukcji kształtu łukowego spłaszczonego ze wzmocnioną częścią stropową, uzyskiwaną przez zwiększenie długości zakładki łuków stropnicowych. Wytworzony łuk stropnicowy powinien zapewnić korzystną pracę obudowy i ograniczać deformację obudowy;
- zaprojektowanie łukowego kształtu obudowy na ociosach, tak aby przy zwiększonych obciążeniach na łukach ociosowych występowały w złączach łuków ociosowych i stropnicowych zsuwy zapewniające podatność i wysoką podporność obudowy, bez nadmiernego deformowania (spłaszczania się obudowy na łukach stropnicowych);
- obudowa powinna wykazywać korzystną podporność na obciążenia ociosowe oraz podatność.

W rozwiązaniu podstawowym (rys. 6) odrzwia obudowy są wykonane jako czteroelementowe przy zastosowaniu siedmiu strzemion w złączach, z których trzy są budowane na złączu łuków stropnicowych, a po dwa strzemiona w złączu łuku ociosowego ze stropnicowym [4].

Istotnym założeniem projektowanej obudowy spłaszczonej było uzyskanie rozwiązania, które może być stosowane w zróżnicowanych warunkach geologiczno-górniczych we wszystkich wyrobiskach górniczych kopalni.



Rys. 6. Rozwiązanie odrzwi obudowy ŁPSp-V32/4 o szerokości 6,4 m i stopniowanej wysokości od 2,8 do 4,4 m: 1 – łuk stropnicowy, 2 – łuk ociosowy, 3 – trzy strzemiona w złączu środkowym, 4 – dwa strzemiona w złączu ociosowym

Fig. 6. Arch support steel sets (ŁPSp-V32/4) 6,4m in width and the range from 2,8 m to 4,4 m in gradual height: 1 – crown section, 2 – side section of arch support, 3 – three stirrups of central joint, 4 – two stirrups of side joint

4. Zastosowanie obudowy spłaszczonej ŁPSp-V32 w przecinkach ścianowych

W kopalni „PIAST” obudowę spłaszczoną ŁPSp-V32/4 zastosowano w:

- przecince ściany 372 w pokładzie 209 partia XI,
- przecince ściany 354 w pokładzie 209 partia V,
- przecince ściany 641 w pokładzie 206/1-2 partia II.

Podstawowe dane geologiczno-górnicze oraz parametry techniczne przecinki zestawiono w tablicy 1.

Lokalizacje przecinek w pokładzie 209 w partiach XI, V, w pokładzie 206/1-2 w partii II przedstawiono na rys. 7. Przekroje geologiczne skał w rejonach wykonywanych przecinek przedstawiono na rys. 8.

