

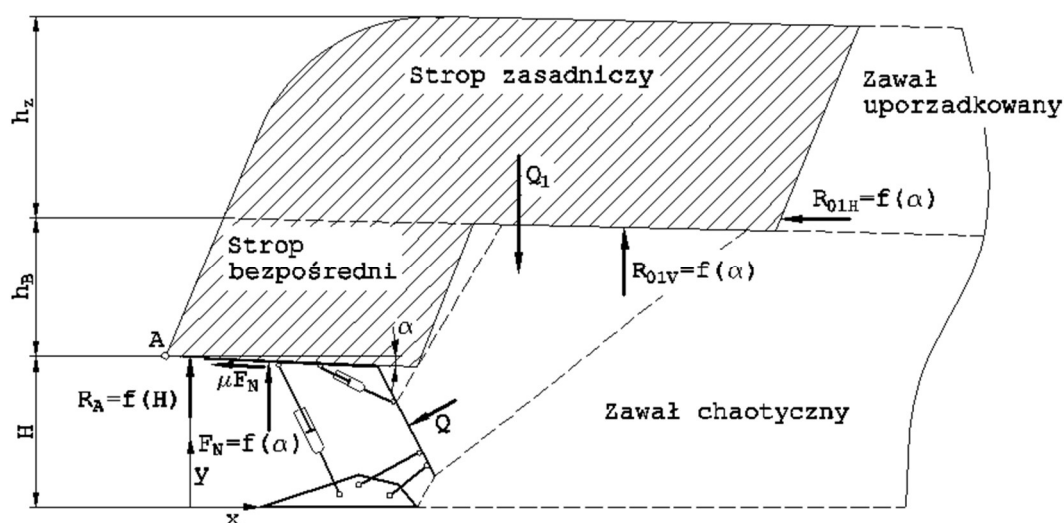
23

SYMULACJA WPŁYWU OBCIĄŻENIA OSŁONY ODZAWAŁOWEJ NA PODPORNÓŚĆ SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

23.1 WSTĘP

Osłona odzawałowa jest elementem sekcji obudowy zmechanizowanej odgradzającym wyrobisko od zrobów i przejmującym nacisk rumowiska zawałowego. Wyznaczenie nacisku skał tworzących zawał na osłonę odzawałową jest problemem bardzo istotnym zarówno w aspekcie ustalenia podporności sekcji w warunkach danej ściany, jak i określenia obciążenia zewnętrznego osłony, które należy uwzględnić na etapie projektowania tego elementu.

Wypadkową nacisku zawału na osłonę odzawałową wyznaczono traktując jej obciążenie jako parcie gruntu na ścianę [3, 4]. W porównaniu z metodą obliczania obciążenia osłony przedstawioną w pracy [5], w której obciążenie to wyliczane jest jako osobna siła, w metodzie przedstawionej w artykule istotne novum stanowi uwzględnienie przy wyznaczaniu tego obciążenia wszystkich sił w układzie sekcja obudowy zmechanizowanej – górotwór (rys. 23.1).

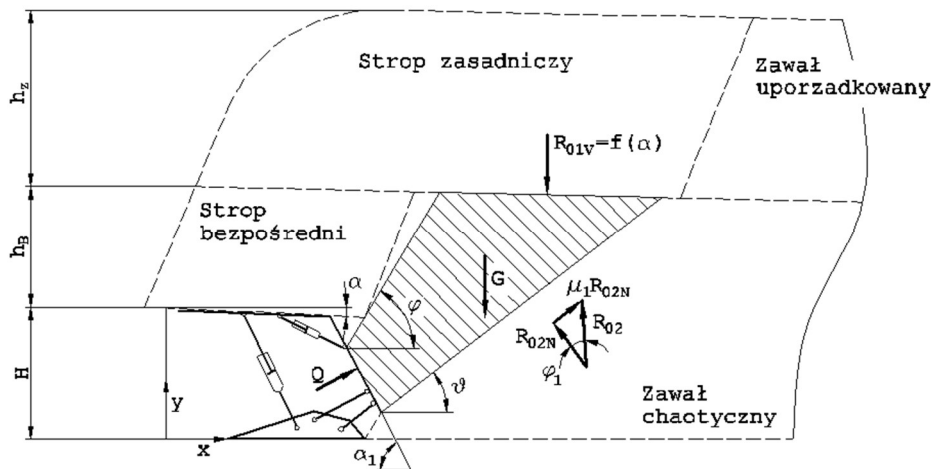


Rys. 23.1 Model obciążenia sekcji obudowy zmechanizowanej w wyrobisku ściany zawałowej

Źródło: [4]

Wyznaczenie obciążenia działającego na osłonę odzawałową od strony zrobów wymaga określenia objętości rumowiska skalnego, które oddziałuje na sekcję obudowy zmechanizowanej. Objętość ta zależy od warunków geologiczno-górnictwowych, dla których przyjmuje się określony kształt bryły górotworu oddziałującej na sekcję obudowy.

