

Zenon Szczepaniak  
Piotr Głuch  
Kazimierz Podgórski

## PODPORNOŚĆ SEGMENTOWEJ OBUDOWY ŻELBETOWEJ GÓRNICZYCH WYROBISK UDOSTĘPNIĄCYCH

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono nowe konstrukcje segmentów żelbetowych przeznaczonych na obudowę górniczą o wysokiej podporności, oraz sposób projektowania takiej obudowy i prowadzenia jej badań pod względem wytrzymałościowym.

### 1. Wstęp

Intensywny rozwój kopalń głębinowych węgla i rud oraz surowców mineralnych stwarza potrzebę wykonywania dużej ilości wyrobisk górniczych. Przy budowie nowych kopalń lub nowych poziomów wydobywczych w krajowym budownictwie górniczym spotyka się coraz częściej złożone warunki górniczo-geologiczne utrudniające utrzymanie korytarzowych wyrobisk udostępniających i innych.

Mniejsza stateczność obudowy górniczej spowodowana jest głównie wzrostem naprężeń w górotworze oraz w otoczeniu istniejących i wykonywanych wyrobisk górniczych przy udostępnianiu złóż na dużych głębokościach.







Warunki górniczo-geologiczne jak: głębokość założenia poziomu, własności fizyko-mechaniczne skał i ich tektonika oraz wielkość, kształt, usytuowanie i zagęszczenie wyrobisk stwarzają sytuację geotechniczną, przy której wytwarzają się obszary naprężeniowo-deformacyjne wokół wykonywanych wyrobisk, powodujące dynamiczne oddziaływanie górotworu na ich obudowę. Stosowane dotychczas konstrukcje obudów w udostępniających wyrobiskach górniczych nie są dostosowane do przejmowania dużych nacisków deformujących się skał.

Na podstawie studiów rozwiązań stosowanych i projektowanych obudów w kapitalnych wyrobiskach korytarzowych w kopalniach zagranicznych oraz zachowania się obudów w kopalniach krajowych stosowanych w trudnych warunkach górniczo-geologicznych stwierdza się, że najkorzystniejszą charakterystykę ciśnienia górotworu posiada segmentowa obudowa żelbetowa wykonana w postaci odpowiednio upodatkowanych pierścieni - charakteryzująca się wysoką podpornością (około  $100 \text{ T/m}^2$ ) i zadaną podatnością.

### 2. Istniejące konstrukcje segmentowej obudowy żelbetowej

Segmentowa obudowa żelbetowa stosowana jest od kilku lat w CSRR, ZSRR, Belgii, RFN oraz w Polsce.

Tablica 1

Ip.	Kopalnia	Średnica obudowy [cm]	L. segm. i pierścieni [szt]	Wymiary segmentów		Zbrojenie główne [szt/mm]	Marka betonu [kg/cm <sup>2</sup> ]	Rodzaj i grubość wkładki upadniającej	Schemat obudowy
				Grubość [cm]	Szerokość [cm]				
1.	Hlubina /CSRS/	370,0	4	14,0	31,0	4 Ø 8	300	Zaprawa cement. 1,0 cm	
2.	Beringen /Belgia/	420,0	4 + 1	20,0	32,0	4 Ø12	700	Linex 2,0 cm	
3.	Zolder /Belgia/	420,0	6	20,0	32,0	4 Ø 8	700	Linex 2,0 cm	
4.	Mitterberg /RFN/	250,0	4	16,0	31,5	4 Ø10	600	Drewno 2,0 cm	
5.	Zapadna Ja2 /ZSRR/	330,0	6	8	20,0	4 Ø 10	300	Przegubowa stalowy but podatny	
6.	Jaworzno /PRL/	350,0	4	16,0	24,0	4 Ø 14	250	Drewno 3,2 cm	

Przyczyną wprowadzenia do udostępniających wyrobisk górniczych wymienio-nego typu obudowy były duże ciśnienia górotworu oraz konieczność częstych przebudów wyrobisk przy stosowaniu dotychczasowych odrzwiowych konstrukcji obudów. Pierścienie z segmentów żelbetowych o odpowiedniej konstrukcji przeciwstawiają się wywieranym na nie naciskom bez utraty stateczności. Niektóre elementy konstrukcyjne segmentów oraz średnice wykonanych z nich pierścieni przedstawiono w tablicy 1.