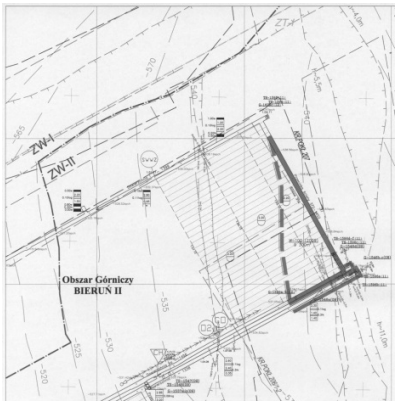
Tablica 1

Podstawowe dane geologiczno-górnicze oraz parametry techniczne przecinki

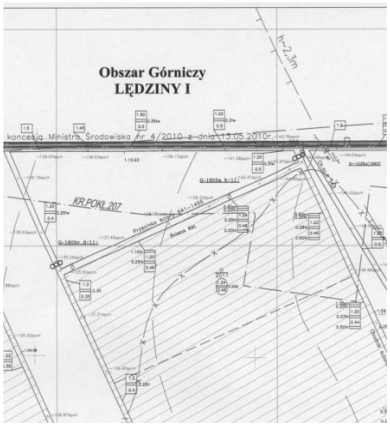
Lp.	Parametry	Przecinka 372	Przecinka 354	Przecinka 641
1	Pokład węgla	209	209	206/1-2
2	Partia złoża	XI	V	II
3	Długość przecinki	225 m	210 m	250 m
4	Głębokość	710 m	540 m	390 m
5	Lokalizacja	Poz. 650 m – wschód	Poz. 500 m – zachód	Poz. 500 m – centrum
6	Skały stropowe	Iłowiec - piaskowiec Rc = 22 MPa	Iłowiec + piaskowiec Rc = 18,4 MPa	Iłowiec + piaskowiec Rc = 28,2 MPa
7	Skały ociosowe	Węgiel Rc = 26,5 MPa	Węgiel Rc = 15,6 MPa	Węgiel Rc = 21 MPa
8	Skały spągowe	Węgiel Rc = 26,5 MPa	Węgiel Rc = 15,6 MPa	Iłowiec Rc = 29,4 MPa
9	Krawędzie	Pokład 207	brak	brak
10	Zagrożenia	Tąpaniami – I st. Zagrożenie wodne – II stopień	Tąpaniami – I st. Zagrożenie wodne – II stopień	Tąpaniami – I st. Zagrożenie wodne – II stopień
11	Postęp przy drążeniu (średnio)	do 6,75 m/d	do 9 m/d	do 6,75 m/d

Odrzwia obudowy ŁPSp-V32/4/6,4x3,1 budowano w rozstawie co 0,75 m i jedynie przecinkę ściany 372 utrzymywano przez ok. jeden rok dla odwodnienia zrobów ściany 373 (zbiornik wody o pojemności ~ 9,3 tys. m^3) prowadzono wraz z zabudową podciągu w osi przecinki. Widok zrealizowanych przecinek w fazie po wykonaniu oraz zazbrojeniu w sekcję obudowy zmechanizowanej Glinik 12/34 przedstawiono na rys. 9.

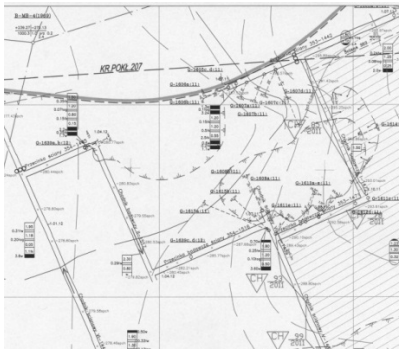
Prowadzone obserwacje zachowania się obudowy wykazały jej stateczność nie wymagającą stosowania dodatkowych wzmocnień za strefą manewrową kombajnu. Stwierdzono występowanie wypiętrzania spągu do wartości 60 cm.



a)



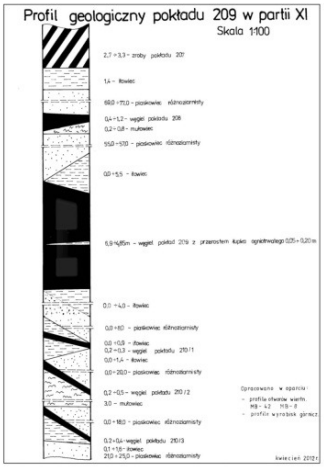
c)



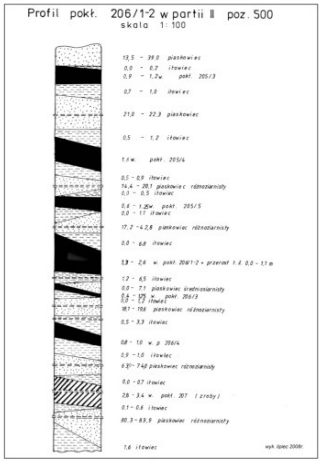
b)

Rys. 7. Lokalizacja przecinek ścianowych:
a – przecinka ściany 372, pokład 209 partia XI,
b – przecinka ściany 354, pokład 209 partia V,
c – przecinka ściany 641, pokład 206/1-2 partia II

