

Piotr GLUCH  
Zenon SZCZEPANIAK

## WYKONYWANIE OBUDOWY Z CIĘŻKICH SEGMENTÓW ŻELBETOWYCH

**Streszczenie:** Segmentowa obudowa żelbetowa przeznaczona jest do stosowania w udostępniających wyrobiskach korytarzowych i specjalnych w warunkach występowania ciśnienia deformacyjnego. Wykonywanie pierścieni obudowy z ciężkich segmentów żelbetowych wymaga szczegółowego opracowania sposobu ich układania przy zapewnieniu odpowiedniej wydajności pracy, stateczności poszczególnych segmentów do chwili zamknięcia i podsadzenia całego pierścienia obudowy, jak również spełnienia warunków bhp.

### 1. WPROWADZENIE

Intensywny rozwój górnictwa kopalin użytecznych, a szczególnie węgla zmusza do budowy nowych poziomów wydobywczych na coraz większych głębokościach.

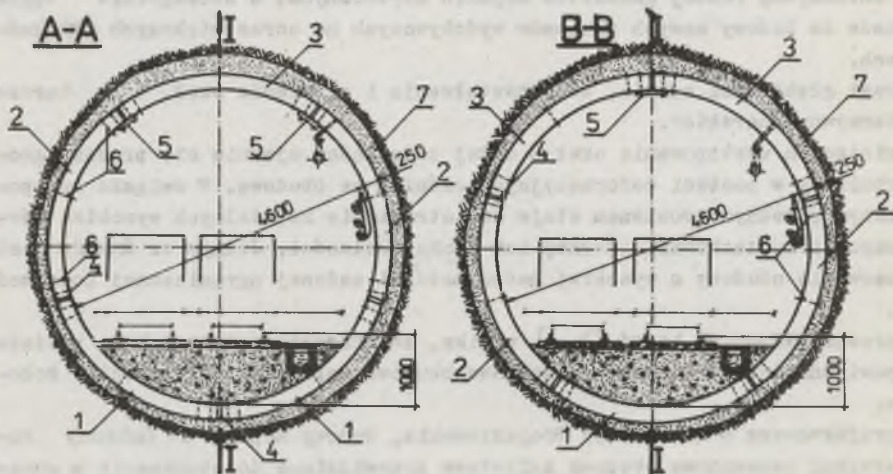
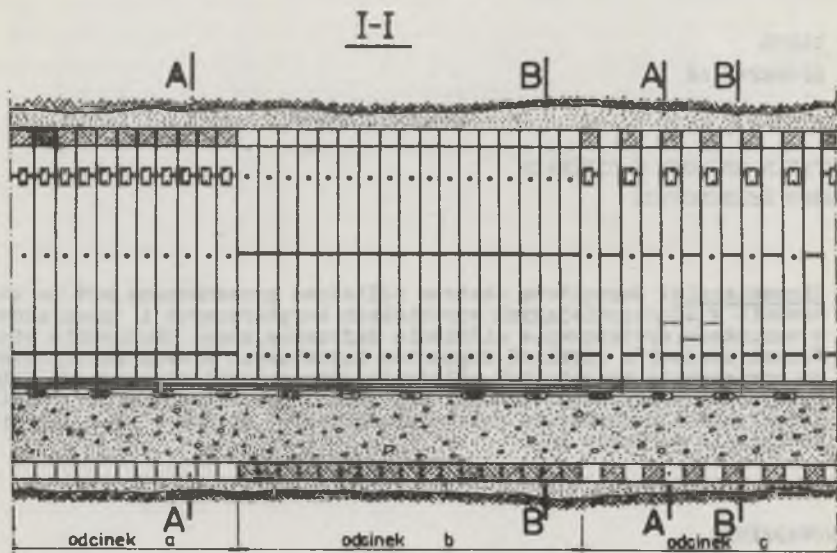
Wzrost głębokości sprawia, że odkształcenia i ciśnienie skał mają bardzo intensywny charakter.

