
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Tomasz MATUSIK, Aleksander GWIAZDA*

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów
Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice

* aleksander.gwiazda@polsl.pl

ANALIZA OBCIĄŻEŃ I STABILNOŚCI OBUDÓW GÓRNICZYCH

Streszczenie: Obudowy górnicze to urządzenia mające zasadnicze znaczenie dla wydajności i bezpieczeństwa pracy w podziemnych, głębinowych kopalniach węgla kamiennego. Stosowanych jest kilka podstawowych rodzajów tych urządzeń. W tym opracowaniu przedstawiono analizę porównawczą dwóch podstawowych typów obudów pod względem analizy ich działania i struktury rozkładu naprężeń. Wyniki wskazują, iż najlepiej pod względem tych parametrów sprawdzają się obudowy czterostojakowe.

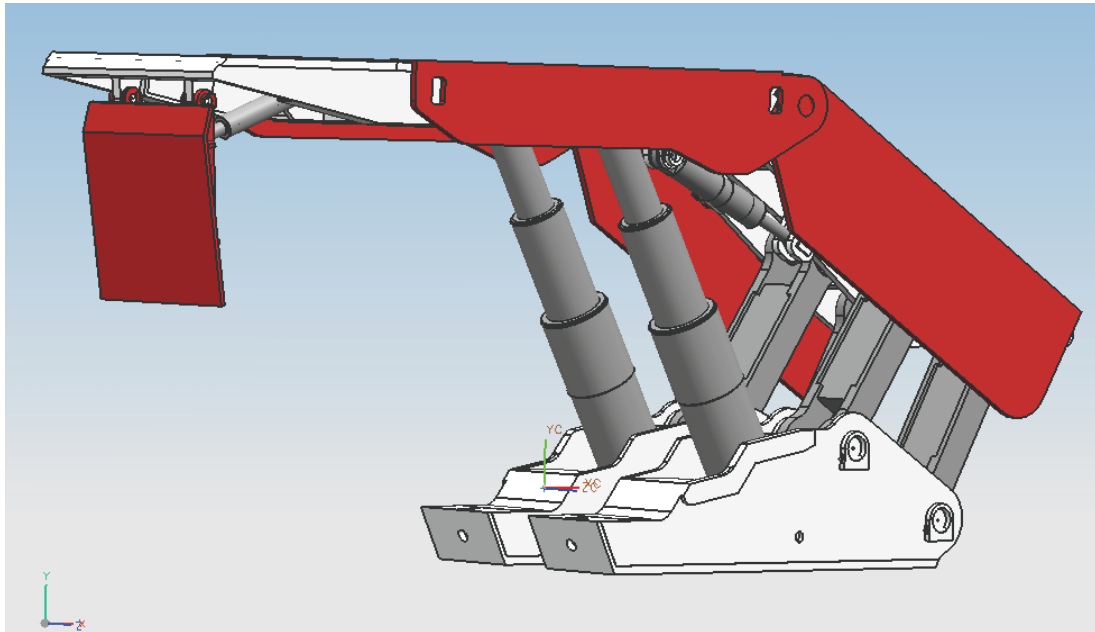
1. Wstęp

W ramach badań funkcjonowania obudów górniczych przeanalizowano kilka parametrów związanych z ich funkcjonowaniem w warunkach rzeczywistych. Po pierwsze poddano analizie trajektorię ruchu obudowy podczas jej rabowania i rozpierania. Po drugie sprawdzono stabilność obudowy w warunkach nierównomiernego obciążenia stropnicy. Wreszcie po trzecie przedmiotem badań była analiza równomierności rozkładu naprężeń wywołanych działaniem stropu na obudowę.

Badania przeprowadzono, biorąc pod uwagę następujące typy obudów zmechanizowanych: obudowę dwustojakową oraz obudowę czterostojakową. Stanowią one najczęściej wykorzystywane typy obudów w górnictwie [1]. Cechą charakterystyczną tych obudów jest wykorzystanie mechanizmu lemniskatowego, który ma postać czworoboku przegubowego [5]. Zadaniem tego mechanizmu jest prowadzenie obudowy możliwie blisko pionowej ściany ociosu. Jednakże ze względu na charakterystykę mechanizmu lemniskatowego koniec stropnicy nie porusza się po linii pionowej, lecz zakreśla w przestrzeni krzywą określaną jako lemniskata. Tym samym obudowa generuje nie tylko pionowe siły podporowe, lecz także siły poziome, wzdłuż układu prowadzącego stropnicę.

