ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1977

Seria: GÓRNICTWO z. 83 Nr kol. 551

Walery SZUŚCIK
Kazimierz KOŚLACZ

PROJEKTOWANIE STROPNIC TYPU BELKOWEGO OBUDÓW ZMECHANIZOWANYCH

Streszczenie. Praca stanowi podsumowanie problematyki projektowania stropnic typu belkowego obudów zmechanizowanych. Zagadnienie to zostało rozwiązane metodą nośności granicznej (metoda projektowania na dopuszczalne naprężenie nie prowadzi do poprawnego rozwiązania).

1. Wprowadzenie

Zadaniem obudowy wyrobisk górniczych jest zabezpieczenie przestrzeni roboczej przed zawałem skał stropowych do wyrobiska.

W wyrobiskach ścianowych stosowane są w coraz szerszym zakresie obudowy zmechanizowane różnych typów ze stropnicami typu belkowego bądź płytowego.

Powszechnie stosowaną metodą projektowania stropnic obudów zmechanizowanych była metoda projektowania na dopuszczalne naprężenie.

Projektowanie stropnic obudów zmechanizowanych metodą nośności granicznej nie jest jeszcze (w oparciu o rozeznanie autorów) dostatecznie wdrożone do praktyki projektowej. Jednakże stosowanie tej metody staje się koniecznością, gdyż projektowanie metodą na dopuszczalne naprężenie powoduje zbyt duże przewymiarowanie konstrukcji.

Projektowanie stropnic obudów zmechanizowanych metodą nośności granicznej przyczyni się także do zwiększenia bezpieczeństwa pracy górnika, a także wpłynie na zmniejszenie przestojów ruchowych i zużycia materiału konstrukcyjnego.

Rozwiązanie tak ważnego problemu podjęto na bazie wcześniejszych prac, między innymi: [16,17,18,19,20].

2. Określenie obciążenia stropnic obudów zmechanizowanych

Zagadnienie określenia nacisków górotworu na poszczególne elementy sekcji obudowy zmechanizowanej ma zasadnicze znaczenie dla poprawnego projektowania poszczególnych elementów obudowy.

Zagadnienie to można rozdzielić na dwa jakościowo różne zadania. Jedno związane jest z określeniem kryteriów, jakie winna spełniać obudowa, aby

przy określonym systemie eksploatacji i danych warunkach geologicznych zapewnić bezpieczną i bezawaryjną pracę. Zagadnienie to szczegółowo omawiane jest między innymi w pracach [11,12,13,14].

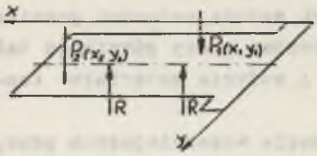
Drugim bardzo ważnym problemem jest określenie możliwych obciążeń nacisków górotworu na obudowę podczas konkretnych warunków pracy. Przez normalne warunki pracy należy rozumieć taki przypadek obciążenia obudowy, kiedy podporność stojaka jest równa jego podporności roboczej.

Warunki, jakie winna spełniać obudowa zmechanizowana w warunkach występowania tąpań, szczegółowo przedstawiono w pracach: [14,21]; do obliczeń wytrzymałościowych stropnic i stojaków należy przyjmować maksymalne wartości sił występujące w stojakach w momencie tąpnięcia oraz konstrukcję obudowy uczynić taką, aby po gwałtownym obciążeniu możliwie szybko i w maksymalnym stopniu wracała do pierwotnych wymiarów [14]. Analizę wytrzymałościową stojaków hydraulicznych obudów zmechanizowanych przedstawiono w pracach: [22,23].

Obciążenie stropnic obudów zmechanizowanych jest rozłożone w sposób nierównomierny na ich powierzchni.

Z uwagi na to, że ze wszystkich sił działających na obudowę znamy tylko wartości sił w stojakach, przeto jednoznaczne odwzorowanie nacisku górotworu jest niemożliwe, gdyż istnieje wiele wariantów obciążenia wywołujących takie same siły w stojakach.