W miejscach występowania skał o małej zwięzłości ujawnia się proces geotechniczny w postaci deformacyjnych ciśnień na obudowę. W związku z powyższym poważnym problemem staje się utrzymanie kapitalnych wyrobisk górniczych przy zachowaniu pełnej ich funkcjonalności. Jednym ze środków jest stosowanie obudowy o wysokiej podporności i zadanej ograniczonej podatności.

Z przeprowadzonych badań [3, 4] wynika, że charakterystykę taką posiada odpowiednio skonstruowana segmentowa obudowa żelbetowa o kształcie kołowym.

Zaprojektowana w Instytucie Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni segmentowa obudowa żelbetowa przewidziana do stosowania w udostępniających wyrobiskach korytarzowych o dużym przekroju składa się z zamkniętych pierścieni o wewnętrznej średnicy 460 cm, szerokości 32 cm i grubości 25 cm.

Każdy pierścień obudowy wykonany jest z 5 segmentów żelbetowych (rys. 1). Poszczególne segmenty w pierścieniu obudowy przedzielone są wkładkami podatnymi 4 wykonanymi z płyt październowych o grubości 20 - 25 mm.



Rys. 1. Wyróbisko w segmentowej obudowie żelbetowej  
 1- segmenty spagowe, 2- segmenty ociosowe, 3- segmenty stropowe, 4- wkładki podatne, 5 - złącza śrubowe, 6 - otwory montażowe, 7 - podsadzka utwardzana

W zależności od sposobu ułożenia segmentów w pierścieniu na danym odcinku obudowy istnieje możliwość jej stosowania w trzech wariantach konstrukcyjnych:

- dwa segmenty spagowe 1 i jeden stropowy 3 w kolejnych pierścieniach na danej długości odcinka obudowy (odcinek a rys. 1, przekrój A-A),
- jeden segment spagowy 1 i dwa stropowe 3 w kolejnych pierścieniach na danej długości odcinka obudowy (odcinek b rys. 1, przekrój B-B),
- przemienne ułożenie segmentów w kolejnych pierścieniach obudowy na danej długości odcinka obudowy (odcinek c rys. 1, przekrój A-A, B-B).

Wybór rodzaju konstrukcji wykonywanej segmentowej obudowy żelbetowej jest uzależniony głównie od kierunku działania największych obciążeń od strony górotworu, jak również od możliwości techniczno-technologicznych układania segmentów w pierścieniu obudowy. Sąsiadujące z sobą pierścienie obudowy przylegają wzajemnie do siebie, przy czym na jeden metr wyrobiska przypada 3 pierścienie, co daje 15 segmentów żelbetowych.

Zewnętrzna strona pierścienia obudowy powiązana jest z obrysem wyrobiska w wyłomie utwardzoną podsadzką 7.

Podstawową zaletą podsadzki jest dokładne powiązanie obudowy z górotworem (dzięki jej ekspansji) oraz nieznaczna podatność przy obciążeniu zbliżonym do dopuszczalnego dla pierścienia obudowy. Żelbetowy segment prefabrykowanej obudowy pierścieniowej został zaprojektowany z betonu klasy 400. Na zbrojenie segmentu składa się 6 prętów  $\varnothing$  16 mm wykonanych ze stali 34GS i 30 sztuk strzemion  $\varnothing$  6 mm ze stali St3Sx.

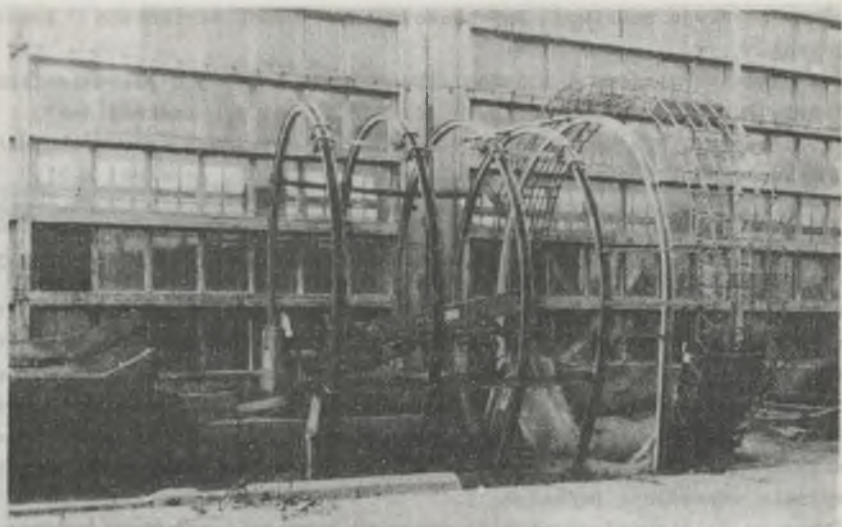
Zaprojektowane otwory w segmencie żelbetowym pełniły funkcję technologiczną przy jego układaniu, jak również służyły do zawieszania elementów wyposażenia wyrobiska.

