ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1969
Seria: GÓRNICTWO z. 41 Nr kol. 269

Mgr inż. Andrzej Pach

KONSTRUKCJA MODELU OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

Streszczenie: W pracy podano główne założenia projektowe jak i wymagania jakim odpowiadać winien model obudowy zmechanizowanej, umożliwiający właściwe przeprowadzenie badań modelowych, mających na celu zaobserwowanie zjawisk zachodzących w obrębie wyrobisk wybierkowych uzbrojonych w obudowę zmechanizowaną.
Przedstawiony model obudowy zmechanizowanej stanowi odzwierciedlenie rzeczywistego zestawu tego typu obudowy, charakteryzujący się identycznymi parametrami technicznymi jak i ruchowymi.

1. Wstęp

Prowadzone od szeregu lat bezpośrednie pomiary i obserwacje dołowe oraz badania laboratoryjne zachowania się warstw stropowych i spągowych w czasie eksploatacji pokładów węglowych pozwoliły na stosunkowo szerokie i wszechstronne rozpracowanie teoretyczne tegoż zagadnienia w dotychczasowej literaturze.

Jednakże ciągły rozwój postępu technicznego w górnictwie, wprowadzanie na szeroką skalę wysokowydajnych i szybkobieżnych maszyn urabiająco-ładujących, a w szczególności rozwój myśli konstrukcyjnej w zakresie obudowy hydraulicznej, zmierzające ku całkowitemu zautomatyzowaniu czynności zabezpieczenia i likwidacji wyrobisk eksploatacyjnych, pozwala na stworzenie nowych znacznie korzystniejszych warunków współpracy obudowy z górotworem.

Opłacalne stosowanie w szerokim zakresie kosztownej obudowy, jaką jest obudowa zmechanizowana wymaga szczegółowego rozpracowania zagadnienia współpracy z górotworem, celem prawidłowego doboru konstrukcji obudowy dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych.

Ze względu na stosunkowo krótki okres czasu, jaki upłynął od wprowadzenia do eksploatacji obudowy zmechanizowanej, zbyt mała ilość dokonanych obserwacji, nie ustalono dotychczas ścisłych wytycznych w tym zakresie. Zaznaczyć jednakże należy, że istnieje już szereg prac [1, 3, 4, 8] opartych na obserwacjach dołowych i rozważaniach teoretycznych, naświetlających wiele problemów z zakresu współpracy zmechanizowanej obudowy ścianowej z górotworem. Zaobserwowanie całokształtu zjawisk zachodzących wewnątrz górotworu otaczającego wyrobisko ścianowe w warunkach naturalnych jest bardzo utrudnione, często wręcz niemożliwe, dlatego też coraz częściej śledzenie procesu deformacji i ruchu skał wewnątrz górotworu dokonuje się w oparciu o badania modelowe i rozważania teoretyczne.

2. Przyjęte założenia do opracowania projektu modelu sekcji obudowy zmechanizowanej

Zebranie maksymalnej ilości danych umożliwiających wyciągnięcie jak najdalej idących wniosków odnośnie współpracy zmechanizowanej obudowy ścianowej z górotworem w warunkach badań modelowych, wymaga między innymi zaprojektowania konstrukcji modelu obudowy zmechanizowanej, która odzwierciedlałaby wszystkie cechy konstrukcyjne, jak i cechy wynikające z charakteru pracy tego typu obudowy w warunkach naturalnych.

Właściwe opracowanie projektu modelu obudowy zmechanizowanej, która spełniałaby powyższe wymagania oparte być winno na pewnych założeniach teoretycznych, jak i założeniach natury technicznej pozwalających na odzwierciedlenie całości zachodzących procesów.

Założenia natury teoretycznej obejmują dwa zagadnienia podstawowe:

- przyjęcie kryterium doboru podporności obudowy,
- zagadnienie zachowania skali wymiarów liniowych.

Założenia te zostały rozpracowane szczegółowo w trakcie projektowania obudowy.

Natomiast założeń natury technicznej dokonano w postaci krótkiego opisu, jakiemu winna odpowiadać konstrukcja modelu obu-

dowy zmechanizowanej. Większość stosowanych typów obudów zmechanizowanych w górnictwie polskim jak i za granicą, to zestawy obudowy podporowej, składające się z sekcji dwu-, trój-, cztero-, pięcio-i sześciostojakowych. Na ogół jednak rozwiązaniem konstrukcyjnym najczęściej stosowanym jest sekcja trójstojakowa, wyposażona w stropnicę jednoczęściową - sztywną lub dwuczęściową - przegubową.
Tak więc zgodnie z dokonaną uprzednio uwagą, jak i stawianymi wymaganiami, konstrukcja zestawu modelu obudowy zmechanizowanej spełniać winna następujące warunki:

- Zestaw obudowy składać się winien z sekcji trójstojakowych, odpowiadających kształtem sekcji obudowy OSM-1BS, OSM-2, Roofmaster MK-1c itp.
- Sekcja obudowy stanowić winna odrębną całość (wyposażoną w własny układ zasilania i kontroli).
- Stojaki hydrauliczne wchodzące w skład sekcji stanowić winny stojaki z obiegiem otwartym.
- Przyjęta długość stropnicy i podstawy winna odpowiadać dla przyjętej skali modelowania długości odpowiednich elementów znanych typów sekcji obudowy zmechanizowanej.
- Połączenie stropnicy ze stojakami winno być dokonane w sposób elastyczny, co umożliwi zróżnicowanie podporności poszczególnych stojaków.
- Prócz wymienionych elementów głównych, każda sekcja wyposażona zostanie w układ wspomagający rabowanie, wykonany w postaci dwóch sprężyn rozpiętych pomiędzy stropnicą i podstawą od strony przyociosowej i odzawałowej.
- Rozpieranie, przesuwanie i rabowanie sekcji dokonywane być winno w sposób kontrolowany z centralnego punktu sterowania.