Przyjęto, że skały oddziałujące na osłonę odzawałową mieszczą się między powierzchnią czołową usytuowaną pod kątem naturalnego usypu φ , płaszczyzną poślizgu nachyloną pod kątem ϑ , osłoną odzawałową i stropem zasadniczym (rys. 23.2).



Rys. 23.2 Uproszczony schemat układu sił związany z obciążeniem osłony odzawałowej sekcji obudowy zmechanizowanej skałami zawału

Źródło: [4]

Przy przyjęciu najbardziej niekorzystnych warunków obciążenia osłony odzawałowej, płaszczyzna czołowa może przechodzić przez miejsce geometryczne wyznaczające rozpiętość stropu bezpośredniego. Zgodnie z zasadą przyjętą w pracy [6], drugą płaszczyzną oddzielającą skały zawałowe oddziałujące na osłonę odzawałową od pozostałej części zawału, jest płaszczyzna poślizgu, przechodząca przez dolną krawędź osłony odzawałowej. Jest ona nachylona pod kątem ϑ , przy którym wartość wypadkowej nacisku zrobów Q na osłonę odzawałową sekcji obudowy zmechanizowanej jest maksymalna. Płaszczyzna ta, w zależności od wartości tego kąta, przecina się z płaszczyzną poprowadzoną na granicy stropu zasadniczego lub stropu samonośnego, wyznaczając rozpiętość skał obciążających osłonę. Ciężar skał działających na osłonę sekcji obudowy ustala się na podstawie objętości bryły, ograniczonej przez poszczególne płaszczyzny i położenie osłony, z uwzględnieniem podziałki sekcji obudowy zmechanizowanej i gęstości usypowej skał tworzących zawał.

Siłę tarcia pomiędzy skałami zawału chaotycznego a osłoną odzawałową pominięto, ze względu na fakt, że siła tarcia wynikająca ze zsuwania się skał po osłonie ma zwrot skierowany w stronę dolnej krawędzi osłony, a ruch płaski osłony,

będący wynikiem konwergencji wyrobiska, powoduje powstanie siły tarcia o zwrocie przeciwnym.

Na wartość nacisku na osłonę odzawałową, oprócz ciężaru rumowiska skalnego, istotny wpływ ma podporność zrobów R_{01V} , która wpływa także na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej w warunkach danej ściany [4].

23.2 CHARAKTERYSTYKI PODPORNOCIOWE SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ OBCIĄŻONEJ I NIEOBCIĄŻONEJ GRUZEM ZAWAŁOWYM [4]