Układanie pierścieni obudowy w wyrobiskach górniczych z ciężkich segmentów żelbetowych wg przedstawionej w niniejszym artykule technologii wymagało sprawdzenia jej praktycznej przydatności w stoisku laboratoryjnym o parametrach zbliżonych do istniejących w warunkach dołowych.

Stoisko technologiczne (rys. 2) składało się z kratownicy zastępującej wyłom wyrobiska, odrzwi stalowych obrazujących odcinek chodnika o wymiarach pierścienia z segmentów żelbetowych, toru jezdnego, z manipulatorem hydraulicznym do układania segmentów, wazu kopalnianego. Stoisko technologiczne pozwoliło opracować technologię układania segmentów w pierścieniu obudowy, sprawdzić przydatność stosowanych urządzeń i zaprojektowanych rozwiązań, jak również przeszkolić załogę dołową przewidzianą do wykonania obudowy.

Montaż obudowy był prowadzony za pomocą manipulatora hydraulicznego austriackiej firmy PENZ. Zasadniczymi elementami manipulatora są:

- dźwиг dwuramienny pracujący na zasadzie ręki,
- samojezdne podwozie szynowe - kołowe,
- uchwyt przeznaczony do ujmowania segmentów.



Rys. 2. Stoisko technologiczne do montażu segmentowej obudowy żelbetowej

Celem sprawdzenia praktycznej przydatności opracowanych rozwiązań technologicznych i zachowania się segmentowej obudowy żelbetowej w warunkach deformacyjnych ciśnień górotworu wykonano w niej na KWK "Borynia" (Rybnicki Okręg Węglowy) 40-metrowy odcinek przebudowanego przekopu polowego I wschodniego na poziomie 713 m.

Przekop ten wykonany był uprzednio w obudowie LP-7, która uległa silnym deformacjom.

Dla wykonania obudowy z segmentów żelbetowych w przodku wyrobiska po kolejnym zabiorze istnieje konieczność zabezpieczenia stropu wyrobiska obudową tymczasową lub wstępną.

W zakresie tym proponuje się stosowanie następujących rodzajów obudów:

- obudowa tymczasowa drewniana wykonana analogicznie jak dla wyrobisk w obudowie sklepienionowej murowej,
- obudowa tymczasowa stalowa przekładana,
- obudowa wstępna z kotwi wklejonych typu POK oraz siatek stalowych,
- obudowa osłonowa z blach stalowych przeznaczona do stosowania przy przechodzeniu przez uskoki i górotwór silnie zruszony.

## 2. WYKONYWANIE 5-SEGMENTOWEJ OBUDOWY ŻELBETOWEJ

Wykonywanie 5-segmentowej obudowy żelbetowej sprowadza się do dwóch podstawowych operacji:

- układanie segmentów w pełne pierścienie obudowy na długości odsłoniętego uprzednio wyłomu wyrobiska,
- powiązanie obudowy z obrysem wyrobiska w wyłomie za pomocą podsadzki.

W zależności od przyjętego uprzednio sposobu rozmieszczenia segmentów w pierścieniach wykonywanej obudowy układanie segmentów najogólniej można podzielić na trzy etapy:

- etap I - układanie segmentów spagowych,
- etap II - układanie segmentów ociosowych,
- etap III - układanie segmentów stropowych.