Ich wspólną cechą jest łukowy kształt i konstrukcja żelbetowa przy zastosowaniu czterech głównych prętów zbrojeniowych o wytrzymałości na rozciąganie przy granicy plastyczności około  $Q_r = 4000 \text{ kg/cm}^2$ . Stosowany beton charakteryzował się marką w granicach od 250 do  $700 \text{ kg/cm}^2$ . Poszczególne segmenty łączono w pierścieniu obudowy na styk z zastosowaniem:

- przy segmentach czeskosłowackich - zaprawy cementowej,
- przy segmentach belgijskich, niemieckich i polskich wkładek drewnianych lub z linexu,
- przy segmentach radzieckich - przegubu z upodatnionym trocinami butem stalowym.

Wszystkie rodzaje obudowy segmentowej dokładnie łączono z obrysem wyłomu wyrobiska przez podsadzkę z drobnogranulowanej skały - uszczelnianą wtłaczaną poza obudowę zaprawą cementową. Sztwyne połączenie obudowy z otaczającym ją górotworem ograniczało jej podatność, umożliwiło natomiast zachowanie dużej podporności i natychmiastowe przyjęcie nacisku skał przy małych ich deformacjach w kierunku wykonanego wyrobiska.

Większą podatność można uzyskać w obudowach z segmentów konstrukcji radzieckiej.

Ujemną ich cechą jest mała podporność początkowa na skutek dużej ściśliwości trocin umieszczonych w butcie stalowym.

Podporność graniczna wszystkich typów obudów zestawionych w tablicy 1 kształtuje się na poziomie od kilkudziesięciu do około  $100 \text{ T/m}^2$ .

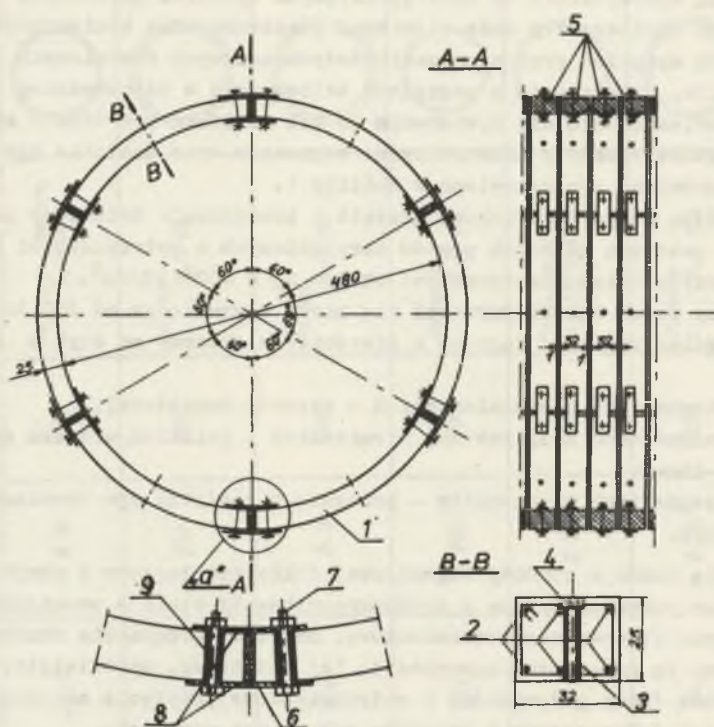
### 3. Projektowane konstrukcje segmentowej obudowy żelbetowej

Podstawową zaletą obudowy segmentowej jest możliwość wykonywania w dogodnych warunkach powierzchniowych - segmentów żelbetowych o dużej wytrzymałości na ściskanie i zginanie. Wytrzymałości takiej nie można uzyskać w przypadku wykonywania monolitycznego żelbetu bezpośrednio w warunkach dołowych - głównie ze względu na trudność utrzymywania i układania jednorodnej masy betonowej o konsystencji gęsto-plastycznej, oraz ograniczone możliwości wibrowania, pielęgnacji i uniknięcia obciążenia betonu w czasie jego wiązania.