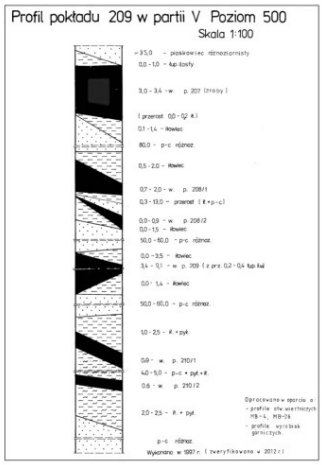
Fig. 7. Location of cross-cut of longwall panels:
a – cross-cut of longwall panel No. 372, coal seam no. 209, in area No. XI,
b – cross-cut of longwall panel No. 354, coal seam no. 209, in area No. V,
c – cross-cut of longwall panel No. 641, coal seam no. 206/1-2, in area No. II



a)



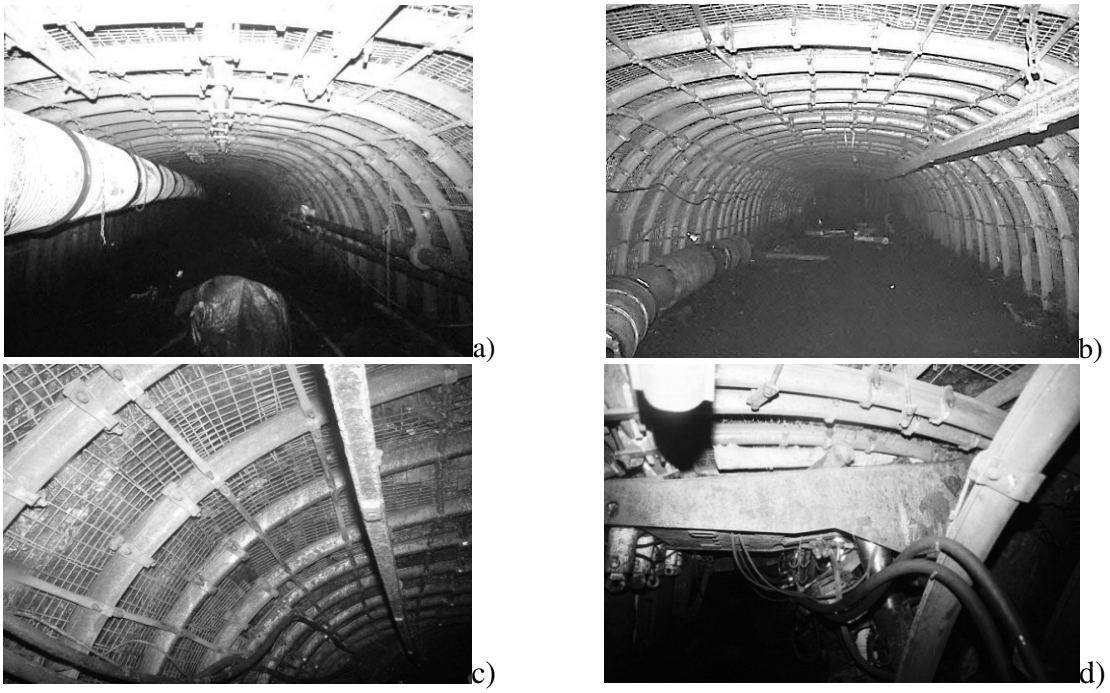
b)



c)

Rys. 8. Profile geologiczne skał stropowych w rejonie przecinek: a – dla ściany 372, b – dla ściany 641, c – dla ściany 354

Fig. 8. Geological profile of roof rock in the cross-cut region: a – for cross-cut of longwall panel No. 372, b – for cross-cut of longwall panel No. 641, c – for cross-cut of longwall panel No. 354

