

Marek CZOP, P. MALEC  
Politechnika Śląska, Gliwice

## ANALIZA WPŁYWU KSZTAŁTU PRZEKROJU POPRZECZNEGO OSŁONY PODPIERAJĄCEJ ZAWAŁ NA PODPORNOŚĆ SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

**Streszczenie.** Ścianowe obudowy zmechanizowane stanowią jeden z głównych elementów mających wpływ na proces mechanizacji wydobycia węgla kamiennego. Niniejsza praca jest próbą wskazania kierunków zmian w konstrukcji obudów zmechanizowanych poprzez modyfikację kształtu przekrojów poprzecznych osłon podpierających zawał, co w znacznym stopniu obniży koszt ich produkcji.

## ANALYSIS OF AN INFLUENCE OF THE SHAPE OF CROSS SECTION THE COVER SUPPORTING CAVED ROCKS ON SUPPORT OF A MECHANIZED CASING UNIT

**Summary.** The mechanized, wall sections are one of the main elements having influence on the mechanization process of hard coal mining. This work is a trial to show directions of changes in constructing the mechanized casings by modification the shapes of cross sections of the covers supporting caved rocks, which will low the costs of their production to a large extend.

### 1. Wprowadzenie

Ścianowe obudowy zmechanizowane stanowią jeden z głównych elementów mających wpływ na proces mechanizacji wydobycia węgla kamiennego. W dobie koncentracji wydobycia oraz prowadzenia robót eksploatacyjnych na coraz to większych głębokościach, rola obudów zmechanizowanych wzrasta. Zmieniające się warunki górniczo – geologiczne oraz wymagania ruchowe stawiane obudowom zmechanizowanym zmuszają konstruktorów do ciągłych zmian i ulepszeń obudów, aby mogły sprostać stawianym im zadaniom.

Kolejnym aspektem obok technicznego jest aspekt ekonomiczny. Obniżenie kosztów produkcji maszyn i urządzeń dla przemysłu wydobywczego związane jest ze zmniejszeniem zużycia materiałów oraz pracochłonności poprzez odpowiednie zmiany konstrukcyjne.

Obecnie produkowane elementy nośne sekcji obudów stanowią skrzynkowe konstrukcje spawane. Na podstawie analizy mechanizmu zniszczenia spoin elementów nośnych sekcji w trakcie ich eksploatacji dołowej oraz przeprowadzonych badań laboratoryjnych można wysunąć wniosek, że wartość współczynnika bezpieczeństwa pomimo zniszczenia niektórych spoin nośnych osłony jest wyższa od  $n' = 1,5$ . Można więc twierdzić, że osłony podpierające zawał są konstrukcjami „przesztywnionymi”.

Niniejsza praca jest próbą wskazania kierunków zmian w konstrukcji obudów zmechanizowanych poprzez modyfikację kształtu przekrojów poprzecznych osłon podpierających zawał.

## 2. Opis techniczny elementów nośnych sekcji obudowy

Do elementów nośnych sekcji górniczej obudowy zmechanizowanej zaliczamy [7, 9]:

- spągnicę,
- osłonę podpierającą zawał,
- stropnicę.

Elementy te zaprojektowane są jako skrzynkowe konstrukcje spawane o przekrojach zamkniętych lub częściowo otwartych. Z zastosowanej metody projektowania (metoda projektowania na dopuszczalny udźwig) [8, 10] wynika, że spoiny łączące blachy konstrukcji muszą mieć grubość nie mniejszą niż grubość cieńszej z łączonych blach [1, 2]. Ze względu na fakt, że w razie awarii sekcji istnieje zagrożenie życia ludzkiego oraz mogą zostać poniesione duże straty materialne, występujące w elementach sekcji spoiny muszą spełniać wymogi dotyczące konstrukcji klasy. Istnieje więc konstrukcyjne oraz ekonomiczne uzasadnienie ograniczenia ilości spoin nośnych oraz uproszczenia kształtów przekrojów stropnicy, spągnicy i osłony podpierającej zawał.

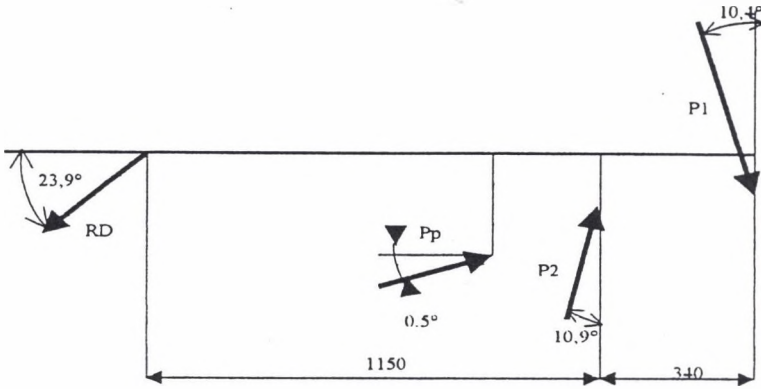
## 3. Przyjęty model statycznego obciążenia sekcji

Do określenia modelu statycznego sekcji posłużono się obliczeniami przeprowadzonymi dla [3] obudowy GLINIK 10/23 POz. Do obliczeń przyjęto model płaski obudowy.