3. Skrócony projekt modelu sekcji obudowy zmechanizowanej

W przedstawionym projekcie ograniczono się do wyznaczenia niezbędnych danych, umożliwiających sporządzenie rysunków warsztatowych poszczególnych elementów do wykonania konstrukcji modelu sekcji obudowy zmechanizowanej. Celem uproszczenia toku

projektowania, obliczeń dokonano z pominięciem wzorów ogólnych, posługując się rzeczywistymi wielkościami dla założonej skali modelowania 1:50.
Zgodnie z dokonanymi założeniami niezbędnym jest ustosunkowanie się do zagadnienia zachowania skali wymiarów liniowych. W wyniku przeprowadzonych obliczeń wstępnych określono zasadnicze wymiary sekcji i tak:

- długość sekcji (stropnicy i podstawy) winna wynosić około 7-9 cm,
- szerokość stropnicy 1-2 cm, natomiast średnice stojaków hydraulicznych około 4-6 mm.

Mając na uwadze cel jakiemu służyć ma model obudowy zmechanizowanej, zaznaczyć należy, że z punktu widzenia współpracy obudowy z górotworem przy założeniu pełnej sprawności obudowy nie zachodzi konieczność sztywnego utrzymania skali wymiarów liniowych wszystkich gabarytów konstrukcji.

W założonej skali dobrana zostanie podporność obudowy, jak i długość sekcji (stropnicy i podstawy), czyli długość przedziału roboczego. Tak więc w skali 1:50 wyznaczone zostały dwa zasadnicze parametry mające bezpośredni wpływ na charakter pracy obudowy. Pozostałe wielkości, jak średnica stojaka, szerokość i wysokość stropnicy oraz podstawy wyznaczono w zależności od żądanej wartości podporności stropu, jak i dopuszczalnych wartości nacisków stropnicy i podstawy na strop i spąg wyrobiska prowadzonego w modelu.

Ostateczne przyjęcie wymiarów poszczególnych elementów sekcji obudowy dokonane zostanie po określeniu podporności obudowy, jak i uwzględnieniu aspektów technicznych wykonawstwa.

2.1. Określenie podporności obudowy

Określenie podporności obudowy dokonano w oparciu o wzory i rozważania teoretyczne pracy [2], zgodnie z którymi wymagana wielkość podporności roboczej obudowy wyznaczona jest ze wzoru:

$$P_r = \gamma_{śr} \cdot h_z \, (1 + f) \, \frac{N_r}{m^2} \qquad (1)$$

gdzie:

f - odwrotność współczynnika tarcia na powierzchni przylegania warstw stropowych (przyjmowany od 0,6÷0,7)

h_z - wysokość strefy chaotycznego zawału - przyjmowana od (3÷5) m

M - miąższość eksploatacyjna pokładu

$\gamma_{śr}$ - ciężar właściwy skał stropowych $\frac{N}{m^3}$.

Mając na uwadze fakt prowadzenia ścian uzbrojonych w obudowę zmechanizowaną w pokładach średniej miąższości, w granicach od 1,5-2,7 m, dla przyjętej skali modelowania przyjmuję miąższość eksploatacyjną warstwy imitującej pokład $m = 4,5$ cm, co odpowiada rzeczywistej miąższości $m = 2,25$ m.

Tak więc przypuszczalna wielkość zasięgu strefy haotycznego zawału wynosić będzie

$$h_{zm} = 5\ m = 5 \cdot 4,5 = 22,5\ cm$$

natomiast wielkość odwrotności współczynnika tarcia międzywarstwowego przyjmuję $f = 0,7$ i średnią wartość ciężaru właściwego warstw tworzących model [5, 6]; $\gamma_{śr\ m} \cong 3 \cdot 10^{-2}\ \frac{N}{cm^3}$.

Po podstawieniu przyjętych wartości do wzoru (1) określono konieczną wartość podporności obudowy

$$Pr_m = 3 \cdot 10^{-2} \cdot 22,5\ (1 + 0,7) = 1,15\ \frac{N}{cm^2}$$

przypadającą na cm^2 odkrytego stropu wyrobiska w modelu. Przypuszcza się, że wielkość obciążenia obudowy zainstalowanej w wyrobisku modelowym wynosić będzie

$$Q_m = Pr_m \cdot S_m$$

gdzie:

S_m - powierzchnia stropu podpartego i odsłoniętego przed obudową w przedziale roboczym $S_m = d_m \cdot d_o$

d_o - szerokość przedziału roboczego - przyjęta 13,0 cm

d_m - długość wyrobiska ścianowego wykonanego w modelu = = 20 cm, stąd $S_m = 260\ cm^2$ i $Q_m = 293{,}3$ N.

Mając na uwadze kwestię kontroli ruchu obudowy w wyrobisku - usuwanie ewentualnych drobnych usterek, ilość zainstalowanych sekcji modelowych obudowy nie powinna przekraczać trzech sztuk. Ponieważ w skład każdej sekcji obudowy wchodzą trzy stojaki, tak więc ogólna liczba stojaków przypadających na jeden przodek wynosi $n = 9$, natomiast konieczna wartość podporności roboczej jednego stojaka