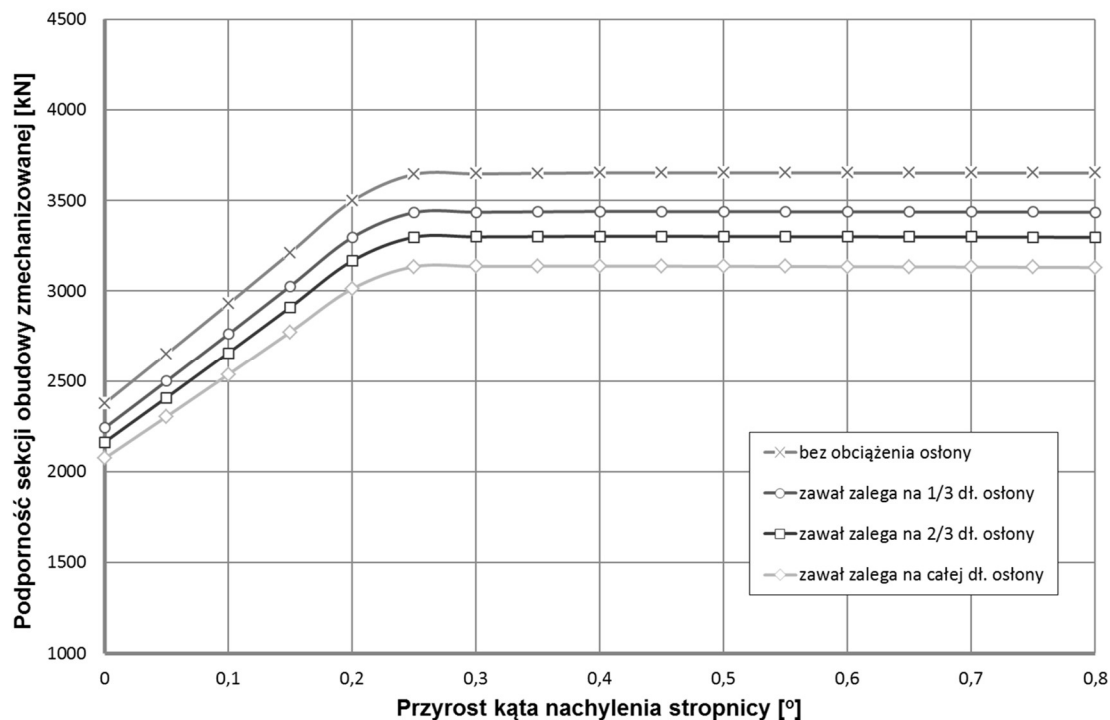
W artykule wyznaczono i przeanalizowano charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej, o zakresie użytkowania (1,0-1,6) metra, dla przypadków obciążenia i braku obciążenia osłony odzawałowej rumowiskiem zawałowym. Dla sekcji obudowy obciążonej skałami zawału założono równomierny rozkład nacisku na długości kontaktu skał z osłoną odzawałową. Symulację przeprowadzono dla stropu kruchego, przy stałej rozpiętości stropu bezpośredniego i różnej długości zalegania gruzowiska zawałowego na osłonie odzawałowej, dla trzech wysokości pracy sekcji. Do symulacji wykorzystano uogólniony model sekcji obudowy zmechanizowanej [2, 4] i metodę przedstawioną w pracy [4], która uwzględnia wpływ przyrostu siły w stojakach w zależności od przyrostu kąta nachylenia stropnicy. Analizę przeprowadzono dla podporności wstępnej równej 65% podporności roboczej, przyjmując zastępczą wartość współczynnika określającego stosunek modułów sprężystości cieczy zapowietrzanej do niezapowietrzanej: b_c równą 0,5. Wartość ta uwzględnia tylko zapowietrzenie medium roboczego, pomijając podatność rumoszu skalnego znajdującego się na stropnicy i/lub pod spągnicą sekcji obudowy zmechanizowanej.

W pierwszej kolejności wyznaczono charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej dla następujących przypadków:

- osłona odzawałowa sekcji obudowy zmechanizowanej nie jest obciążona rumowiskiem zawałowym,
- obciążenia osłony odzawałowej rumowiskiem zawałowym zalegającym prawie na całej długości osłony odzawałowej,
- rumowisko skalne zalega na długości około 2/3 i 1/3 osłony odzawałowej mierzonej od dolnego końca osłony.

Na rysunku 23.3 przedstawiono charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej XXX-095/17-POz przy różnej długości obciążenia osłony odzawałowej gruzem zawałowym przy wysokości ściany 1,3 m. Przeprowadzona analiza dowodzi, że obciążenie osłony w istotny sposób wpływa na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej.

Obciążenie osłony odzawałowej sprawia, że przy tej samej wartości ciśnienia medium roboczego w momencie zakończenia rozpierania sekcji uzyskuje się różną podporność wstępną sekcji.