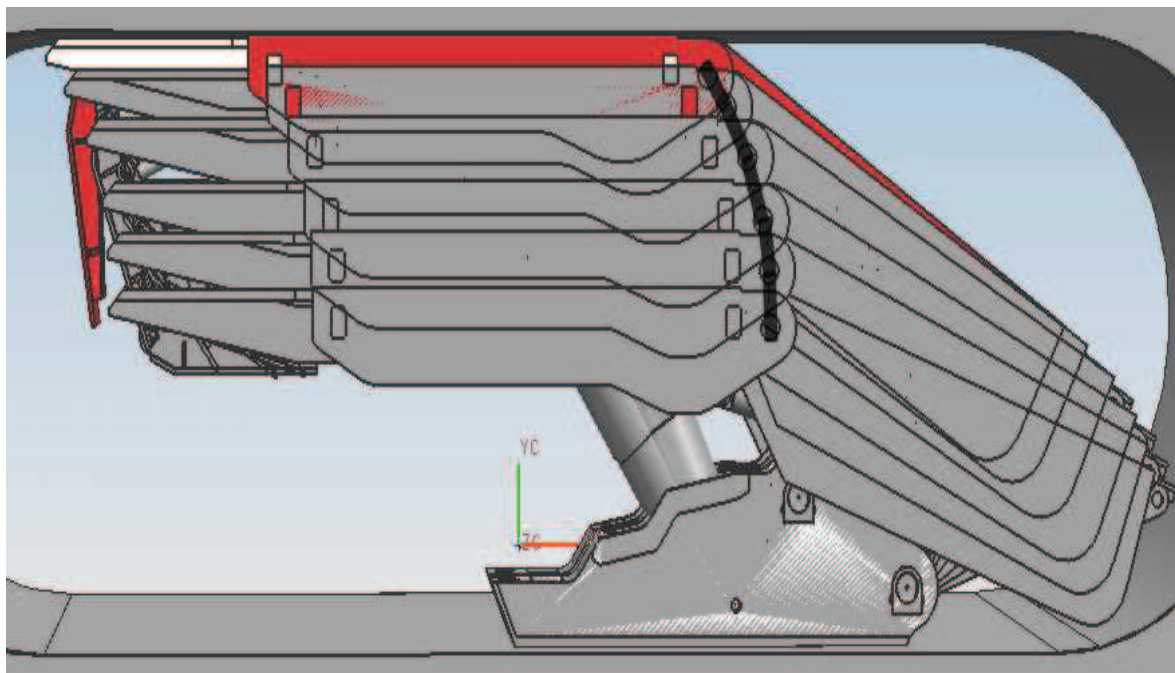
2. Analiza funkcjonowania obudowy dwustojakowej

Obudowa dwustojakowa to obudowa, w której jako elementy podporowe wykorzystano dwa stojaki hydrauliczne. Jej model przedstawiono na rys. 1. Cechą tej obudowy jest koncentracja przenoszonego obciążenia w dwóch stojakach hydraulicznych, co generuje większe naprężenia w obrębie ich punktów zamocowania [1, 2].



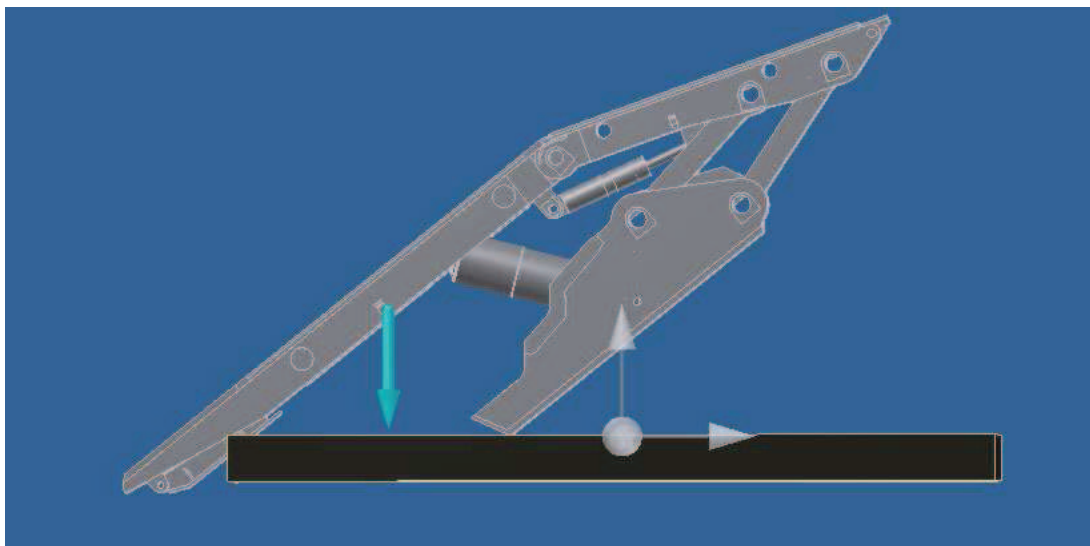
Rys.1. Model obudowy dwustojakowej
Fig.1. Model of a two-cylinders support