Obliczenia przeprowadzono przyjmując następujące dane liczbowe:

- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| - wysokość podparcia            | $H = 2,0 \text{ m,}$        |
| - współczynniki tarcia          | $\mu = 0,00,$               |
| - ciśnienie robocze w stojakach | $2 \times 2650 \text{ kN.}$ |

Na rys. 1 przedstawiono schemat obciążenia osłony podpierającej zawał.



Rys.1. Schemat obciążenia osłony podpierającej zawał  
Fig.1. A diagram of load of the cover supporting caved rocks

Obciążenie czynne osłony stanowią: siła oddziaływania siłownika umieszczonego między osłoną a stropnicą  $\overline{P_p}$ , siły w przegubie łączącym stropnicę z osłoną  $\overline{RD_x}$  i  $\overline{RD_y}$  oraz siły w przegubach lemniskatowych  $\overline{P_1}$  i  $\overline{P_2}$ . Wartości i kierunki tych sił działających na osłonę zależą od wysokości sekcji i przyjętego współczynnika tarcia.

#### 4. Modelowanie wartości współczynnika bezpieczeństwa $n'$

Analiza wartości współczynnika bezpieczeństwa osłony podpierającej zawał przeprowadzona na podstawie obliczeń statycznych zawartych w pracy [3]. Wartość momentu zginającego  $M_g$  oraz momentu skręcającego  $M_s$  przyjęto na podstawie obliczeń przedstawionych w pracy [3]. Wartości momentu skręcającego wyznacza się w sposób teoretyczny ze względu na przyjęty płaski układ sił. Wartości granicznego momentu zginającego oraz granicznego momentu skręcającego wyznaczano na podstawie wzorów [11]:

$$\begin{aligned} M_g &= W_g \times R_c \\ M_s &= W_s \times R_c \end{aligned}$$

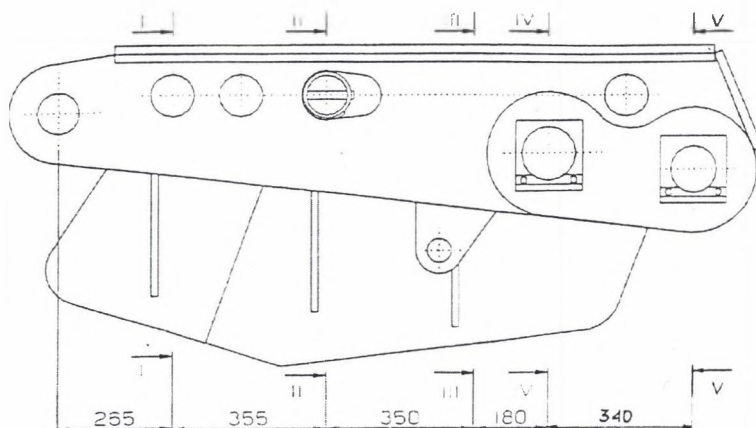
Wartości wskaźników zginania plastycznego oraz skręcania plastycznego zestawiono w tablicy 1.

Wskaźniki skręcania plastycznego przekrojów wyznaczano w oparciu o analogię Nadaia [11]. Wyznaczone dla wszystkich wariantów wartości liczbowe momentów granicznych

zestawiono w tabelicy 1. Współczynniki bezpieczeństwa w poszczególnych wariantach obliczono na podstawie wzoru:

$$n' = \frac{1}{\left( \frac{M_{\sigma_{\max}}}{0,95 \cdot M_{\sigma_{\max}}} \right)^2 + \left( \frac{M_{s_{\max}}}{0,95 \cdot \psi \cdot M_{s_{\max}}} \right)^2}$$

Lokalizację przekrojów poprzecznych osłony pokazano na rys.2.



Rys. 2. Lokalizacja poprzecznych przekrojów osłony  
Fig. 2. Location of sections of the cover

Warianty zróżnicowania obliczeń uzależniono od wprowadzonych zmian w istniejących przekrojach osłony, polegających na:

- „otwarciu” przekrojów I, II, III, IV, V w bocznych blachach poprzecznych płaszcza dolnego,
- „otwarciu” przekrojów I, II, III, IV, V w środkowej blasze płaszcza dolnego,
- zmniejszeniu grubości podłużnych pionowych blach usztywniających osłonę.