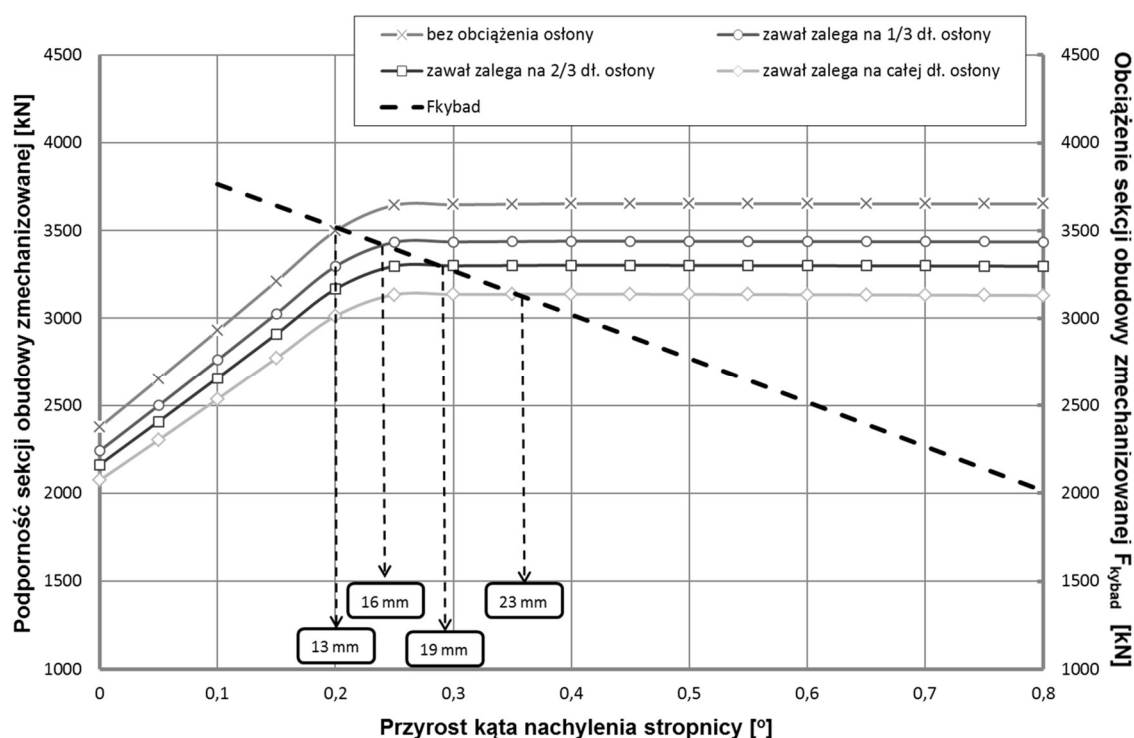
Rys. 23.3 Charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej XXX-095/17-POz przy różnym obciążeniu osłony odzawałowej

Źródło: [4]

Zatem przy tej samej podporności wstępnej stojaków podporność wstępna sekcji jest różna, co istotnie wpływa na położenie charakterystyki podpornościowej sekcji. W konsekwencji stan równowagi stropowej bryły górotworu uzyskuje się przy większej konwergencji wyrobiska, co może wpłynąć na stan utrzymania stropu wyrobiska ścianowego. W przypadku warunków geologiczno-górnich ściany, dla której wyznaczono wartość średnią wskaźnika sztywności kontaktu stropowej bryły górotworu ze skałami tworzącymi zawał uporządkowany \bar{k}_{R01H} [4], obciążenie osłony odzawałowej na 1/3 długości osłony powoduje zwiększenie konwergencji wyrobiska, przy której uzyskuje się stan równowagi stropowej bryły górotworu o około 23%. W miejscu podparcia stropnicy stojakami konwergencja zwiększa się z 13 do 16 mm (rys. 23.4). Linia kreskową przedstawiono prostą, która jest fragmentem krzywej reakcji górotworu, odpowiadającym warunkom umocnienia stropowej bryły górotworu wskutek występowania składowej poziomej reakcji zrobów R_{01H} [4].

W najniekorzystniejszym przypadku obciążenia rumowiskiem zawałowym (osłona ma kontakt ze skałami zawałowymi na całej długości) podporność robocza sekcji, w porównaniu z sekcją obudowy nieobciążoną rumowiskiem zawałowym maleje o około 15%. Pozostałe dwie charakterystyki potwierdzają fakt, że wzrost długości kontaktu osłony z gruzem zawałowym powoduje zmniejszenie podporności sekcji obudowy, przy czym podporność robocza osiągnięta jest przy tym samym przyroście kąta nachylenia stropowej bryły górotworu (około 0,25°,

rys. 23.4). Mniejsza podporność sekcji obudowy spowodowana jest przejściem przez układ podpornościowy sekcji obciążenia osłony odzawałowej. W konsekwencji, w przypadku obciążenia osłony odzawałowej na całej i 2/3 długości, przy tym samym obciążeniu zewnętrznym sekcji, pochodzącym od stropowej bryły górotworu, stan równowagi tej bryły uzyskuje się przy uzyskaniu przez sekcję podporności roboczej.