Prowadząc badania nad rozpięciem i rabowaniem tej obudowy, wyznaczono także przebieg charakterystycznej dla niej lemniskaty (rys. 2). Badanie te pokazują jak zmienia się podczas ruchu pionowego obudowy jej poziome położenie stropnicy. W przypadku kontaktu ze stropem wywołuje to powstanie dodatkowych naprężeń o kierunku poziomym, które przenoszą się na inne elementy struktury obudowy.



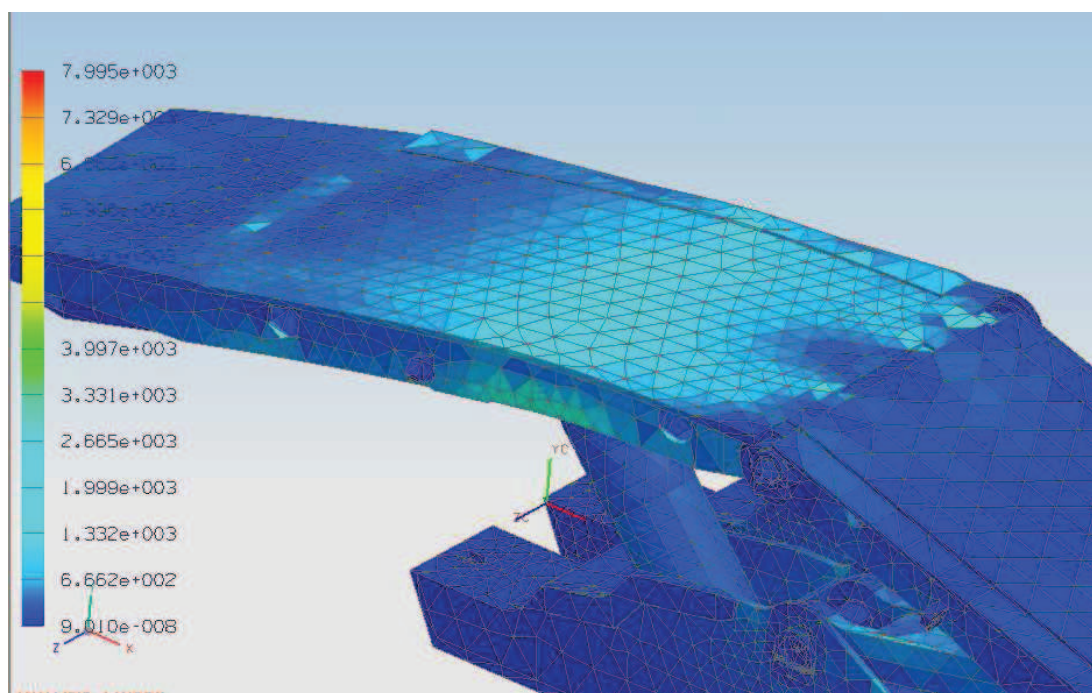
Rys.2. Symulacja ruchu obudowy dwustojakowej
Fig.2. Simulation of movement of a two-cylinder support

Przeprowadzono również analizę stabilności badanej obudowy dwustojakowej. Potwierdziła ona opinię o ich nietypowym zachowaniu w przypadku niektórych obciążeń. W czasie tąpnięć stropnica wbijała się w ocios węglowy [4]. Na rys. 3 przedstawiono zachowanie obudowy i zaznaczono punkt stabilności.