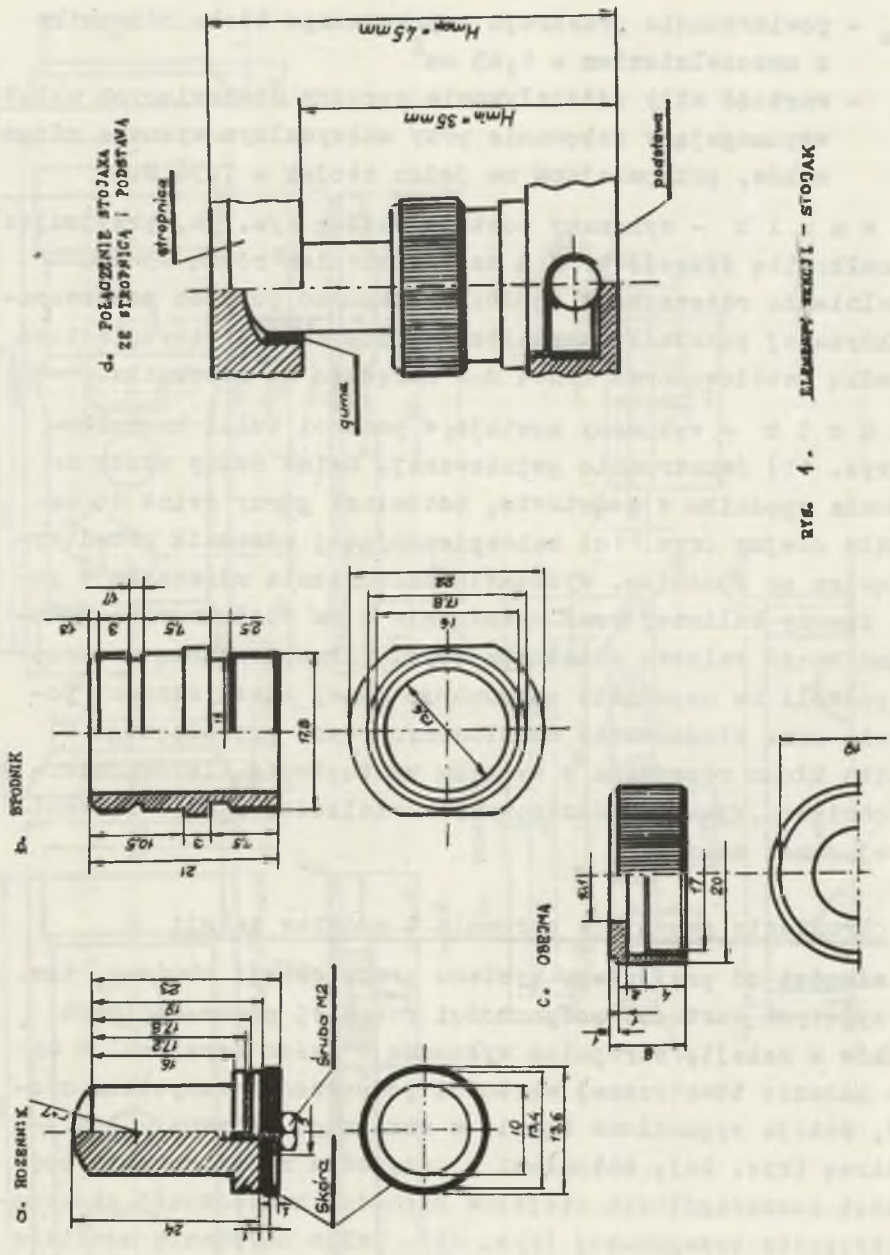
$$P_{rsm} = \frac{Q_m}{n} = 32{,}6\ N$$

2.2. Określenie ciśnienia medium w układzie hydraulicznym oraz gabarytów stojaka hydraulicznego

W toku projektowania poszczególnych elementów modelu sekcji obudowy zmechanizowanej, szczególnie w toku projektowania stojaka hydraulicznego zachowanie skali wymiarów liniowych sprawia poważne trudności, tak bezpośrednio wykonawstwa (ze względu na małe wymiary średnic), jak i zmuszając do stosowania wysokich ciśnień w układzie hydraulicznym, celem uzyskania założonej podporności, co z kolei pociągałoby za sobą konieczność wprowadzenia przewodów opancerzonych.

Jak już wspomniano w ogólnym ujęciu konstrukcji nie jest koniecznym, by stojak swymi gabarytami odpowiadał w skali wymiarów liniowych stojakowi rzeczywistemu. Przyjmując użyteczną długość podstawy (w której zamocowane zostają stojaki) około 75 mm, możliwe jest wstępne założenie średnicy tłoków rdzenników wraz z uszczelnieniem $\phi m_1 = 13{,}6$ mm. Przyjęta wielkość ϕm_1 jest wielkością wyjściową umożliwiającą wyznaczanie ciśnienia roboczego w układzie hydraulicznym, jak i określenia pozostałych gabarytów stojaka hydraulicznego. Żądaną wartość ciśnienia roboczego w układzie hydraulicznym wyznaczam ze wzoru

$$p_m = \frac{P_{rsm} + P_u}{S_{sm}} = 27{,}6 \cdot 10^4\ \frac{N}{m^2}\ (2{,}8\ st)$$



RYS. 1. ELEMENTY SEKCJI - STOJAK

Rys. 1. Elementy sekcji – stojak

a – zdzennik, b – spodnik, c – obejma, d – połączenie stojaka ze stropnicą i podstawą

gdzie:

S_{sm} - powierzchnia przekroju poprzecznego tłoka rdzennika z uszczelnieniem = 1,45 cm^2