Dobór przekrojów, w których zaproponowano zmiany konstrukcyjne, przeprowadzono na podstawie analizy wartości współczynnika bezpieczeństwa w pracy [3]. Wartości te zamykały się w przedziale od 1,60 do 3,05, były więc wyższe od wartości  $n' = 1,5$ , zalecanej przez [5, 6].

## 5. Proponowana zmiana kształtu przekrojów osłony podpierającej zawal

Wyniki obliczeń wartości współczynnika bezpieczeństwa odniesionego do granicy plastyczności  $n'$  dla poszczególnych wariantów zaproponowanych w poprzednim rozdziale pracy, opartych na zmianie kształtów przekrojów poprzecznych osłony, przedstawiono

w tabeli 1. Przedstawione w niej warianty od 1 do 6 odwzorowują zmiany kształtu przekrojów poprzecznych osłony podpierającej zawał i tak:

- **wariant pierwszy** - osłona bez zmian konstrukcyjnych,
- **wariant drugi** - osłona z wyciętymi otworami w bocznych blachach poprzecznych płaszcza dolnego,
- **wariant trzeci** - osłona z usuniętymi blachami bocznymi płaszcza dolnego,
- **wariant czwarty** - osłona z usuniętymi blachami bocznymi płaszcza dolnego oraz z wyciętym otworem w blasze środkowej płaszcza dolnego,
- **wariant piąty** - osłona z usuniętym płaszczem dolnym,
- **wariant szósty** - osłona z usuniętym płaszczem dolnym oraz ze zmniejszoną grubością podłużnych blach nośnych w pasach środkowych.

Z wartości współczynników bezpieczeństwa zamieszczonych w tabeli 8.1 wynika, że istniejąca konstrukcja jest ustrojem przeszywnionym (współczynnik bezpieczeństwa  $n'$  od 1,6 do 3,05). Zmiany konstrukcyjne, idące w kierunku „otworzenia” przekrojów skrzynkowych poprzez wykonanie otworów w blachach płaszczy dolnych osłony bądź też całkowite usunięcie tych blach, pozwalają na uzyskanie konstrukcji o własnościach wytrzymałościowych zalecanych przez [23] ( $n' > 1,5$ ). Zmiany konstrukcyjne idące w kierunku zmniejszenia grubości pionowych blach nośnych nie pozwalają na uzyskanie konstrukcji o wartości współczynnika bezpieczeństwa  $n' > 1,5$ .

Tabela 1

Wartości współczynników bezpieczeństwa obliczonych dla proponowanych wariantów przekrojów

| W<br>A<br>R<br>I<br>A<br>N<br>T | P R Z E K R O J                    |                                    |      |                                    |                                    |      |                                    |                                    |      |                                    |                                    |      |                                    |                                    |      |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|------------------------------------|------------------------------------|------|------------------------------------|------------------------------------|------|------------------------------------|------------------------------------|------|------------------------------------|------------------------------------|------|
|                                 | I - I                              |                                    |      | II - II                            |                                    |      | III - III                          |                                    |      | IV - IV                            |                                    |      | V - V                              |                                    |      |
|                                 | W <sub>sc</sub>                    | W <sub>gc</sub>                    | n'   | W <sub>sc</sub>                    | W <sub>gc</sub>                    | n'   | W <sub>sc</sub>                    | W <sub>gc</sub>                    | n'   | W <sub>sc</sub>                    | W <sub>gc</sub>                    | n'   | W <sub>sc</sub>                    | W <sub>gc</sub>                    | n'   |
|                                 | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> |      | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> |      | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> |      | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> |      | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> | 10 <sup>-3</sup><br>m <sup>3</sup> |      |
| 1.                              | 7,90                               | 14,07                              | 3,05 | 8,40                               | 13,65                              | 3,23 | 10,80                              | 17,28                              | 3,26 | 4,90                               | 17,57                              | 1,69 | 3,70                               | 14,74                              | 1,60 |
| 2.                              | 7,84                               | 13,63                              | 3,03 | 8,34                               | 13,23                              | 3,19 | 10,70                              | 12,50                              | 2,70 | 4,84                               | 14,39                              | 1,60 | 3,64                               | 14,51                              | 1,58 |
| 3.                              | 7,78                               | 12,80                              | 3,00 | 8,28                               | 12,74                              | 3,14 | 10,66                              | 17,22                              | 3,24 | 4,76                               | 14,49                              | 1,58 | 3,56                               | 14,46                              | 1,54 |
| 4.                              | 7,74                               | 12,47                              | 2,98 | 8,24                               | 12,23                              | 3,09 | 10,64                              | 15,52                              | 3,06 | 4,72                               | 13,64                              | 1,55 | 3,52                               | 13,64                              | 1,53 |
| 5.                              | 7,70                               | 11,91                              | 2,96 | 8,20                               | 11,40                              | 3,02 | 10,60                              | 14,61                              | 2,96 | 4,70                               | 12,74                              | 1,51 | 3,50                               | 12,74                              | 1,52 |
| 6.                              | 7,56                               | 10,90                              | 2,89 | 8,02                               | 10,43                              | 2,89 | 10,16                              | 8,41                               | 1,99 | 4,38                               | 11,66                              | 1,40 | 3,10                               | 12,35                              | 1,34 |