Segmenty belgijskie charakteryzują się wysoką marką betonu - w granicach  $600-900 \text{ kg/cm}^2$ .

Stąd można było stosować w nich niedużą ilość głównych wkładek zbrojeniowych.





Rys. 1. Konstrukcja projektowanej segmentowej obudowy żelbetowej  
 1 - segment obudowy, 2 - zbrojenie, 3 - rurka montażowa, 4 - nakrętka,  
 5 - pierścienie obudowy, 6 - wkładka drewniana, 7 - śruba, 8 - płaskowniki,  
 9 - rurki złącza

Najlepsze marki betonu uzyskiwane u nas w skali technicznej osiągają wielkość w granicach 400-500 kg/cm<sup>2</sup>.

Celem zachowania dużej wytrzymałości segmentów i wymaganej podporności projektowanej z nich obudowy (przy marce betonu 400) przyjęto bardziej wytrzymałą konstrukcję zastosowanego w segmentach zbrojenia. Rozmieszczenie zbrojenia 2 w segmencie 1 przedstawiono na rys. 1.

W tabelicy 2 zestawiono rodzaj, wymiary i ilość prętów zbrojeniowych oraz innych elementów stalowych przypadających na 18 segmentów potrzebnych do zabudowy 1 mb wyrobiska.

Tablica 2

Lp.	Wyszczególnienie	Długość m	Ciężar m	Materiał
1	2	3	4	5
1	pręt zbrojeniowy $\varnothing$ 16	281,0	443,4	34GS
2	pręt $\varnothing$ 6	505,0	112,1	St3Sx

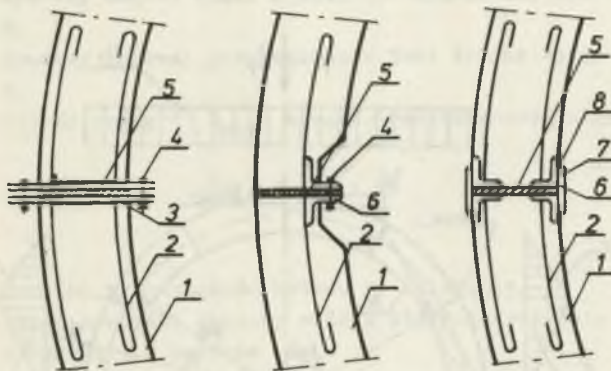
cd. tablicy 2

1	2	3	4	5
3	rura 51/3	4,4	15,7	St3S
4	rura 30/4	9,0	23,1	St3S
5	nakrętka M33	6 szt.	1,4	St3S
6	płaskownik 70x8	14,0	62,0	St3Sx
7	śruba M20	36 szt.	30,0	St3S

W środkowej części segmentu 1 usytuowano rurki montażowe 3 stanowiące gniazdo oporowe dla uchwytu manipulatora przenoszącego i ustawiającego poszczególne segmenty w miejscu ich zabudowy przy montażu pierścieni obudowy.

Nakrętki 4 przyspawane do rurek środkowych 2 przy zewnętrznej stronie obudowy mają za zadanie mocowanie dźwigarów dla pomostów stanowiących konstrukcję wsporczą przy wykonywaniu obudowy.

Zestaw kilku pierścieni obudowy 5 przedstawiono na rys. 1. Segmenty łączone są ze sobą w pierścieniu poprzez wkładkę drewnianą 5 o grubości 25 mm - za pomocą śrub 7 i płaskowników 8. Śruby przechodzą przez rurki stalowe 3 zamocowane w obu końcach każdego segmentu (rys. 1).



Rys. 2. Projektowane sposoby różnych połączeń segmentów obudowy żelbetowej

1 - końcówka segmentu, 2 - pręt kotwiący, 3 - płyta stalowa, 4 - śruba, 5 - podkładka wyrównująca, 6 - kątownik, 7 - płaskownik, 8 - spoina

Zadaniem przedstawionych połączeń końcówek segmentów jest zwiększenie stateczności obudowy w czasie jej montażu i eksploatacji wyrobiska.