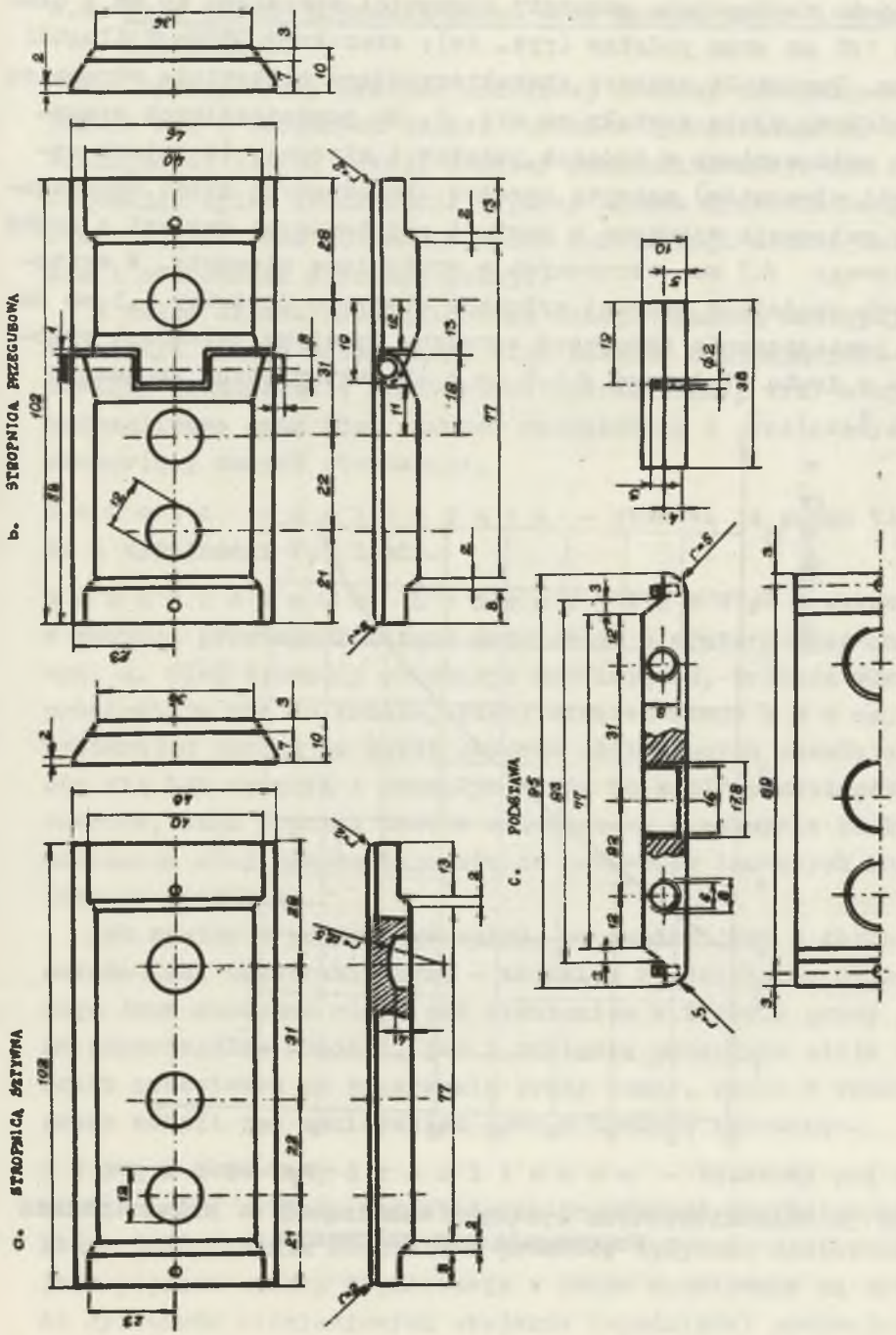
P_u - wartość siły oddziaływania sprężyn stanowiących układ wspomagający rabowanie przy maksymalnym wysuwie rdzenników, przypadająca na jeden stojak = 7,36 N.

R d z e n n i k - wykonany zostaje według rys. 1a, przyjmując jego całkowitą długość wraz z uszczelnieniem równą 23 mm. Uszczelnienie rdzennika w spodniku dokonano poprzez zastosowanie skórzanej podkładki kształtowej, dociskanej pierścieniową podkładką metalową oraz śrubą M-2 wkręconą do rdzennika.

S p o d n i k - wykonany zostaje w postaci tulei kształtowej (rys. 1b) dwustronnie gwintowanej. Gwint dolny służy do wkręcania spodnika w podstawie, natomiast górny gwint do nakręcania obejmy (rys. 1c) zabezpieczającej rdzennik przed wypadnięciem ze spodnika. Wykonanie zakończenia rdzennika w postaci czaszy kulistej oraz nasadzenie 4 mm odcinka węża gumowego na część walcową rdzennika (rys. 1d) wpuszczoną w stropnicę pozwoli na uzyskanie stosunkowo dużej elastyczności połączenia oraz złagodzenie ewentualnych tarć prowadzonego w spodniku tłoka rdzennika w wypadku wystąpienia nierównomiernych obciążeń, jak i zróżnicowanych wielkości zsuwów rdzenników tej samej sekcji.

2.3. Określenie gabarytów stropnic i podstaw sekcji

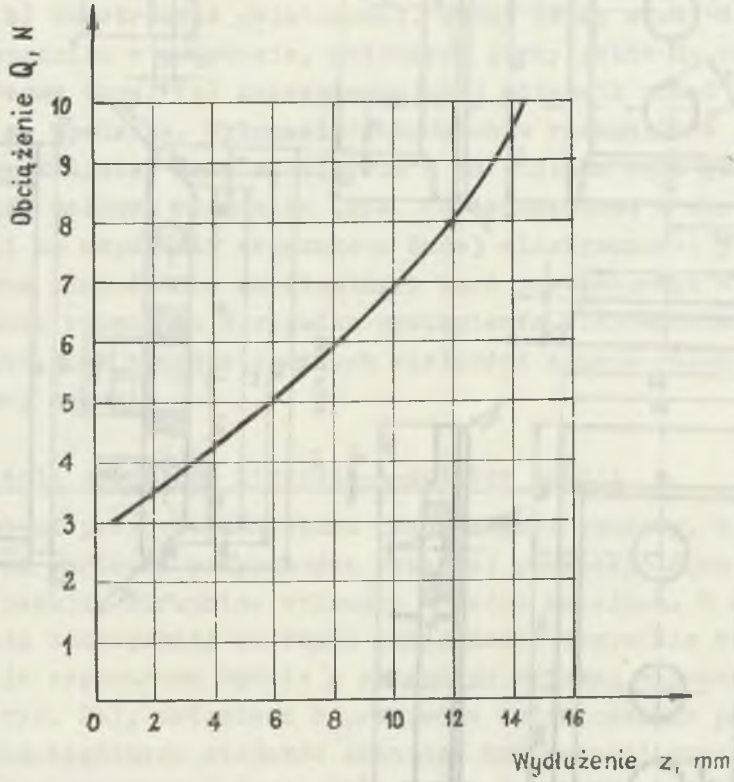
W zależności od przyjętego systemu pracy sekcji obudowy, tzn. od przyjętych wartości podporności roboczej poszczególnych stojaków w sekcji, stropnice wykonano w dwóch wersjach. W wypadku nadania identycznej wartości podporności wszystkim stojakom, sekcja wyposażona będzie w stropnicę sztywną - jednoczęściową (rys. 2a), natomiast w przypadku zróżnicowania podporności poszczególnych stojaków zachodzi konieczność stosowania stropnicy przegubowej (rys. 2b). Celem uzyskania możliwie małych nacisków jednostkowych na strop i spąg, by uniknąć niekorzystnego zjawiska wciskania sekcji w otaczające warstwy