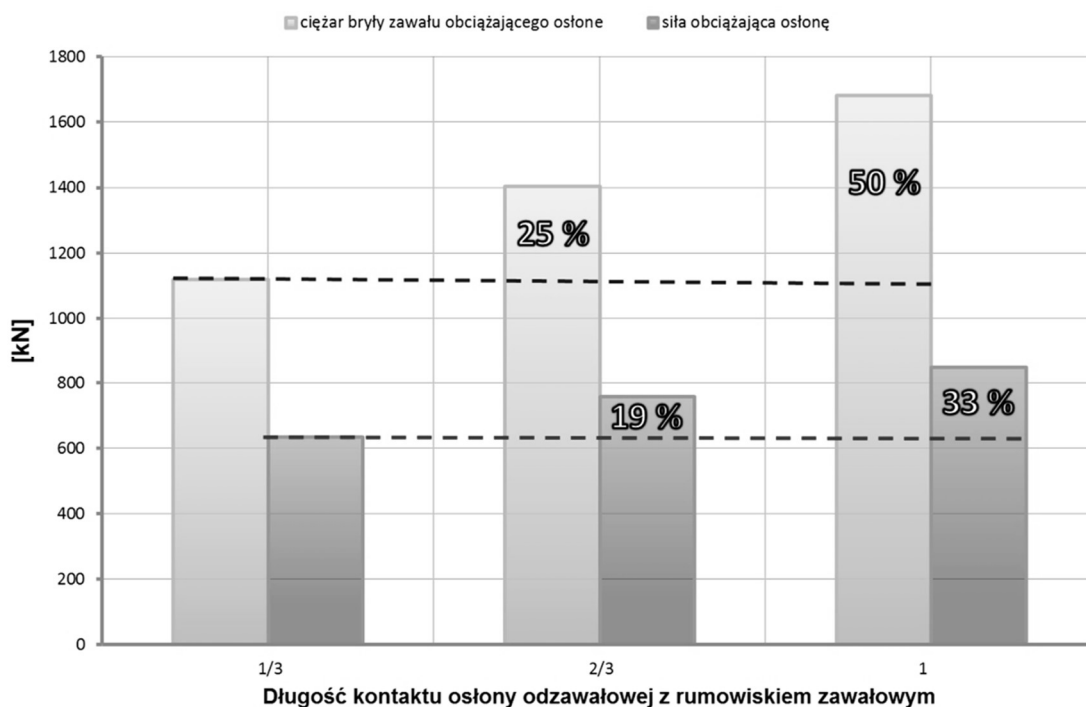
Rys. 23.4 Zależność konwergencji wyrobiska od podporności sekcji obudowy zmechanizowanej XXX-095/17-POz obciążonej rumowiskiem zawałowym na różnej długości osłony

Źródło: [4]

Z przeprowadzonej analizy wynika, że przy tej samej wysokości użytkowania sekcji obudowy zmechanizowanej, zwiększenie długości na jakiej obciążona jest osłona z 1/3 do całej długości osłony, powoduje wzrost wartości siły obciążającej osłonę o około 33%, przy 50% wzroście ciężaru rumowiska zawałowego obciążającego osłonę (rys. 23.5).

Różnica przyrostu wartości siły obciążającej osłonę odzawałową i ciężaru bryły rumowiska zawałowego obciążającej osłonę, spowodowana jest tym, iż wraz ze wzrostem tego ciężaru rośnie również siła tarcia ($\mu_1 \cdot R_{02N}$ – rys. 23.2) występująca w płaszczyźnie poślizgu skał oddziaływujących na osłonę odzawałową. Siła ta zależy od wartości współczynnik tarcia występującego na płaszczyźnie poślizgu μ_1 oraz składowej normalnej reakcji rumowiska tworzącego zawał obciążający osłonę odzawałową R_{02N} . Wzrost obciążenia osłony odzawałowej o 33% powoduje spadek podporności roboczej sekcji obudowy zmechanizowanej wynoszący około 9%. W związku z tym można wnioskować, że na charakterystykę podpornościową sekcji,

przy stałej wysokości pracy, większy wpływ od ciężaru skał zawału ma położenie punktu przyłożenia wypadkowej siły obciążającej osłonę odzawałową. Im rumowisko zalega na większej długości osłony, co pociąga za sobą przemieszczanie się wypadkowej siły obciążenia w kierunku przegubu łączącego osłonę odzawałową ze stropnicą, tym większy jest spadek podporności sekcji obudowy zmechanizowanej. Zwiększenie długości kontaktu skał zawału z osłoną odzawałową z 1/3 do 2/3 i całej długości, z czym wiąże się zmiana położenia punktu przyłożenia wypadkowej siły obciążającej osłonę, powoduje zmniejszenie podporności roboczej sekcji obudowy zmechanizowanej. Przy kontakcie skał na 2/3 długości osłony zmniejszenie to wynosi około 4%, natomiast gdy kontakt ten ma miejsce na całej długości sekcji o około 9%.