Z przeprowadzonych badań belgijskich wynika, że najsłabszymi miejscami w całym pierścieniu obudowy segmentowej są połączenia między segmentami, które w wymienionym przypadku łączono na styk poprzez wkładkę drewnianą lub

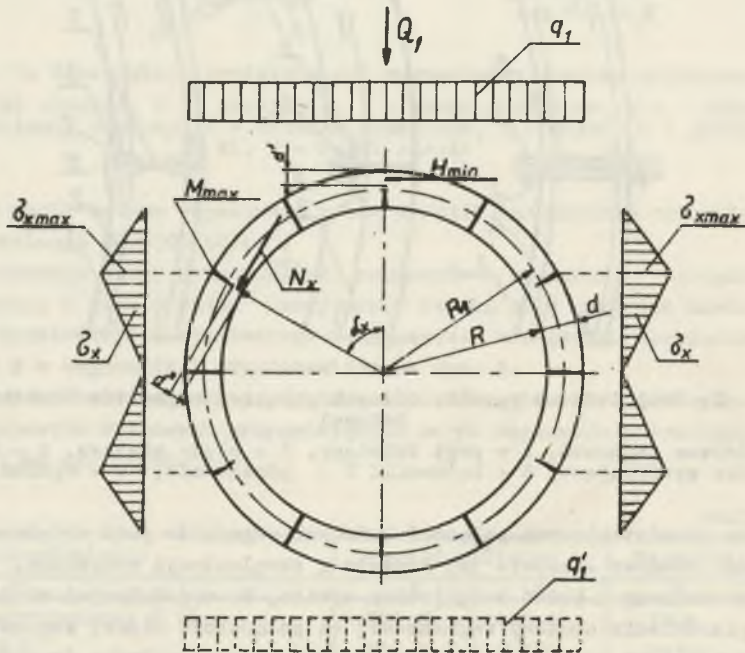
z linexu. Propozycja zastosowania połączeń jak na rys. 1 wzmocni nieco konstrukcję pierścienia, nie wyeliminuje jednak najślabszego ognia w miejscach między łączącymi się z sobą segmentami. W przyszłości planuje się wykonywać obudowę segmentową przy zastosowaniu konstrukcji połączeń między poszczególnymi segmentami o własnościach wytrzymałościowych zbliżonych do wytrzymałości segmentu.

Niektóre propozycje takich połączeń przedstawiono na rys. 2. Ze względu na duże zużycie stali w takich złączach i zwiększoną pracochłonność przy wykonawstwie samych segmentów - ostateczna decyzja odnośnie stosowania obudowy segmentowej z nowymi złączami - zostanie podjęta po przeprowadzeniu szczegółowych badań laboratoryjnych potwierdzających osiągnięcie wymaganej wytrzymałości projektowanych złącz na ściskanie i zginanie.

#### 4. Obliczanie podporności segmentowej obudowy żelbetowej

Segmentowa obudowa żelbetowa - powinna charakteryzować się dużą podpornością przy niezbyt dużej sztywności segmentów, co umożliwia jej dostosowanie się do kierunku działającego na nią obciążenia i prawidłową współpracę z górtworem.

Stąd grubość obudowy nie powinna być większa od 25-30 cm. Jej podporność przy wymienionej grubości można regulować wytrzymałością zbrojenia segmentów, marką betonu i konstrukcją połączeń między segmentami.



Rys. 3. Statyczny schemat obciążenia i pracy segmentowej obudowy żelbetowej



Sprawdzające obliczenia wytrzymałościowe obudowy przeprowadza się przy następujących założeniach:

- Podporność obudowy przy niekorzystnym jednokierunkowym ale równomiernym jej obciążeniu nie powinna być mniejsza od  $100 \text{ T/m}^2$ .
- Obudowa jest dobrze powiązana z obrysem otaczającego ją wyrobiska w wyłomie.
- Pod wpływem aktywnego jednokierunkowego obciążenia obudowy wielkością  $q_1$  (rys. 3) wystąpią z dwóch jej stron - symetrycznie rozłożone naprężenia  $\sigma_x$ , które przy najmniej korzystnym rozkładzie kształtować się będą wg trójkąta jak na rys. 3. Dolny wierzchołek trójkąta przyjmuje się nie niżej niż w połowie największej rozpiętości obudowy, górny na wysokości dolnej strony obudowy pod miejscem występowania wypadkowej  $Q_1$  założonego jej obciążenia  $q_1$  (rys. 3). Naprężenia  $\sigma_x \text{ max}$  występują w miejscach maksymalnych momentów gnących w obudowie.
- Przy przyjęciu grubości obudowy 25 cm i 6 prętów zbrojeniowych w każdym segmencie o  $Q_x = 4200 \text{ kg/cm}^2$  i  $\phi = 16 \text{ mm}$  - obliczenia wytrzymałościowe obudowy sprowadzają się wg Z. Szczepaniaka do niżej przedstawionego sposobu postępowania.