Rys. 2. Elementy sekcji

a – stropnica sztywna, b – stropnica przegubowa, c – podstawa

przyjęto następujące gabaryty stropnic: szerokość 46 mm i długość 102 mm oraz podstaw (rys. 2c): szerokość 38 mm i długość 95 mm. Pozostałe wymiary charakteryzujące całkowicie stropnicę i podstawy ujęte zostały na rys. 2. Na poszczególnych rysunkach uwidoczniono w końcach podstaw i stropnic (w osiach symetrii elementów) uchwyty sprężyn stanowiących układ wspomagający rabowanie wykonane w postaci gwintowanych sworzni z drutu stalowego ϕ 3 mm wkręconych w wymienione elementy. W wystających częściach sworzni wykonano otwory o średnicy 1,5 mm celem pomieszczenia zakończeń sprężyn. Sprężyny natomiast wykonano z drutu stalowego ϕ 1,0 mm o charakterystyce zgodnej z rys. 3.



Rys. 3. Charakterystyka sprężyny wchodzącej w skład układu wspomagającego rabowanie

4.4. Opis układu hydraulicznego oraz zasada pracy i sterowania obudową

Układ hydrauliczny zestawu modelowej obudowy zmechanizowanej składa się z odrębnych części (układów hydraulicznych) odpowiadających ilości sekcji obudowy zmechanizowanej. Tak więc dokonując opisu konstrukcji i pracy układu hydraulicznego wystarczającym jest dokonanie opisu konstrukcji układu zasilania i sterowania dowolnej sekcji.

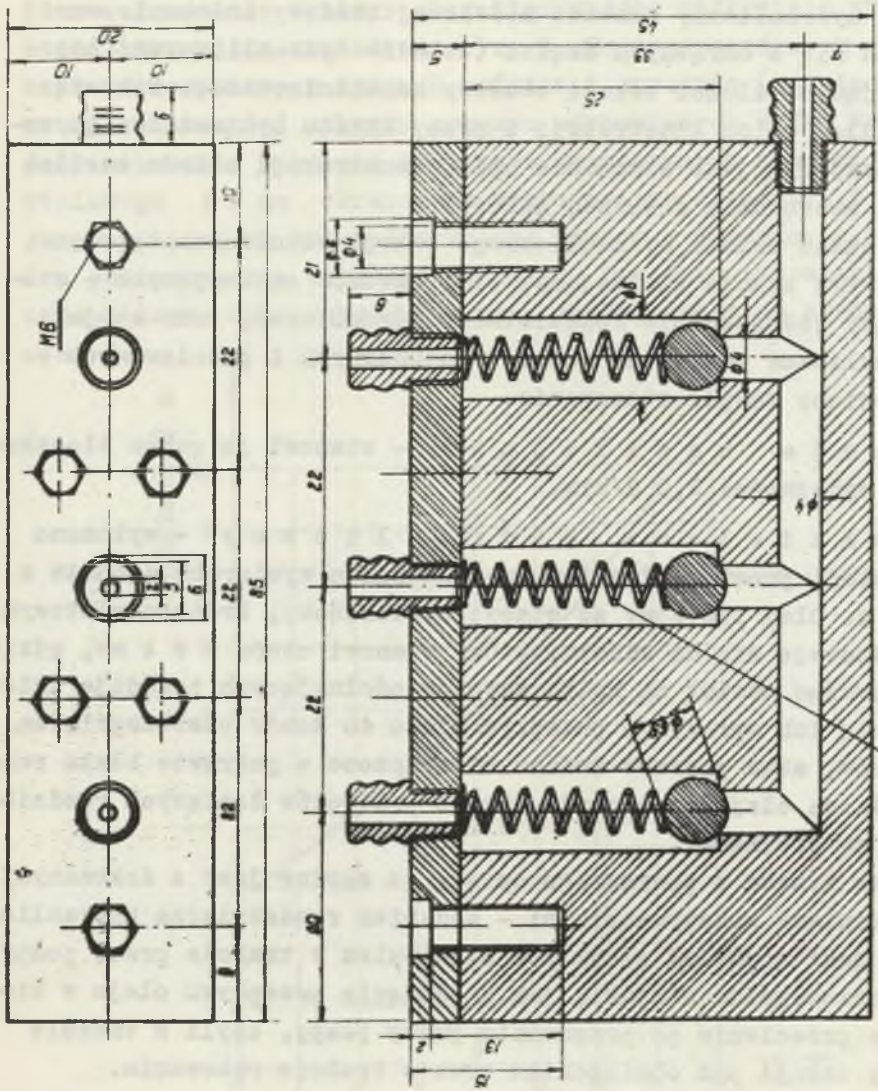
W skład układu hydraulicznego sekcji wchodzą następujące elementy: stacja zasilająca, blok zaworów odcinających - stanowiący jednocześnie rozdzielacz hydrauliczny, trzy stojaki hydrauliczne oraz blok zaworów rabunkowych i przelewowych - stanowiący zespół sterowania.

S t a c j a z a s i l a j ą c a - stanowi ją pompa tłoczkowa o wydajności 2,5 l/min.

R o z d z i e l a c z h y d r a u l i c z n y - wykonano w postaci prostopadłościanu metalowego o wymiarach zgodnie z rys. 4. Olej tłoczony ze stacji zasilającej, króćcem wlotowym przedostaje się do kanału, który stanowi otwór o ϕ 4 mm, gdzie wywierając nacisk na kulki zaworów odcinających powoduje ugięcie się ich sprężyn i przepływ oleju do komór poszczególnych zaworów, skąd poprzez króćce umieszczone w pokrywie bloku rozdzielacza olej przedostaje się do przewodów łączących rozdzielacz ze stojakami.