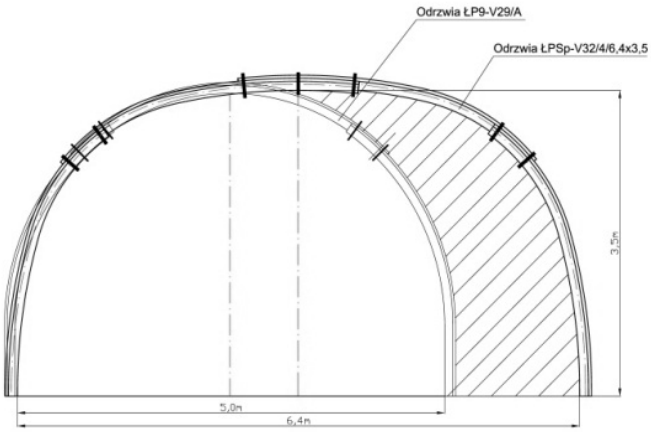


Rys. 9. Widok wykonanych przecinek w obudowie ŁPSp-V32/4:
a – przecinka dla ściany 372, b – przecinka dla ściany 354,
c – połączenie łuków w złączu ociosowym strzemionami SDK-32/36,
d – zabudowana sekcja obudowy zmechanizowanej w obudowie ŁPSp-V32/4

Fig. 9. View of cross-cut of longwall panels with ŁPSp-V32/4 support:
a – cross-cut of longwall panel no 372, b – cross-cut of longwall panel no 354,
c – connection of section – side joint SDK-32/36 stirrups,
d – powered support in working with arch support ŁPSp-V32/4

5. Zastosowanie obudowy ŁPSP-V32/4 w poszerzeniach wyrobiska

Pozytywne doświadczenia w stosowaniu obudów spłaszczonych w przecinkach były podstawą zastosowania jej w poszerzeniach wyrobisk chodnikowych do zabudowy w nich urządzeń wielkogabarytowych. Szerokość odrzwi obudowy ŁPSp – 6,4 m przy wysokości 3,5 m – pozwala dla odrzwi obudowy ŁP9 (5,0 x 3,5 m) wykonać poszerzenie chodnika w jednej obudowie. Zastosowane w typoszeregu obudowy ŁPSp-V32/4 wysokości odrzwi pozwalają na korzystną współpracę z odrzwiami obudowy typoszeregu ŁP. Schemat wzajemnego przylegania odrzwi obudowy ŁP9 i ŁPSp-V32/4/6,4x3,5 przedstawiono na rys. 10, a na rys. 11 – ogólny widok poszerzonego odcinka wyrobiska.



Rys. 10. Poszerzony odcinek wyrobiska przy wykorzystaniu odrzwi obudowy ŁPSp-V32/4
Fig. 10. Widened section of working with the use of arch support steel sets ŁPSp-V32/4

Rys. 11. Poszerzony odcinek wyrobiska przy wykorzystaniu odrzwi obudowy ŁPSp-V32/4
Fig. 11. Widened section of working with the use of arch steel sets ŁPSp-V32/4

6. Wnioski końcowe

1. Przecinki ścianowe wykonywane z typowej obudowy ŁP lub z jej kombinacji stwarzają duże utrudnienia w fazie rozruchu ściany i wymagają dokładnego kasztowania między stropnicą sekcji obudowy zmechanizowanej, a obudową odrzwiową.