Działające na obudowę obciążenie o wielkości  $q_1$  powoduje jej spłaszczenie i dociskanie do obrysu wyłomu wyrobiska.

W przekroju obudowy pokrywanym się z wypadkową  $Q_1$  obciążenia  $q_1$  występuje maksymalny moment gnący i wielkość wypadkowej sił wewnętrznych, tzw. rozpór  $H$ .

Stateczność obudowy kołowej przy zginaniu jest tym mniejsza im mniejszy jest rozpór  $H$ .

Minimalną wielkość rozporu  $H_{\text{min}}$  można określić prostą zależnością:

$$H_{\text{min}} = R_{\text{cb}} \cdot d' \quad (1)$$

gdzie:

$R_{\text{cb}}$  - doraźna wytrzymałość betonu na ściskanie,

$d'$  - część grubości obudowy wzdłuż których występują naprężenia ściskające w betonie  $\sigma_{\text{cb}}$ .

Przy niszczącym obciążeniu obudowy naprężenia ściskające osiągają wielkość graniczną  $\sigma_{\text{cb}} = R_{\text{cb}}$  i rozkładają się równomiernie wzdłuż odcinka  $d'$ . Wielkość odcinka  $d'$  należy wyznaczyć doświadczalnie na drodze odpowiednich badań. Równomierny wzdłuż niego rozkład naprężeń  $R_{\text{cb}}$  jest możliwy dzięki pracy wkładek zbrojeniowych i rozparciu obudowy o wyłom wyrobiska. Dla ustalonej wielkości  $H_{\text{min}}$  oblicza się wielkość i miejsce występowania  $\sigma_x \text{ max}$  (rys. 3).

Przy przyjęciu trójkątnego rozkładu naprężeń  $\sigma_x$  jak na rys. 3. wielkość  $\sigma_x \text{ max}$  przy danej wartości  $H_{\text{min}}$  jest wielkością stałą i można ją określić wg zależności:

$$\sigma_{x \max} = \frac{2 H_{\min}}{R} \quad (2)$$

Miejsce występowania  $\sigma_{x \max}$  określa przekrój maksymalnego momentu gnącego ( $M_{\max}$ ) w obudowie.

Przekrój ten wyznacza się metodą kolejnych przybliżeń dla różnych kątów  $\alpha_x = 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ$ .

$$\begin{aligned} (M_{\alpha_x}) = & \frac{q_1}{2} (R_x \sin^2 \alpha_x) + \frac{\sigma_{x \max} (R-R_1 \cos \alpha_x)}{2} \left[ \frac{1}{3} (R-R_1 \cos \alpha_x) + \right. \\ & \left. + (d-d'') \cos \alpha_x \right] - H_{\min} (R_1 - R_x \cos \alpha_x) - \frac{q_1}{2} (d-d'')^2 \sin^2 \alpha_x, \quad (3) \end{aligned}$$

gdzie:

$$R_x = R + d'' \quad (4)$$

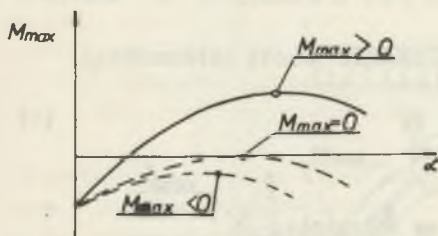
$$d'' = \frac{N_x}{2 R_{cb}}, \quad (5)$$

$$N_x = H_{\min} \cos \alpha_x + q_1 (R+d) \sin \alpha_x - \frac{\sigma_{x \max} (R-R_1 \cos \alpha_x)}{2} \cos \alpha_x, \quad (6)$$

Z zależności (3) wielkość  $M_{\max}$  znajduje się metodą wykresną jak na rys. 4.