Obciążenie górotworu nie rozkłada się na całej powierzchni stropnic, gdyż strop nie jest idealnie płaski, a także dlatego, że pomiędzy stropem a stropnicą prawie zawsze znajdują się odłamki skalne. Tak więc obciążenie stropnicy górotworem można zamodelować przy pomocy sił skupionych. Ponieważ rozkład sił od nacisku górotworu jest nieznany, do obciążenia stropnic należy dojść od znanych podporności stojaków [1,2,4,8,9,15] i przeanalizować wszystkie możliwe obciążenia.

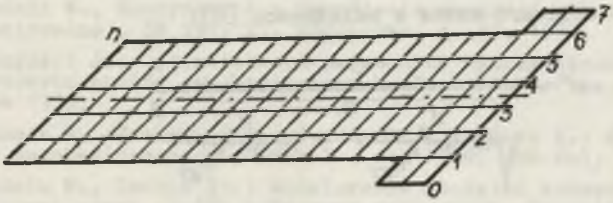


Rys. 1. Schemat statyczny stropnicy:
R - podporność stojaka, P_2, x_2, y_2 - wielkości niewiadome, P_1, x_1, y_1 - wielkości przyjęte jako znane zmienne

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowo schemat statyczny stropnicy jednoczłonowej [4,8]. Ponieważ współrzędne x_1, y_1 siły P_1 przyjęto jako (zmienne) znane, stropnicę należy pokryć siatką jak to pokazano na rys. 2.

Tak więc siła P_1 może występować tylko w punktach siatki od 0 ÷ n. Stosując warunki równowagi dla schematu statycznego stropnicy (rys. 1) oraz przyjmując różne wielkości siły P_1 otrzymamy niewiadome P_2, x_2, y_2. W przypadku stropnic płytowych należy postąpić podobnie jak to podano w pracach [1,2,3], natomiast dla stropnic dwu- i wieloczłonowych typu belkowego - tak jak podano w pracy [9]. Po wyznaczeniu wielkości P_2, x_2, y_2 należy wyznaczyć zasięg wpływu siły P_2 przy danych wartościach P_1 [1,2,3].

Znając wartości P_2, x_2, y_2 obliczamy wartości M_g i M_s dla poszczególnych punktów siatki stropnicy i sporządzamy wykresy maksymalnie możliwych wartości M_g i M_s.



Rys. 2. Siatka stropnicy

3. Obliczenie wielkości statycznych przekrojów stropnicy

Sposób obliczenia wielkości statycznych przekrojów stropnicy podano ze szczególnym uwzględnieniem wpływu grubości spawów, przy obliczaniu wskaźnika skręcania plastycznego (dla stropnic typu belkowego - [4,8,9], a dla stropnic typu płytowego - [1,3]).

4. Określenie obciążenia zastępczego

W belkach, których długość jest większa od pięciu wymiarów poprzecznych (co zachodzi dla stropnic belkowych) występuje praktycznie tylko przypadek tzw. małej siły poprzecznej [10], której wpływ na wartość granicznego momentu zginającego wynosi co najwyżej 5% [8,9,18]. Ostatecznie łączny wpływ na wartość momentu zginającego granicznego wyrazi się zależnością [8,9]:

$$M_g = 0{,}95\sqrt{1 - \left(\frac{M_s}{M_{s_{gr}}}\right)^2}\; M_{g_{gr}} ,$$

gdzie:

M_s - moment skręcający,

$M_{s_{gr}}$ - moment skręcający graniczny przekroju,

$M_{g_{gr}}$ - moment zginający graniczny przekroju,

M_g - zastępczy moment zginający.