Ilość wykonywanych pełnych pierścieni obudowy segmentowej na długości jednego zabioru jest uzależniona od możliwej wielkości odsłonięcia obrysu wyłomu wyrobiska przy danej wytrzymałości skał otaczających. Minimalna konieczna wielkość odsłonięcia obrysu wyłomu (między przodkiem a obudową) do zabudowy 1 pierścienia obudowy o szerokości 32 cm wynosi w spagu 35 cm, a w stropie 65 cm. Zwiększony wymiar odsłonięcia przy stropie wyrobiska uzasadniony jest koniecznością równoległego przemieszczania ostatniego segmentu przy zamykaniu pierścienia obudowy.

Stąd długość odsłoniętego odcinka stropu w wyłomie można wyrazić zależnością:

$$l = (n + 1) s + 10 \text{ cm,}$$

gdzie:

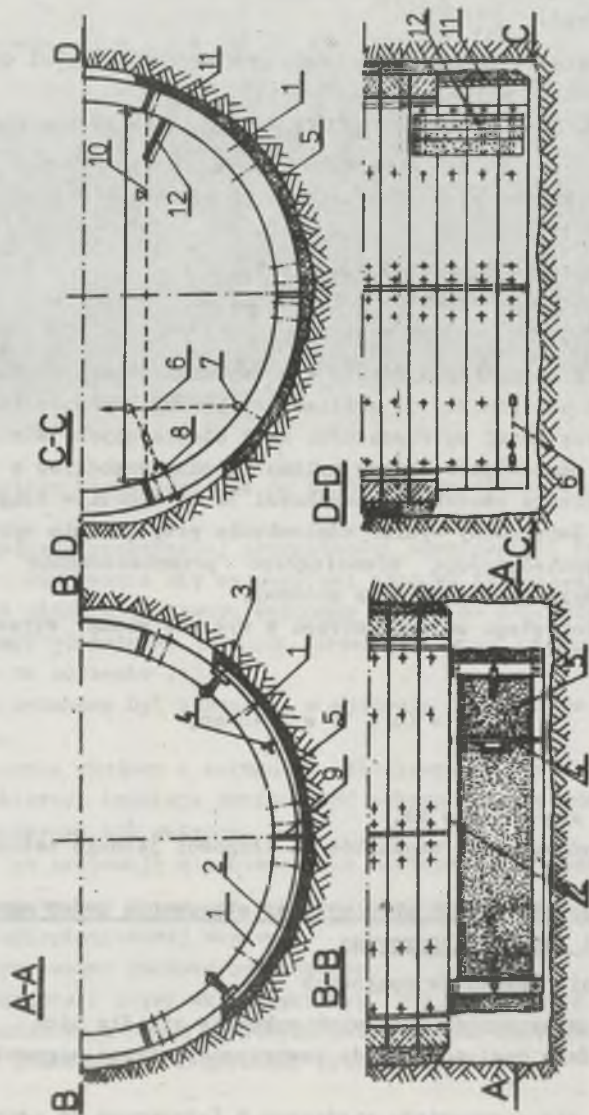
- s - szerokość segmentów w cm,
- n - ilość zabudowywanych segmentów na długości jednego zabioru.

### 2.1. Układanie pierścieni obudowy przy stosowaniu dwóch segmentów spagowych i jednego stropowego

ETAP I - układanie segmentów spagowych

Przed ułożeniem segmentów spagowych wykonuje się dla nich utwardzone podłoże o krzywiznie dostosowanej do zewnętrznej strony segmentów żelbetowych.

Podłoże wykonuje się z materiału wiążącego 5 (używanego do podsadzki) na spagu wyrobiska za pomocą szablonu 4 wzdłuż krążyn stalowych 2 (rys. 3). Układany materiał dostarcza się ręcznie lub za pomocą natryskownicy stosowanej do wykonywania podsadzki za pierścieniami obudowy.



Rys. 3. Układanie segmentów spagowych na utwardzonym podłożu

1- segmenty spagowe, 2- krażyny stalowe, 3- śruby regulacyjne, 4- szablony drewniane, 5- podłoże z utwardzonej podszedzi, 6- łańcuch ze śrubą rzymską, 7- hak w otworze środkowym, 8- hak w otworze bocznym z za-  
wieszką, 9 - wkładka podatna, 10 - doniar stalowy z pionem i poziomnicą, 11- podszedzia utwardzona, 12 -  
podest drewniany na sworzniach

W przypadku mało zwiezłych skał spagowych istnieje praktycznie możliwość dokładnego wyprofilowania spagu wyrobiska bez konieczności wykonywania utwardzonego podłoża.