Przy danej wielkości  $M_{\max}$  stateczność obudowy jest zachowana jeżeli spełniona jest zależność:

$$\frac{M_{\max}}{2 M_{pl} + H_{\min} \frac{d-d'}{2}} = \frac{1}{n} = 0,5 \div 0,65, \quad (7)$$



Rys. 4. Wykreślony sposób ustalania maksymalnej wielkości momentu gnącego w obudowie

gdzie:

$$M_{pl} = F_z \cdot Q_r \cdot h_1 \quad (8)$$

$F_z$  - powierzchnia przekrojów poprzecznych prętów zbrojeniowych przy wewnętrznej lub zewnętrznej stronie obudowy,

$h_1$  - odległość między prętami zbrojenia segmentów przy wewnętrznej i zewnętrznej stronie obudowy ( $d = 5$  cm),

$d$  - grubość segmentu,

$Q_r$  - wytrzymałość stali w prętach zbrojeniowych na rozciąganie przy granicy plastyczności.



Ze wzoru (7) wynika, że przy danym  $M_{\max}$  współczynnik bezpieczeństwa stateczności obudowy jest tym większy im większa jest wartość  $M_{pl}$ .

W przypadku bezzłączowego połączenia segmentów w pierścieniu lub przy słabych złączach nie wolno w mianowniku zależności (7) przyjmować podwójnej wartości  $M_{pl}$ .

Stąd wynika jednoznaczny wniosek, że żelbetowa obudowa segmentowa o nieusztywnionych połączeniach segmentów w pierścieniu jest mniej stateczna.

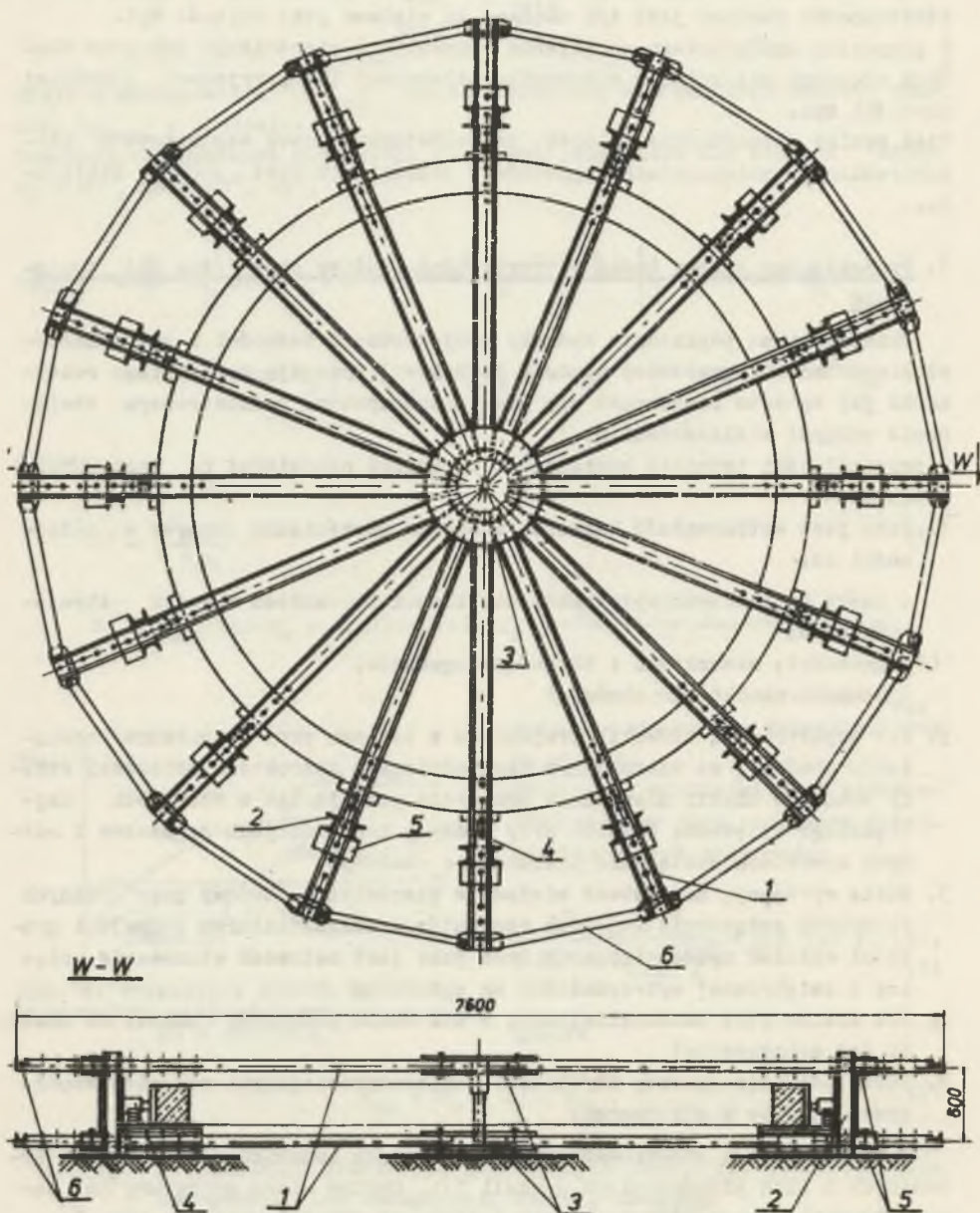
#### 5. Projektowany zakres badań wytrzymałości obudowy przy dużym jej obciążeniu