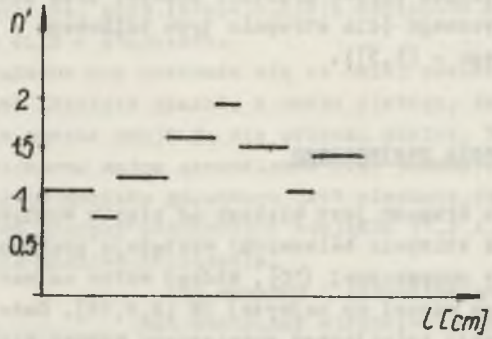
5. Obliczenie współczynnika bezpieczeństwa odniesionego do granicy plastyczności stropnic belkowych

Mając obliczone wielkości wewnętrzne M_g i M_s oraz dane wskaźniki zginania i skręcania plastycznego dla rozpatrywanego przekroju współczynnik bezpieczeństwa n obliczyć można z zależności [8]:

$$n' = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{M_g}{0,95\, M_{g_{gr}}}\right)^2 + \left(\frac{M_s}{0,95\, M_{s_{gr}}}\right)^2}}$$

Podstawiając do powyższego wzoru wartości M_s, M_g oraz $M_{g_{gr}}$ i $M_{s_{gr}}$ dla poszczególnych przekrojów stropnicy otrzymamy rozkład wielkości współczynnika bezpieczeństwa n' na całej długości stropnicy (rys. 3).

Obliczone współczynniki n' dla poszczególnych przekrojów stropnicy winny być nie mniejsze niż 1,5.



Rys. 3. Wykres współczynnika bezpieczeństwa n

6. Dostosowanie stropnic do warunków występowania tąpań

Stropnice obudów zmechanizowanych w warunkach występowania tąpań winny być projektowane w ten sam sposób jak dla warunków normalnych, z tym że do obliczeń należy przyjmować maksymalne wartości sił występujące w stojakach w momencie tąpnięcia (zachowując współczynnik bezpieczeństwa odniesiony do granicy plastyczności n' = 1,5) [14].

Bardzo ważnym zagadnieniem jest utrzymanie kontaktu obudowy ze stropem (powrót do prawie pierwotnego położenia), gdyż jego utrata grozi wywróceniem całej sekcji obudowy.

Sposoby realizacji utrzymania kontaktu obudowy ze stropem podane są w pracach: [14,24,25,26].

LITERATURA

[1] Szuścik W., Kuczyński J., Bąk J., Koślacz K.: Obliczenia i badania wytrzymałościowe stopnic zmechanizowanej obudowy ścianowej "KRAB",IMG Pol. Śląska, Gliwice 1971-1973.

[2] Szuścik W., Kuczyński J.: Określenie obciążeń stropnic obudowy zmechanizowanej, ZN.Pol. Śl. Górnictwo, z. 52, 1972.

[3] Kuczyński J.: Optymalizacja parametrów wytrzymałościowych, stropnic płytowych obudów zmechanizowanych. Praca doktorska, Pol. Śląska, Gliwice 1976.

[4] Szuścik W., Kuczyński J., Szewda St., Koślacz K.: Doskonalenie obudów zmechanizowanych - Etap I - rok 1976, IMG.Pol. Śl., Gliwice 1976.

[5] Szuścik W., Szweda St.: Modelowanie obciążeń stropnic i osłon podpierających zawał obudów podporowo osłonowych. Materiały XVI Sympozjum - Modelowanie w mechanice, Gliwice-Wisła, marzec 1977.

[6] Szuścik W.: Obciążenie graniczne przy ogólnym nierównomiernym zginaniu i ściskaniu (rozciąganiu) belek,ZN.Pol. Śl. Górnictwo 5, 1963.

[7] Szuścik W.: Stan graniczny profilów stalowej obudowy górniczej, Gliwice 1962, Biblioteka Pol. Śl.

[8] Szuścik W., Koślacz K., Bąk J.: Obliczanie współczynnika bezpieczeństwa odniesionego do granicy plastyczności n', przy projektowaniu stropnic typu belkowego obudów zmechanizowanych. Materiały XVI Sympozjum "Modelowanie w mechanice" Gliwice-Wisła, marzec 1977.