Rys.3. Analiza stabilności obudowy dwu-stojakowej
Fig.3. Stability analysis of a two-cylinder support

Poniżej (rys. 4) przedstawiono wyniki analizy MES. Zwraca uwagę koncentracja naprężeń w okolicy punktów mocowania stojaków obudowy i łączników lemniskatowych.

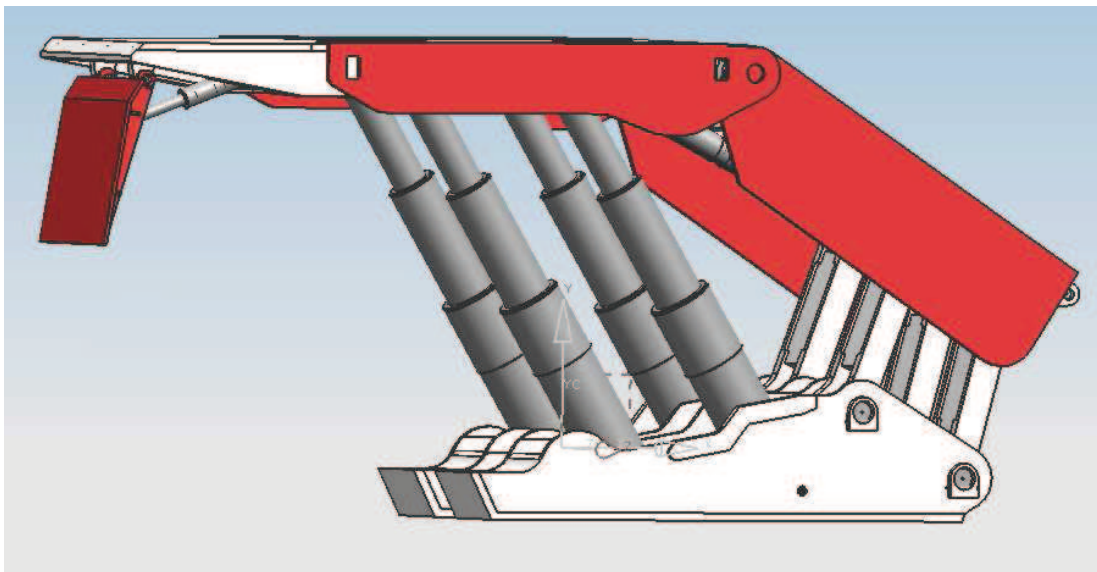


Rys.4. Analiza MES obudowy dwu-stojakowej
Fig.4. FEM analysis of a two-cylinder support

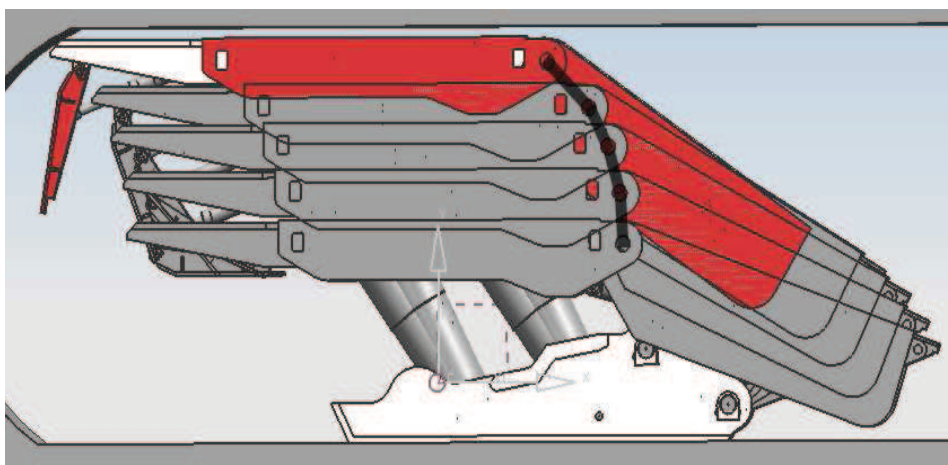
Przeprowadzone badania wykazały istotne wady obudowy dwustojakowej, a mianowicie jej słabą stabilność przy niektórych obciążeniach oraz spiętrzenie naprężeń w okolicy punktów montażu siłowników i w łącznikach lemniskatowych.