2. Odrzwia obudów ŁPrP wykonywane z kształtowników V25 i V29 przez stosowanie małego promienia (R=150 mm) gięcia łuków na przejściu stropu do ociosu, w strefach koncentracji naprężeń lub zaburzeń ulegają utracie stateczności przez wytworzenie w łuku stropnicowym układu trójprzegubowego.
3. Obudowy ŁPKO wykonane z łuków ociosowych z odrzwi obudowy trzyelementowej ŁP mają spłaszczone stropnice oraz nisko osadzone złącze łuku ociosowego ze stropnicowym, co utrudnia rozruch ściany. Przy dużych gabarytach, przy szerokości powyżej 7 m, w praktyce stosowane jest dodatkowo podpieranie odrzwi dodatkowymi stojakami w przekroju przecinki.
4. Obudowy spłaszczone ŁPSp mogą być stosowane w kilku odmianach konstrukcyjnych, jako standardowe, asymetryczne, wzmocnione, przegubowe, niesymetryczne. Kształt i układ łuków pozwala uzyskać wysoką podporność obudowy oraz podatność w złączach z łukami ociosowymi i stropnicowymi przy dużej sztywności złącza łuków stropnicowych, co zapewnia wysoką nośność odrzwi w przypadku utraty stateczności.
5. Zniszczenie obudowy następuje w najsłabszym przekroju łuków stropnicowych, co objawia się jedynie przeginaniem go do przekroju wyrobiska. Rozwiązanie obudowy ŁPSp na bazie czterech łuków i siedmiu strzemion jest zbliżone do obudowy typowej ŁP i nie wymaga stosowania specjalnych akcesoriów czy technologii.
6. W warunkach kopalni PIAST wykonano do tej pory trzy przecinki rozruchowe w odrzwiach obudowy ŁPSp o szerokości 6,4 m i wysokości 3,0 m z kształtownika V32. Uzyskane doświadczenia wskazują, że rozwiązanie obudowy jest korzystne ze względu na:
   - stateczność wyrobiska – nie jest wymagane stosowanie dodatkowego wzmocnienia stojakami w przekroju przecinki,
   - technologię drążenia pozwalającą uzyskać optymalny postęp wykonania przecinki (montaż czterech łuków, siedmiu strzemion dla jednych odrzwi),
   - szybki wjazd sekcji zmechanizowanej do pokładu po demontażu łuków ociosowych i wykonaniu minimalnej wykładki między stropnicą sekcji zmechanizowanej a stropnicami łukowymi obudowy ŁPSp.
7. Obudowa ŁPSp w praktyce może być wykorzystywana do wykonywania poszerzeń w wyrobisku korytarzowym dla umieszczenia w nim urządzeń wielkogabarytowych, jak np. transformatorów czy napędów. W praktyce pozwala to uniknąć potrzeby wykonywania pracochłonnych wnęk, które wymagają dodatkowego wzmacniania.

BIBLIOGRAFIA

1. Polus M.: Obudowa podporowo-kotwowa dla zmiennych warunków górniczo-geologicznych. Konferencja Nowoczesne Technologie Górnicze 2001 – Kotwienie. Ustroń 2001.
2. Nierobisz A.: Obudowa podporowo-kotwowa dla rozcinek rozruchowych ścian – Przykłady zastosowań. Nowoczesne Technologie Górnicze 2006. Seminarium pt. problemy utrzymania wyrobisk korytarzowych. Ustroń 2006.
3. Rak Z., Stasica J., Stopyra M.: Nowe rozwiązania elementów obudowy podporowo-kotwowej na przykładzie przecinek ścianowych w KWK "Wieczorek". Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2006, PAN IGSMiE, Kraków 2004.
4. Katalog obudów łukowych spłaszczonych ŁPSp-V32/4. ETG Sp. z o.o.

Abstract

There are problems and the examples of applications of ŁPSp oblate steel support at Piast coal mine presented. Applied support ŁPSp-V32/4 has a favorable flatten shape an arrange of arch, a high load capacity and also analogous solutions of accessories of ŁP supports . A necessary of construction wooden cast, according to a quality of geometry can provide sometimes to inclination of construction into the direction of long-wall. Another fault of standard beams is usually the need of cutting its down a part. So, this is why, this solution is strictly limited in a case of weak rocks or pressure concentrations in some periods of galleries. Any addicted constructions in those areas lead to limited space of maneuvers of machineries and equipment. There is a standard arch support steel set ŁPSp-V32/4 at the picture presented 6.4 meters width and the range of high 2.8 to 4,4 meters in graduated high –connected in the crown section with three stirrups at the side section. Basic geological condition and mining factors in the beam 209 par XI, V and in the beam 206/1-2 part II are presented and the locations of cross-cut of long-wall panels geological profiles of roof rocks are presented as well. Sections built from the arches profile V25 andV29 using relative small radius R=150 placed on the board roof –side are not stabile. Standard section ŁPKO made from three elements ŁP have flatted crown sections and low positioned stirrups what's make complications with beginning of the long-wall movement. There is necessary with bigger dimensions extra props support (>7meters). There were built three cross-cuts for movement of long-wall at Piast mine in sections ŁPSp in width 6.4 meters and high 3.0 meters from V32 profile. As a positive factors we can shown:

- static of galleries –no any added constructions elements are necessary (like for example props)
- dynamic progress process technology of install sections –with optimal progress of gallery (4 arches with 7 stirrups)
- fast moving on sections to the beam after uninstalling side arches.