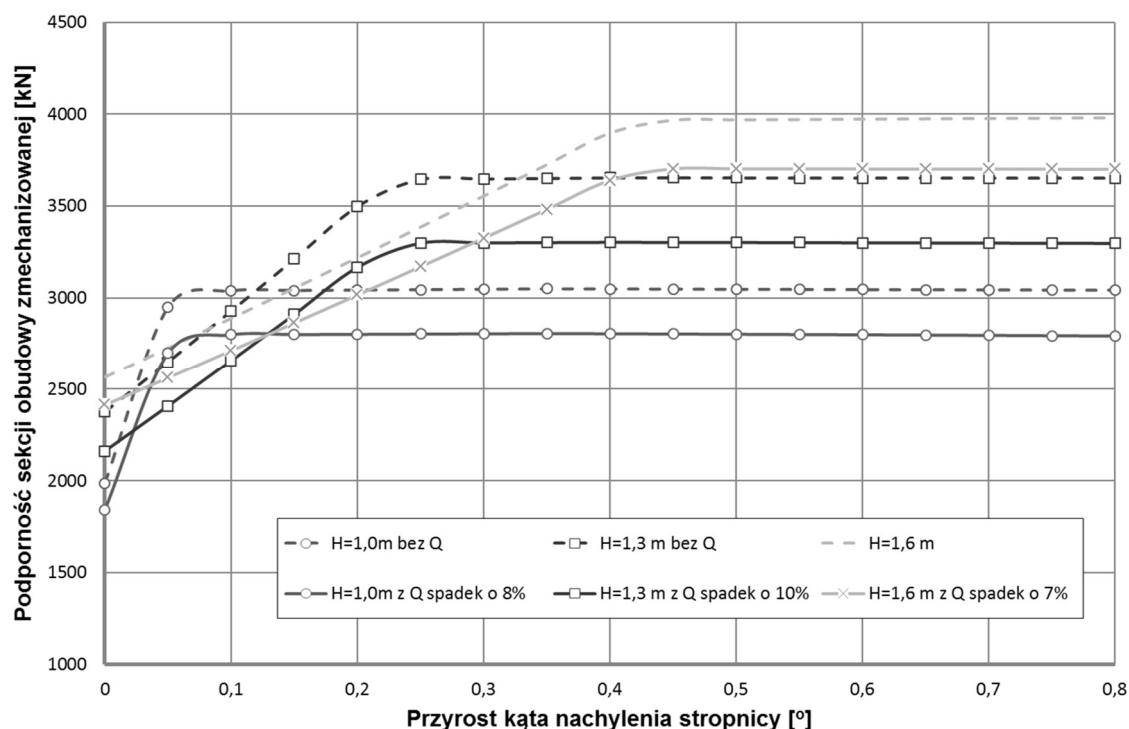
Rys. 23.5 Wzrost siły obciążającej osłonę odzawałową i ciężaru rumowiska zawałowego dla sekcji obudowy zmechanizowanej XXX-095/17-POz

Źródło: [4]

W kolejnym etapie analizy wyznaczono charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy XXX-095/17-POz dla trzech wysokości użytkowania sekcji, tj. 1,0 m; 1,3 m; 1,6 m, przy założeniu, że rumowisko skalne zalega na 2/3 długości osłony odzawałowej. Dla przyjętych wysokości użytkowania sekcji obudowy zmechanizowanej, wyznaczono charakterystyki podpornościowe dla sekcji obudowy, obciążonej i nieobciążonej rumowiskiem zawałowym (rys. 23.6). Wzrost wysokości użytkowania sekcji powoduje zwiększenie objętości skał zawału oddziałującej na osłonę odzawałową.