Przedstawione poprzednio sposoby projektowania nośności i wytrzymałości pierścienia segmentowej obudowy żelbetowej wymagają uprzedniego rozeznania jej sposobu zachowania się przy niekorzystnym jednostronnym obciążeniu różnymi wielkościami  $q_1$ .

W szczególności istnieje konieczność uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jaka jest wytrzymałość segmentu i całego pierścienia obudowy w zależności od:
  - marki betonu oraz wytrzymałości, ilości i rozkładu wkładek zbrojeniowych,
  - grubości, szerokości i długości segmentów,
  - sposobu obciążenia obudowy?
2. Jak współpracują wkładki zbrojeniowe z betonem przy granicznym obciążeniu obudowy, ze szczególnym uwzględnieniem szerokości ściskanej strefy betonu w chwili niszczenia przekroju pracującego w warunkach największego wyężenia żelbetu przy różnych konstrukcjach segmentów i różnych sposobach obciążenia pierścienia obudowy?
3. Gdzie występują najsłabsze miejsca w pierścieniu obudowy przy różnych sposobach połączenia końcówek segmentów z uwzględnieniem rodzaju i grubości wkładek upodatniających oraz jaka jest celowość stosowania złączy o zwiększonej wytrzymałości na zginanie?
4. Jak wielka jest odkształcalność, a tym samym podatność obudowy do chwili jej zniszczenia?
5. Jakle istnieją sposoby uzyskiwania najkorzystniejszych warunków współpracy obudowy z górotworem?

Badania zostaną przeprowadzone na segmentach indywidualnych oraz na wykonanych z nich pierścieniach w skali 1:1. Ogólny widok aparatury do badań pierścieni segmentowej obudowy żelbetowej przedstawiono na rys. 5. Badana obudowa znajduje się między dolnym i górnym układem cięgien stalowych 1 - ułożonych w formie dwóch pokrywających się z sobą 16 ramien-nych gwiazd.



Rys. 5. Schemat konstrukcji urządzenia do badań stateczności pierścienia obudowy

1 - ciągna stalowe, 2 - słupki опорowe, 3 - tarcze stalowe, 4 - siłowniki hydrauliczne, 5 - jarzma опорowe, 6 - stężenia obwodowe

Cięgna stalowe 1 tworzą między sobą kąty  $22^{\circ} 30'$ , spoczywają na słupkach oporowych 2 i są przymocowane rozłącznie do tarcz stalowych 3.

Nacisk na obudowę w czasie badań wywierają siłowniki hydrauliczne 4 oparte o słupki oporowe 2 współpracujące z cięgnami stalowymi 1 poprzez jarzma oporowe 5.

Zewnętrzne usztywnienie konstrukcji aparatu stanowią stężenia obwodowe 6. Siłowniki hydrauliczne 4 usytuowane radialnie w konstrukcji ramy aparatu mają możliwość oddziaływania na badaną obudowę w sposób akcyjny i reakcyjny.