3. Analiza funkcjonowania obudowy czterostojakowej

Obudowa czterostojakowa to odmiana obudowy dwustojakowej [5]. Jej model powstał na bazie modelu obudowy dwustojakowej, by zachować ten sam zakres funkcjonalności obudowy jako całości (zakres roboczy i gabaryty). Zmniejszyła się jedynie przestrzeń dostępna pod stropnicą. Model tej obudowy przedstawia rys. 5. Natomiast na rys. 6 przedstawiono fazy ruchu obudowy w czasie rozpierania i zaznaczono lemniskatę.

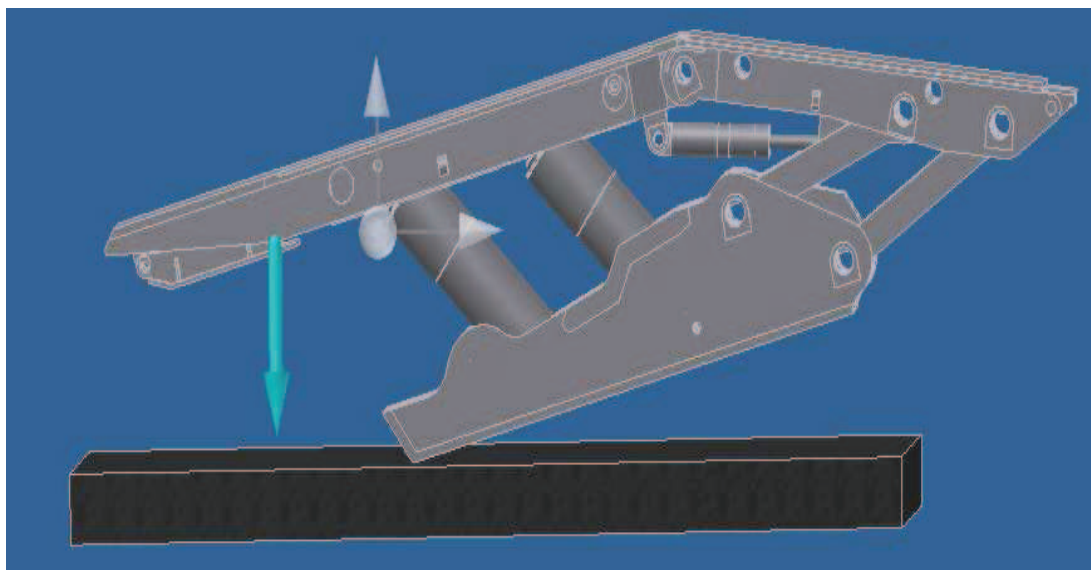


Rys.5. Model obudowy czterostojakowej
Fig.5. Model of a four-cylinders support



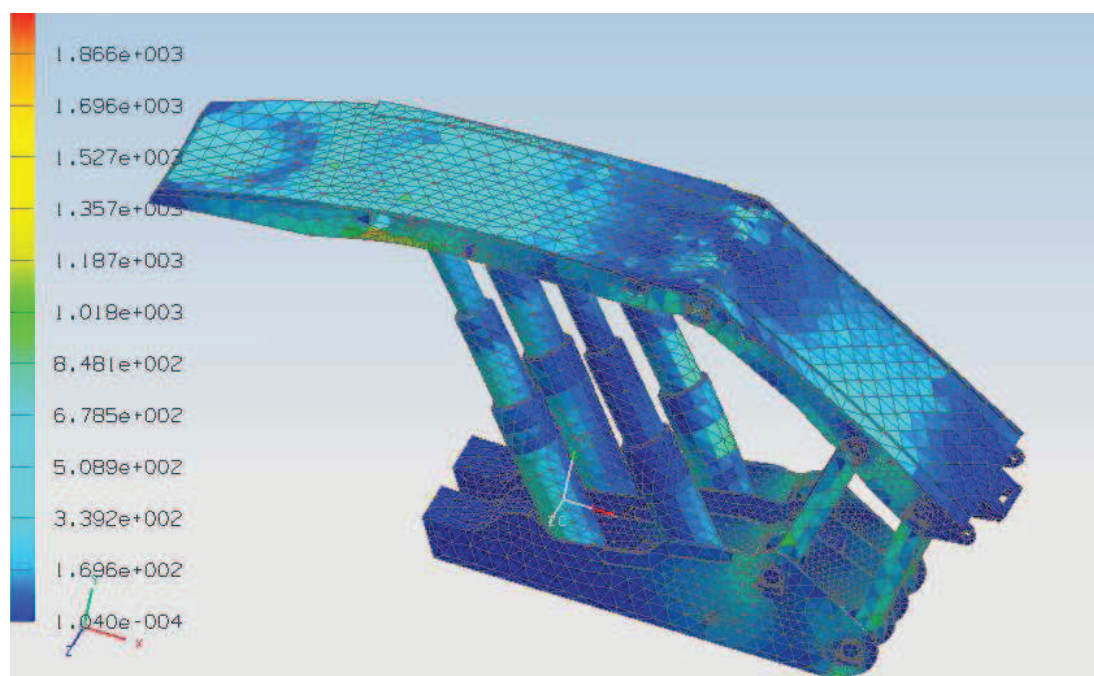
Rys.6. Symulacja ruchu obudowy czterostojakowej
Fig.6. Simulation of movement of a four-cylinder support