W przypadku sekcji obudowy zmechanizowanej nieobciążonej rumowiskiem zawałowym, wzrost zakresu użytkowania sekcji z 1,0 do 1,6 m powoduje wzrost podporności roboczej o około 30%. Podporność robocza sekcji obudowy dla

górnego zakresu użytkowania sekcji osiągnięta jest przy większym przyroście kąta nachylenia stropowej bryły górotworu, co wynika z większej podatności stojaków, ze względu na wyższy słup cieczy roboczej w przestrzeniach roboczych stojaków hydraulicznych.



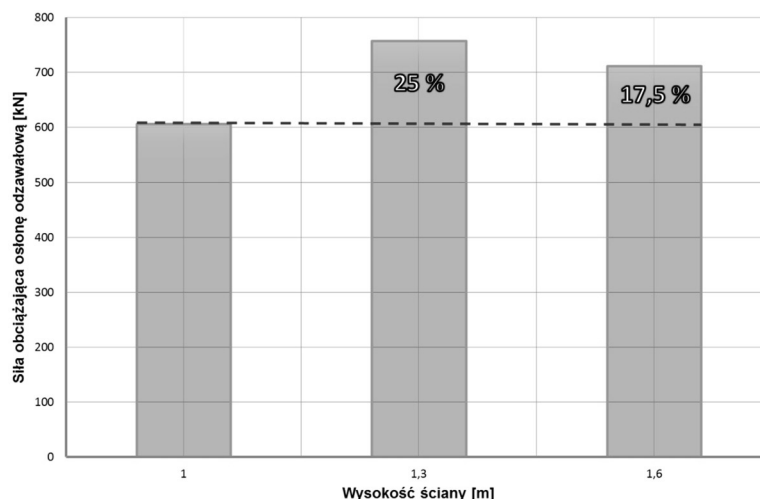
Rys. 23.6 Charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej XXX-095/17-POz obciążonej i nieobciążonej gruzem zawałowym

Źródło: [4]

Warto również zauważyć, że wskutek zmiany geometrii sekcji, związanej ze zmianą wysokości użytkowania, uzyskuje się różną podporność wstępną, przy tej samej wartości ciśnienia zasilania.

Przy tej samej długości rumowiska zawałowego zalegającego na osłonie (2/3 jej długości), wzrost wysokości w przyjętym zakresie użytkowania sekcji (1,0-1,6 m), powoduje zwiększenie wartości siły obciążającej sekcję obudowy od strony zrobów o około 17,5% (rys. 23.7). Największy przyrost siły obciążającej osłonę wynoszący 25%, zaobserwować można w środkowym zakresie użytkowania sekcji obudowy zmechanizowanej.

Na podstawie przedstawionych na rysunku 23.6 charakterystyk podpornościowych stwierdzono, że największy spadek podporności roboczej sekcji XXX-095/17-POz, wynikający z dodatkowego obciążenia osłony odzawałowej na 2/3 jej długości, występuje przy wysokości użytkowania sekcji obudowy w środkowym zakresie ($H = 1,3 \text{ m}$) i wynosi około 10%. Najmniejszy spadek podporności wynoszący około 7 %, występuje w górnym zakresie użytkowania ($H = 1,6 \text{ m}$), natomiast w dolnym zakresie ($H = 1,0 \text{ m}$) wynosi około 8%.



Rys. 23.7 Przyrost siły obciążającej osłonę odzawałową sekcji obudowy zmechanizowanej XXX-095/17-POz w zależności od wysokości ściany przy kontakcie z rumowiskiem na długości 2/3 osłony

Źródło: [4]

Analizując zróżnicowany wpływ dodatkowego obciążenia sekcji gruzem zawałowym na jej podporność w funkcji wysokości użytkowania, stwierdzono, że istotne znaczenie może mieć rozwiązanie konstrukcyjne sekcji, a w szczególności wynikające z niego cechy geometryczne [1].

23.3 PODSUMOWANIE

Obciążenie osłony rumowiskiem skalnym w istotny sposób wpływa na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej. Wraz ze wzrostem obciążenia rumowiskiem zawałowym podporność robocza sekcji, wskutek kontaktu osłony ze skałami zawałowymi na coraz większej długości, maleje w stosunku do sekcji obudowy nie obciążonej rumowiskiem zawałowym. Mniejsza podporność sekcji obudowy zmechanizowanej spowodowana jest przejściem przez układ podpornościowy sekcji obciążenia osłony odzawałowej.