Ciśnienie oleju w podnośnikach hydraulicznych będą wskazywać przymocowane do nich manometry, a deformacje badanej obudowy-odpowiednio zamocowane na niej czujniki zegarowe i tensometryczne. Uzyskane z badań wyniki posłużą do projektowania i konstruowania obudowy o wymaganych wysokich walorach wytrzymałościowych z uwzględnieniem zachowania najkorzystniejszych jej parametrów ekonomicznych i technologicznych.

## 6. Wnioski i uwagi końcowe

1. Przy projektowaniu i wykonywaniu udostępniających wyrobisk korytarzowych oraz komorowych spotykane są coraz częściej (zwłaszcza na dużych głębokościach) - sytuacje geotechniczne przy których wokół wymienionych wyrobisk wytwarzają się obszary naprężeniowo-deformacyjne powodujące dynamiczne obciążenie obudowy.
2. Na podstawie doświadczeń zagranicznych a zwłaszcza belgijskich stwierdza się, że najkorzystniejszą charakterystykę techniczną posiada segmentowa obudowa żelbetowa, która dzięki wysokiej podporności i regulowanej odpowiednio podatności może być stosowana w warunkach deformacyjnego ciśnienia górotworu.
3. W pracy przedstawiono istniejące i projektowane konstrukcje segmentów przystosowane pod względem wytrzymałościowym do przejmowania nacisków na obudowę przy niekorzystnym jednokierunkowym jej obciążeniu - w granicach  $100 \text{ T/m}^2$ . Stateczność obudowy dla ustalonych warunków jej współpracy z górotworem można stwierdzić za pomocą podanych w pracy wzorów.
4. Ostateczne decyzje i dalsze opracowania w zakresie najkorzystniejszych konstrukcji segmentowych obudów żelbetowych i sposobów jej projektowania zostaną podjęte po przeprowadzeniu szczegółowych badań laboratoryjnych określających zachowanie się pod względem wytrzymałościowym segmentów indywidualnych i wykonanych z nich pierścieni.

Ogólny widok zaprojektowanej przez autorów niniejszego opracowania aparatury do badań pierścieni obudowy z segmentów żelbetowych przedstawiono na rys. 5.

## LITERATURA

- [1] Chudek M., Rułka K.: Prefabrykowana żelbetowa obudowa pierścieniowa dla wyrobisk korytarzowych drażonych w trudnych warunkach geologicznych Archiwum Górnictwa t XIX/2 1974 r.



- [2] Dżandżgawa J.D. i inni: Nowyje widy krieplenija kapitalnych wyrobotok dla głubokich szacht Tkibuli - Szaorskogo miestorożdienija. Woprosy krieplenija gornych wyrobotok. Izdatielstwo Miecnijerieba. Tibilisi 1973 r.
- [3] Van Duyse H.: Creusement d'un bouveau circulaire avec revetement en panneaux de beton arme au Siege de Beringen. Biulletin Technique "Mines et Carrieres" 1968/118
- [4] Philippron P., Van Duyse H.: Creusement de bouveaux circulaires avec revetement en panneaux de beton arme au Siege de Zolder. Bulletin Technique "Mines et Carrieres" 1972/136.
- [5] Praca zespołowa: Geotechniczne kryteria oraz podstawy konstrukcji i technologii wykonania cbudów wyrobisk kapitalnych korytarzowych. Opracowanie koncepcji i prototypowych rozwiązań oraz przeprowadzenie badań laboratoryjnych. Gliwice 1974 r. Praca wyznaczona pod kierunkiem Z. Szczepaniaka.

ОПОРНОСТЬ СЕГМЕНТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КРЕПИ  
ВСКРЫВАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Р е з ю м е:

В работе представляются новые конструкции железобетонных сегментов, предназначенных для горной крепи высокой опорности, а также способ проектирования такой крепи и ведения над нею исследований по прочности.

PROP CAPABILITY OF MINING REINFORCED CONCRETE  
TUBING IN OPENING OUT HEADINGS

S u m m a r y

In the paper new structures of mining concrete tubing with high prop capability have been presented. The article described also the way of designing such a lining, as well as conducting its strength investigations.