[9] Szuściuk W.: "Projektowanie stropnic i spągnic obudów zmechanizowanych typu belkowego", ZN Pol. Śl. Górnictwo z. 59, 1974.

[10] Szuścik W., Kuczyński J.: Wytrzymałość materiałów (Mechanika ciała odkształcalnego i rzeczywistego), Wyd. II, Gliwice 1973. Pol. Śl., Gliwice.

[11] Biliński A.: Kryteria doboru obudowy dla scian zawałowych.Prace GIG, Katowice 1976.

[12] Chudek M., Pach A.: Badania nad określeniem udziału obudowy zmechanizowanej w procesie kierowania stropem. ZN.Pol. Śl. Górnictwo,z.64, 1964.

[13] Konopko W.: Wpływ podporności obudowy na strop bezpośredni w ścianach zawałowych. Prace GIG, Katowice 1971.

[14] Szuścik W., Zastawny E.: Dostosowanie konstrukcji obudów zmechanizowanych do warunków występowania tąpań. Referaty - IV Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu, Wisła-Jawornik, luty 1977.

[15] Biliński A., Perkowski W., Szuścik W.: Analiza pracy obudowy stalowo-członowej w ścianach zawałowych. Komunikat 343, Prace GIG, Katowice 1964.

[16] Szuścik W.: Plastyczne zginanie płaskie belek z materiału o niesymetrycznej wytrzymałości. ZN Pol. Śl. Górnictwo 12, Gliwice 1959.

[17] Szuścik W.: Moment graniczny przy ogólnym zginaniu belek z materiału o niesymetrycznej wytrzymałości. ZN.Pol. Śl. Górnictwo z. 2, Gliwice 1959.

[18] Szuścik W.: Obciążenie graniczne przy ogólnym nierównomiernym zginaniu i ściskaniu (rozciąganiu) belek. ZN Pol. Śl. Górnictwo z. 5, Gliwice 1963.

[19] Szuścik W.: Obciążenie graniczne przy mimośrodowym rozciąganiu i ściskaniu belek. ZN.Pol. Śl. Górnictwo z. 4, Gliwice 1962.

[20] Szuścik W.: Stan graniczny profilów stalowej obudowy górniczej. Praca doktorska, Gliwice 1962, Biblioteka Pol. Śl.

[21] Borecki M., Chudek M., Olaszowski W., Pach A.: Kryteria i warunki współpracy obudowy z górotworem w pokładach skłonnych do tąpań.Przegląd Górniczy nr 4, 1972.

[22] Szuścik W., Szweda St.: Wpływ długości stojaków hydraulicznych na ich wytrzymałość. ZN Pol. Śl. Górnictwo z.72, 1976.

[23] Praca zbiorowa: Ekspertyza obliczeniowa stojaka hydraulicznego obudowy licencyjnej FAZOS, IMG. Gliwice 1975.

[24] Osuch A.: Kompleks ścianowy dla pokładów tąpiących. Mechanizacja i automatyzacja górnictwa 6/67.

[25] Romanowicz S.: Wpływ niektórych parametrów konstrukcyjnych stojaka hydraulicznego na pracę obudowy górniczej w pokładach tąpiących. Praca doktorska. Politechnika Śląska 1976.

[26] Goliacz T., Piwowarski W., Graca L., Bursig J.: Usprawnienie obudowy hydraulicznej dla ścian w pokładach tąpiących. Wiadomości Górnicze 2/73.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРХНЯКОВ ВАЛОЧНОГО ТИПА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

Р е з ю м е

В работе излагаются итоги проблематики проектирования верхняков балочного типа механизированных крепей. Эта проблема была решена методом предельной несущей способностью (метод проектирования допускаемого напряжения ведёт к положительному решению).

DESIGNING BEAM-TYPE ROOF BARS FOR MECHANISED LININGS

S u m m a r y

The paper recapitulates problems connected with beam-type roof bars for mechanised linings. The issue has been solved by applying the limit loads method. Designing for maximum permissible stress fails to satisfy correct solutions.