## 6. Propozycje zmian konstrukcji osłony podpierającej zawał

Zaproponowane „odchudzenia” konstrukcji osłony podpierającej zawał w wariantach od 2 do 6 nie przedstawiają konkretnych zmian konstrukcji osłony. Stanowią one jedynie wskazówkę dla konstruktora, w jakim kierunku te zmiany powinny przebiegać. Stanowią podstawę, popartą obliczeniami, do przeprowadzenia konkretnych zmian konstrukcyjnych. Należy jednak stwierdzić, że zmiany takie wymagają analizy technologii produkcji osłony, np. wymagają doboru nowych warunków oraz parametrów spawania blach.

## 7. Wnioski

- Z przeprowadzonych w pracy obliczeń wynika, że osłona podpierająca zawał obudowy GLINIK 10/23 POz jest obiektem przesztywnionym, co stanowi argument do zmiany jej konstrukcji.
- Przeprowadzone w pracy obliczenia wskazują kierunek, w którym powinny zmierzać zmiany konstrukcyjne, mające na celu „odchudzenie” osłony w niektórych jej przekrojach.
- Zamiana przekrojów skrzynkowych zamkniętych na przekroje otwarte osłony podpierającej zawał prowadzi do otrzymania obiektu o stałej wytrzymałości, przy zachowaniu dopuszczalnej przez [13] wartości współczynnika bezpieczeństwa  $n' = 1,5$ .
- Zmiany konstrukcyjne, mające na celu „odchudzenie” osłony podpierającej zawał, powinny przebiegać w kierunku wykonania otworów w blachach płaszczy dolnych lub całkowitego usunięcia tych blach.
- Zmniejszenie grubości podłużnych blach nośnych osłony prowadzi do uzyskania konstrukcji o współczynniku bezpieczeństwa  $n' < 1,5$ , co jest niezgodne z [13].

## LITERATURA

1. Czop M.: Metoda wytrzymałościowego sprawdzania poprawności połączeń spawanych elementów nośnych górniczych obudów zmechanizowanych. Praca doktorska. Politechnika Śląska. Gliwice 1986
2. Czop M.: Dobór wymiarów spoin w elementach nośnych obudów zmechanizowanych. Materiały konferencyjne. Tarnowskie Góry FAZOS 1986
3. Dąbrowski J.: Wpływ mechanizmu zniszczenia połączeń spawanych blach na nośność sekcji. Praca inżynierska. Gliwice 1999
4. Praca zbiorowa: Zalecenia Instytutu Spawalnictwa. W-68/IS-02. Instytut Spawalnictwa. Gliwice 1968

5. Praca zbiorowa: Warunki techniczne projektowania, wykonania i odbioru złączy spawanych w obiektach, urządzeniach i maszynach górniczych." M.G. i E. Katowice 1982
6. Praca zbiorowa: Wytyczne doboru klas złączy spawanych w maszynach i urządzeniach górniczych. CMG KOMAG. Gliwice 1981
7. Smużyński J.: Obudowy zmechanizowane. Śląskie Wydawnictwo Techniczne. Katowice 1993
8. Szuścik W.: Badania nad wytrzymałościowym projektowaniem i zakresem stosowania ścianowych obudów zmechanizowanych." Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo, Gliwice 1976
9. Szuścik W.: System wytrzymałościowego projektowania ścianowych obudów zmechanizowanych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z.95. Gliwice 1979
10. Szuścik W.: Laboratoryjna metoda wyznaczania obciążeń granicznych osłon podpierających zawał. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z.110. Gliwice 1981
11. Szuścik W., Kuczyński J.: Wytrzymałość materiałów – cz. II. Skrypty uczelniane nr 1919. Politechnika Śląska. Gliwice 1996
12. Szweda S.: Nośność elementów płytowych obudów podporowo - osłonowych. Praca doktorska. Gliwice 1981
13. Wytyczne konstruowania obudów zmechanizowanych i ich badań niezbędnych dla dopuszczenia do prób eksploatacyjnych i powszechnego stosowania. M.P. i H. Warszawa 1993

Recenzent: Prof.dr inż. Zbigniew Korecki

## Abstract

The mechanized, wall sections are one of the main elements having influence on the mechanization process of hard coal mining. This work is a trial to show directions of changes in constructing the mechanized casings by modification the shapes of cross sections of the covers supporting caved rocks, which will low the costs of their production to a large extend. Modernization of the cover construction will simplify the technological process of making it.