Jak wynika z powyższego opisu, co zgodne jest z dokonanymi założeniami konstrukcyjnymi - zadaniem rozdzielacza hydraulicznego jest rozdział oleju pod ciśnieniem w trakcie pracy pompy na poszczególne stojaki, jak i odcięcie przepływu oleju w kierunku przeciwnym po przerwaniu pracy pompy, czyli w trakcie pracy sekcji pod obciążeniem oraz w trakcie rabowania.

S t o j a k i h y d r a u l i c z n e - tłoczony pod ciśnieniem olej z bloku rozdzielacza przewodami zasilającymi, które jednocześnie stanowią i przewody spływowe dostarczany jest poprzez otwory w podstawie w które wmontowane są króćce do cylindrów ciśnieniowych stojaków (spodników) powodując tym samym parcie na tłoki rdzenników oraz ich wysuw.

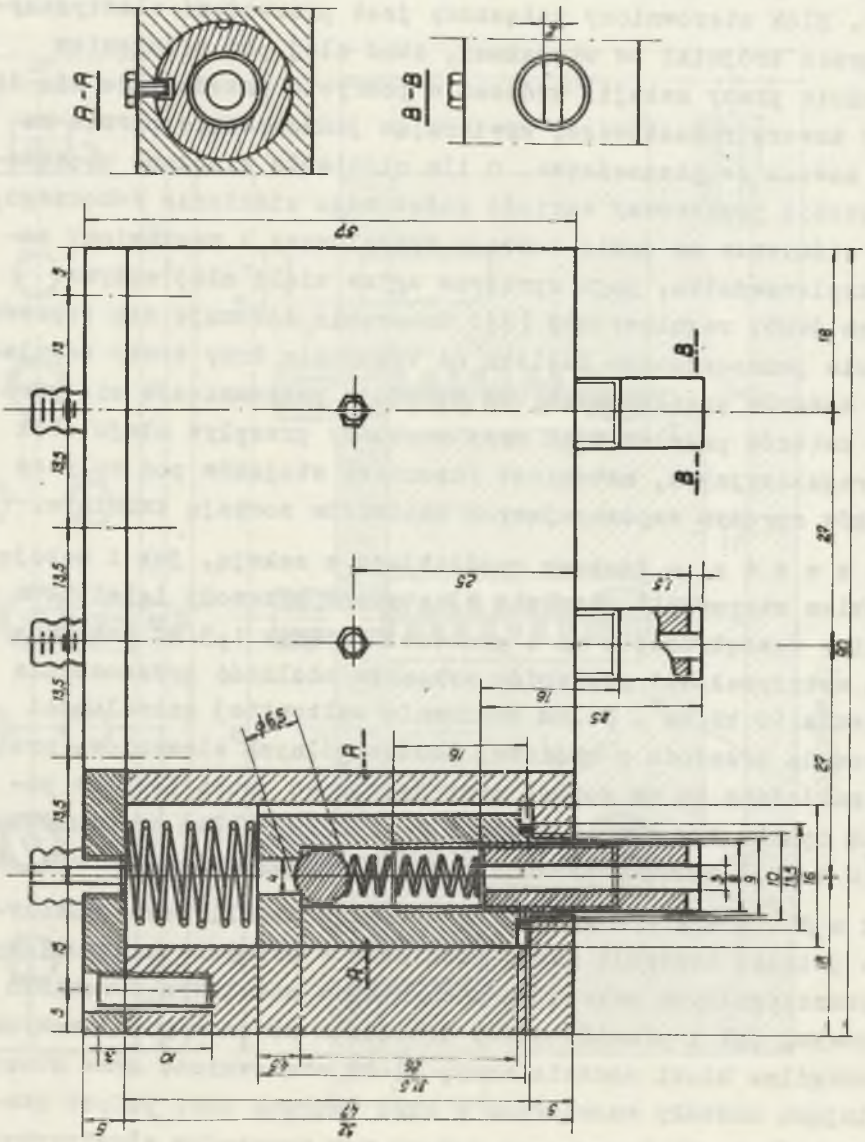


Rys. 4. Blok rozdzielacza hydraulicznego

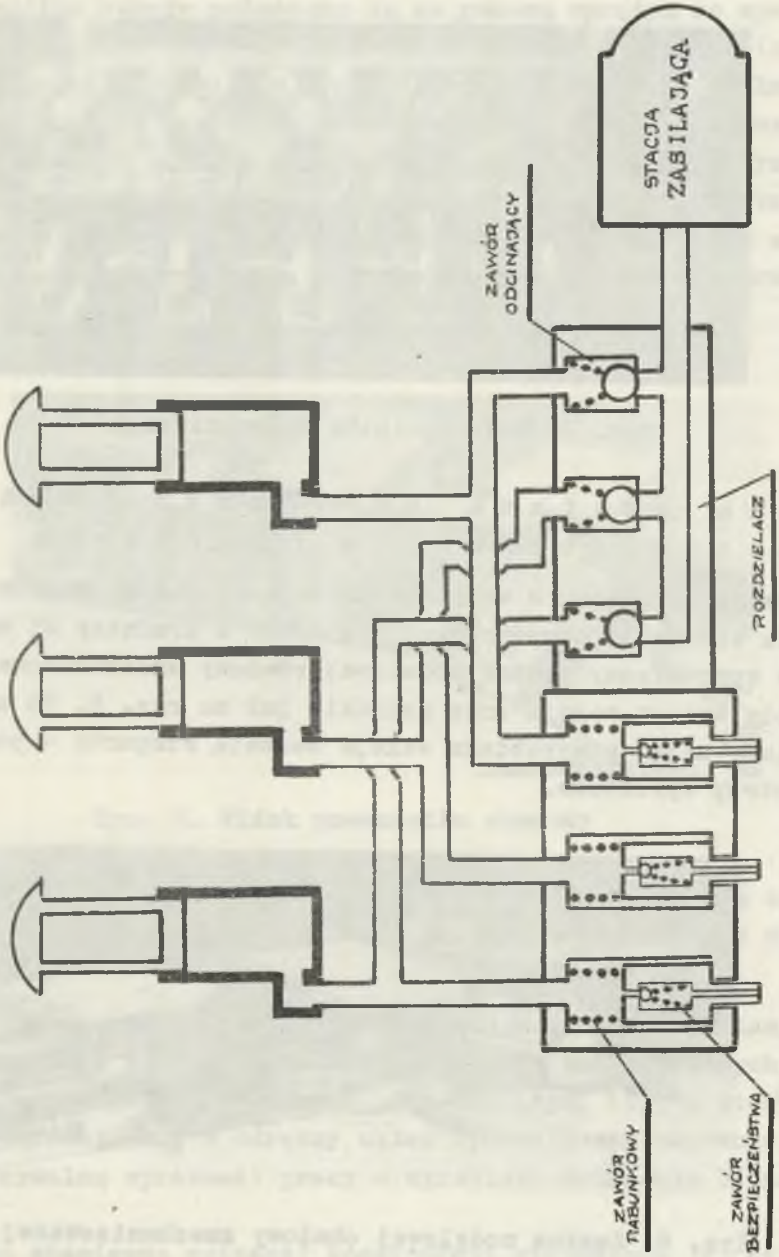
Z e s p ó ł s t e r o w a n i a - stanowi blok sterowniczy wykonany w postaci prostopadłościanu o wymiarach zgodnie z rys. 5. Blok sterowniczy połączony jest przewodami elastycznymi poprzez trójniki ze stojakami, skąd olej pod ciśnieniem (w trakcie pracy sekcji) króćcem w pokrywie przedostaje się do komory zaworu rabunkowego, wywierając jednocześnie parcie na kulkę zaworu bezpieczeństwa. O ile ciśnienie wywołane obciążeniem sekcji przekroczy wartość założonego ciśnienia roboczego, czyli ciśnienie na jakie zostaje wyskalowany i nastawiony zawór bezpieczeństwa, jego sprężyna ugina się i olej spływa otworem śruby regulacyjnej [7]. Rabowania dokonuje się poprzez wywarcie jednoczesnego nacisku na wszystkie trzy śruby regulacyjne zaworów przelewowych, co powoduje przesunięcie się korpusów zaworów przelewowych oraz swobodny przepływ oleju obok śrub regulacyjnych, natomiast rdzenniki stojaków pod wpływem nacisków sprężyn wspomagających rabowanie zostają zsunięte.