Analiza stabilności tej obudowy potwierdziła, iż zwiększenie rozstawu punktów podporowych zdecydowanie ją poprawiło (rys. 7).



Rys.7. Analiza stabilności obudowy czterostojakowej
Fig.7. Stability analysis of a four-cylinder support

Podobnie jak w przypadku stabilności, badania naprężeń (rys. 8) pokazały, iż są one bardziej równomierne na obszarze całej stropnicy. Jednakże ich koncentracja w obszarze łączników lemniskatowych pozostała.



Rys.8. Analiza MES obudowy czterostojakowej
Fig.8. FEM analysis of a four-cylinder support

Badania obudowy czterostojakowej potwierdziły, że rozwiązanie to jest bardziej korzystne ze względu na kryteria konstrukcyjne odnoszące się do optymalnego rozkładu naprężeń czy też stabilności pracy przy różnych typach i rodzajach obciążenia. Niestety wadą tej obudowy jest jej wyższy koszt i większa złożoność.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, iż pod względem cech konstrukcyjnych rozwiązaniem bardziej optymalnym jest obudowa czterostojakowa. Wykazuje się ona nie tylko lepszym (bardziej równomiernym) rozkładem naprężeń, ale też lepszą stabilnością. Tym samym realizuje ona zasadę optymalnego stanu obciążenia i optymalnej stateczności [3]. Natomiast pod względem kryteriów wytwórczych i eksploatacyjnych (koszty i prostota) lepsza okazuje się obudowa dwustojakowa.

Z drugiej strony, obydwie te obudowy wykazują wady wynikające ze stosowania układu lemniskatowego. Jego konstrukcja powoduje, że poza oczekiwanym ruchem w kierunku pionowym stropnica wykonuje też ruch w kierunku poziomym. W sytuacji, gdy stropnica znajduje się w kontakcie ze stropem, utrzymywana jest ona przez siłę tarcia w swoim aktualnym położeniu poziomym. Gdy strop przesunie stropnicę w dół, jednocześnie blokując (poprzez siłę tarcia) możliwość ruchu poziomego, dochodzi do przeciążenia łączników lemniskatowych. Powoduje to ich pęknięcia [4]. Stąd konieczność poszukiwania rozwiązań eliminujących lub minimalizujących ten efekt.

Literatura

1. Antoniuk J., Opolski T.: Maszyny do eksploatacji podziemnej, Seria: Maszyny górnicze cz. 2, Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1979.
2. Chudek M., Pach A.: Obudowa wyrobisk eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego cz.1, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2002.
3. Dietrych J.: System i konstrukcja, Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1978.
4. Gwiazda J.: Górnicza obudowa hydrauliczna odporna na tąpnięcia, Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1997.
5. Smużyński J.: Obudowy zmechanizowane, Katowice: Śląskie Wydawnictwo Techniczne, 1993.

ANALYSIS OF LOADS AND STABILITY OF MINNG SUPPORTS

Summary: Mining supports are the technical means essential to productivity and safety in underground coal mines. There are several types of these devices. This paper presents a comparative analysis of two basic types of supports taking into consideration their functioning and stress distribution. The results indicate that the best, in terms of these parameters, is the four-cylinders support.