Wzrost wartości siły obciążającej osłonę odzawałową nie jest proporcjonalny do wzrostu objętości rumowiska zawałowego obciążającego osłonę. Różnica przyrostu wartości siły obciążającej osłonę odzawałową i ciężaru bryły rumowiska zawałowego obciążającej osłonę, wynika z faktu, iż wraz ze wzrostem tego ciężaru rośnie również siła tarcia występująca w płaszczyźnie poślizgu skał tworzących zawał oddziaływujący na osłonę odzawałową.

Obciążenie osłony odzawałowej powoduje zmniejszenie podporności wstępnej sekcji obudowy zmechanizowanej przy tym samym ciśnieniu wstępnym, co wpływa na zwiększenie konwergencji wyrobiska i może powodować pogorszenie warunków utrzymania stropu.

LITERATURA

2. M. Jaszczuk, A. Pawlikowski. „Wpływ cech konstrukcyjnych stojaka na charakterystykę podatnościową sekcji obudowy zmechanizowanej.” *Maszyny Górnicze*, nr 1, pp. 7-11, 2008.
3. M. Jaszczuk, A. Pawlikowski. „Charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej.” *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo*, z. 274, pp. 211-221, 2006.
4. M. Jaszczuk, A. Pawlikowski. „Oszacowanie wartości nacisku skał tworzących zawał na osłonę odzawałową sekcji obudowy zmechanizowanej.” *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo*, z. 274, pp. 223-231, 2006.
5. A. Pawlikowski. „Ocena wpływu czynników konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej.” Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice, 2014.
6. S. Szweda. „Obciążenia osłon podpierających zawał obudów podporowo-osłonowych,” VIII Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu - Teoria projektowania obudów i zaciskania wyrobisk, Prace Naukowe Instytutu Geotechniki Politechniki Wrocławskiej, s. Konferencje, nr 31/12, Wrocław, 1980.
7. Z. Wiłun. *Zarys geotechniki*. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1987.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

dr inż. Arkadiusz Pawlikowski

Politechnika Śląska

Wydział Górnictwa i Geologii

Instytut Mechanizacji Górnictwa

ul. Akademicka 2A, 44-100 Gliwice, Polska

e-mail: Arkadiusz.pawlikowski@polsl.pl

SYMULACJA WPŁYWU OBCIĄŻENIA OSŁONY ODZAWAŁOWEJ NA PODPORNOSC SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

Streszczenie: W artykule przedstawiono symulację wpływu obciążenia osłony odzawałowej na podporność sekcji obudowy zmechanizowanej. Wypadkową nacisku zawatu na osłonę odzawałową wyznaczono traktując jej obciążenie jako parcie gruntu na ścianę. W porównaniu do stosowanych dotychczas obliczeń obciążenia osłony, w artykule istotne novum stanowi uwzględnienie przy wyznaczaniu tego obciążenia wszystkich sił w układzie sekcja obudowy - górotwór. W pracy wyznaczono i przeanalizowano charakterystyki podpornościowe sekcji obudowy zmechanizowanej, w zależności od obciążenia osłony odzawałowej rumowiskiem zawalowym, uwzględniając również brak tego obciążenia. Do symulacji wykorzystano uogólniony model sekcji obudowy zmechanizowanej pracującej w warunkach określonej ściany i metodę wyznaczania podporności sekcji obudowy, w której uwzględnia się wpływ przyrostu siły w stojakach w zależności od przyrostu kąta nachylenia stropnicy.

Słowa kluczowe: sekcja obudowy zmechanizowanej, osłona odzawałowa, podporność sekcji

SIMULATION OF IMPACT OF GOB SHIELD LOAD ON THE LOAD BEARING CAPACITY OF A POWERED ROOF SUPPORT'S SECTION

Abstract: The article presents the simulation of the impact of load exerted on gob shield on the load bearing capacity of a powered roof support's section. The resultant force of the pressure of gob on the gob shield was calculated by assuming that the load may be understood as a pressure of ground on a wall. While comparing the calculations of load with the previously applied methods, it is a new approach of, as it gives consideration to all forces in the support's section – rock mass system. The work includes calculations and analyses of the load bearing capacity characteristics of a section of powered roof support in case of load of a collapsed gob on the gob shield and lack thereof. The simulation utilizes a general model of a powered roof support's section and a method of calculating the load bearing capacity of the support in the conditions of a given wall – giving consideration to the increase of the force in props depending on the increase of the inclination angle of the canopy.

Key words: powered roof support's section, shield, load bearing capacity characteristics of a section