P r z e w o d y - łączące rozdzielacz z sekcją, jak i sekcję z blokiem sterowania stanowią elastyczne przewody igielitowe o średnicy wewnętrznej 4 mm i grubości ścianek 1,5 m. Dokonana próba wytrzymałości przewodów wykazała zdolność przenoszenia ciśnienia 10 kG/cm^2. Celem uzyskania całkowitej szczelności połączenia przewodu z króćcami poszczególnych elementów, przewody nakładane są na gorąco oraz dodatkowo zabezpieczone potrójną opaską wykonaną z drutu miedzianego. Układ hydrauliczny modelu sekcji obudowy zmechanizowanej przedstawiono na rys. 6.

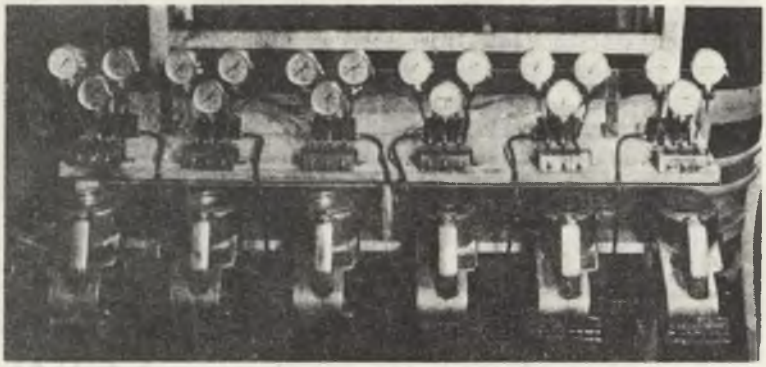
U k ł a d s t e r o w a n i a - celem umożliwienia dokonywania ścisłej kontroli stanu ciśnienia w układzie hydraulicznym poszczególnych sekcji zabudowanych w modelowym wyrobisku ścianowym, jak i prawidłowości działania zaworów przelewowych poszczególne bloki rozdzielaczy, bloki sterownicze oraz stacja zasilająca zostały wmontowane w stół tworząc tzw. pulpit sterowniczy (rys. 7) łączony za pomocą w/w przewodów elastycznych z sekcjami zabudowanymi (lub przeznaczonymi do zabudowy) w modelu.



Rys. 5. Blok zaworów rabunkowych i przelewowych



Rys. 6. Układ hydrauliczny modelu sekcji obudowy zmechanizowanej



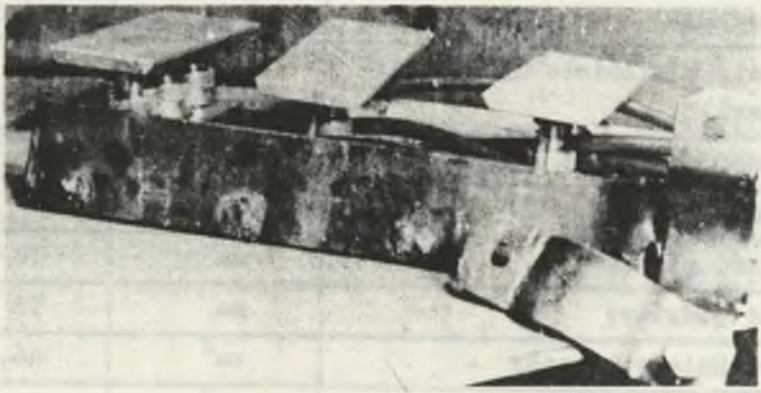
Rys. 7. Widok pulpitu sterowniczego

Praca zestawu modelowej obudowy zmechanizowanej w wyrobisku

Po wykonaniu otworu w warstwie imitującej pokład węglowy przy użyciu wiertarki zaopatrzonej w wiertło o średnicy 45 mm, zostaje wprowadzony zestaw modelowej obudowy zmechanizowanej w liczbie trzech sekcji oraz układzie jak na rys. 8. Po umieszczeniu obudowy w wyrobisku sekcje zostają rozparte - podpierając strop wyrobiska.