Należy jednak stosować w tym przypadku odpowiednie prowadnice drewniane lub żelbetowe z wypełnieniem wszystkich pustek pod ułożonym segmentem podsadzka z drobno granulowanej skały.

Po pobraniu segmentu z wozu na haku zamocowanym do otworu środkowego układa się go na utwardzonym podłożu za pomocą zawiesia łańcuchowego (rysunek 4).



Rys. 4. Wykonywanie podłoża i układanie segmentów spagowych w warunkach dożowych

Po zabudowie wszystkich segmentów spagowych na danej długości zaboru wykonuje się podsadzkę po zewnętrznej ich stronie do wysokości odeskowania sięgającego powyżej 10-15 cm ich górnych końcówek (rys. 3, 5).

Wykonywanie podsadzki może odbywać się z podestu 12 ułożonego z desek na sworzniach usytuowanych w otworach segmentów spagowych (rys. 3).

Przy wyłomie wyrobiska nie odbiegającym więcej niż 10 cm od gabarytów zewnętrznej strony segmentów spagowych można w miejsce podsadzki utwardzonej stosować przy górnych końcówkach segmentów spagowych i dolnych ociosowych wkładki drewniane lub okładziny żelbetowe.

#### ETAP II - układanie segmentów ociosowych

Zakończenie robót związanych z zabudową segmentów spagowych pozwala na przejście do układania segmentów ociosowych w pierwszym pierścieniu wykonywanej obudowy na długości danego zaboru.



Rys. 5. Układanie segmentów spagowych w stoisku technologicznym

Przed przystąpieniem do układania segmentów ociosowych 2 zakłada się wkładki podatne 4 na górne końcówki segmentów spagowych 1, a następnie zabudowuje się kolejno dwa segmenty ociosowe 2 w pierwszym pierścieniu obudowy (rys. 6, 7).

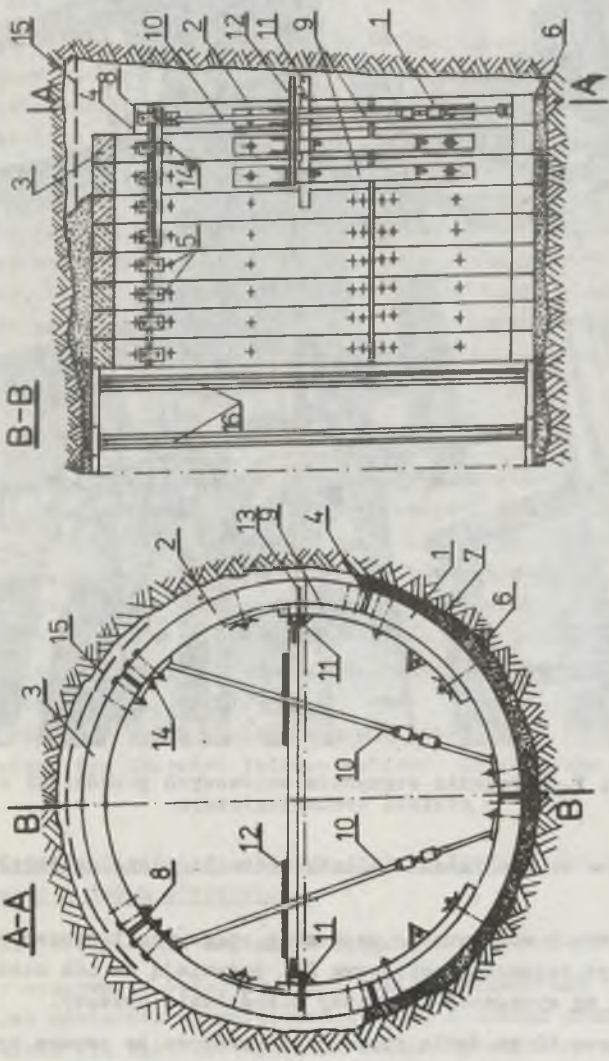
Do górnych końcówek segmentów ociosowych przed ich zabudową przymocowuje się śrubami płaskowniki stalowe 8, które wchodzi w skład złącza segmentów ociosowych z segmentem stropowym. Segmenty z zamocowanymi do nich płaskownikami 8 układa się na segmentach spagowych 1 za pomocą manipulatora hydraulicznego.