Rys. 8. Zestaw modelowej obudowy zmechanizowanej

Poszczególne sekcje połączone są za pomocą sprężyn ze specjalnym prowadnikiem (rys. 9) przytwierdzonym do wiertarki (organu urabiającego), tak więc w trakcie procesu urabiania pokładu sprężyny łączące prowadnik z sekcjami są rozciągane. Chcąc z kolei przesunąć dowolną sekcję za organem urabiającym wystarczy dokonać jej zarabowania - sekcja zostaje podciągnięta do prowadnika przez rozciągniętą sprężynę. Po przesunięciu sekcja zostaje ponownie rozparta, po czym przystępuje się do przesunięcia kolejnej sekcji.



Rys. 9. Widok prowadnika obudowy

Charakterystyka techniczna modelu sekcji obudowy zmechanizowanej

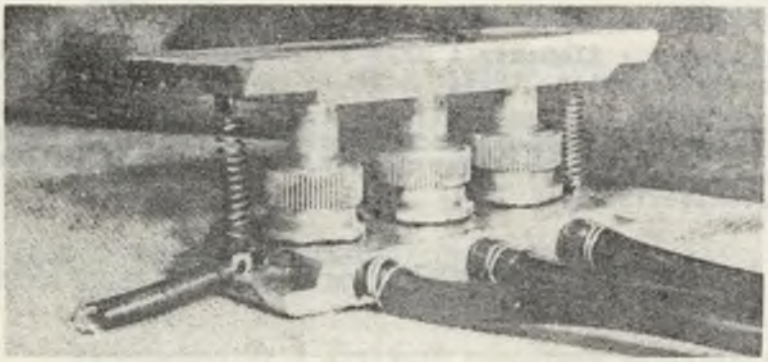
Zaprojektowana i wykonana zgodnie z założonymi wymaganiami modelowa obudowa zmechanizowana składa się z indywidualnych zespołów trójstojakowych zwanych sekcjami (rys. 10), z których każdy włączony jest w odrębny układ hydrauliczny zapewniający jej maksymalną sprawność pracy w wyrobisku ścianowym badanego modelu.

Cechą znamienną opisanej konstrukcji stanowiącą jej największą zaletę to możliwości przeprowadzania dowolnych oraz kontrolowanych zmian podporności obudowy w zależności od za-

Tablica 1

Charakterystyka techniczna
modelu sekcji obudowy zmechanizowanej

Dane techniczne	Jednostki	Wielkość
Liczba stojaków w sekcji	szt.	3
Odległość wzajemna sekcji	mm	26
Podporność robocza stojaka (maksymalna)	N	142,3
Ciśnienie w układzie hydraulicznym (max.)	N/m^2	$98,1.10^4$
Szerokość stropnicy	mm	46
Długość stropnicy	mm	102
Szerokość podstawy	mm	38
Długość podstawy	mm	95
Powierzchnia stropnicy	cm^2	46,9
Powierzchnia podstawy	cm^2	36,1
Nacisk jednostkowy na spąg (max.)	N/m^2	$9,12.10^4$
Nacisk jednostkowy na strop (max.)	N/m^2	$7,06.10^4$
Wysokość max. sekcji	mm	45
Wysokość min. sekcji	mm	35
Siła przesuwania sekcji	N	15
Czas rozpierania sekcji	sek.	5
Czas rabowania sekcji	sek.	10
Zasilanie obiegu hydraulicznego	-	centralne



Rys. 10. Widok modelu sekcji obudowy zmechanizowanej wyposażonej w stropnicę sztywną - jednoczęściową

istniałych warunków, jak i możliwości regulacji postępu poszczególnych sekcji obudowy w wyrobisku, w ślad za organem urabiającym niezależną od wielkości postępu frontu. Dane techniczne charakteryzujące w sposób szczegółowy opisaną konstrukcję modelowej obudowy zmechanizowanej zestawiono w tablicy 1.

LITERATURA

[1] BILIŃSKI A., PERKOWSKI W.: Kierunki obudowy ścian zmechanizowanych. Materiały pokonferencyjne pt.: Mechanizacja wyrobisk ścianowych, Katowice, 1059 r. SITG.

[2] BORECKI M.: Warunki współpracy z górotworem i zasady obliczania obudowy ścianowej. Prace GIG, Komunikat nr 175, Katowice 1955.

[3] BORECKI M., RADOWICKI F.: Hydrauliczna obudowa krocząca, systemu GIG-4. Prace GIG, s. A. Komunikat 308, Katowice 1962.

[4] CHUDEK M.: Obudowa kamienna metalowa i mieszana. Górnictwo t. 7, cz. II. Katowice 1968.

[5] KIDYBIŃSKI A.: Praktyczne uwagi dotyczące modelowania zjawisk zachodzących w górotworze podczas prowadzenia eksploatacji ścianowej. Materiały konferencyjne na Międzynarodowe Seminarium Młodych Inżynierów Górnictwa. Prace GIG, Katowice 1960.

[6] KIRPICZEW M.W.: Teorija podobija. Moskwa 1953.

[7] KORECKI Z.: Elementy i układy hydrauliczne maszyn górniczych, Katowice, 1967.

[8] OLASZOWSKI W., MARCINKIEWICZ A., PACH A.: Praca obudowy OSM-1BS w warunkach trudno łamiącego się stropu piaskowcowego w kopalni Bolesław Śmiały. Wiadomości Górnicze 7-8, Katowice 1967.