Konieczność dokładnego dostosowania układanych segmentów ociosowych do kształtu łuku kołowego i zapewnienia ich stateczności, wymaga zastosowanie odpowiednich konstrukcyjnych elementów technologicznych.

Ze względu na usprawnienie wykonawstwa segmentowej obudowy żelbetowej opracowano dwa zestawy konstrukcyjnych elementów technologicznych.

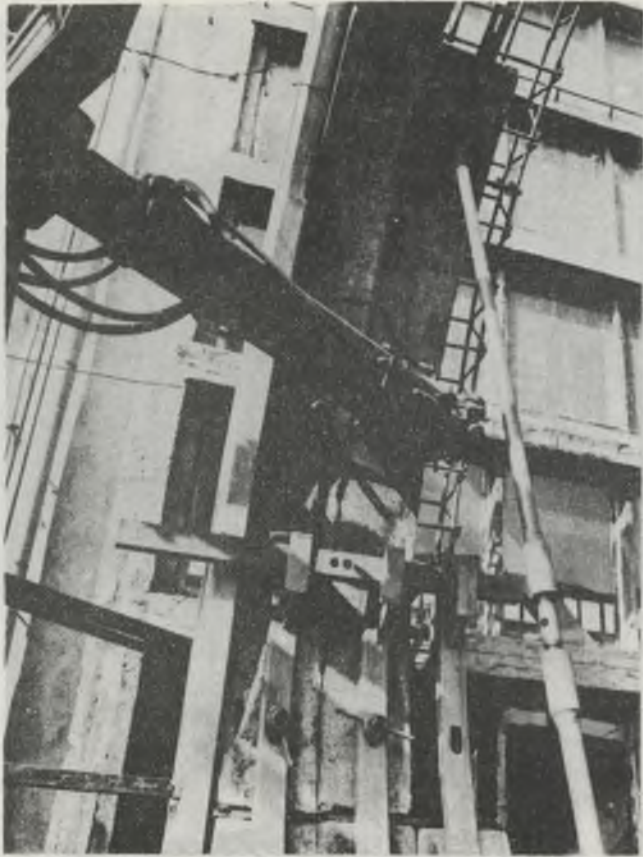
Pierwszy zestaw dostosowany jest do konieczności bardzo precyzyjnego układania pierścieni na pierwszych 3 - 4 metrach wykonywanego wyrobiska w segmentowej obudowie żelbetowej. Zastosowane konstrukcyjne elementy technologiczne na początkowym odcinku wyrobiska z segmentową obudową żelbetową obrazują rysunki 6, 7.





Rys. 6. Układanie segmentów ociosowych na pierwszych metrach wyrobiska wykonanego w segmentowej obudowie żelbetowej

- 1- segmenty spągowe, 2- segmenty ociosowe, 3- segment stropowy, 4- wkładki podatne, 5- złącza śrubowe,
- 6- podłoże z utwardzonej podsadzki, 7- podsadzka utwardzona, 8- płaskownik stalowy, 9-krążony stalowy,
- 10- rozpory stalowe ze śrubą rzymską, 11- dźwigar, 12- pomost roboczy, 13- sworznie, 14- płaskownik po-
- ziomy, 15- obudowa tymczasowa, 16- odzwia zamknięte obudowy stalowej



Rys. 7. Układanie segmentów ociosowych pierścieni obudowy w stoisku technologicznym

Przedstawione na rysunkach elementy technologiczne spełniają następujące funkcje:

- Krążyny stalowe 9 mocowane do segmentów spagowych 1 zapewniają stateczność układanym segmentom ociosowym 2 i pozwalają na ich ułożenie z dużą dokładnością wg wymaganej krzywizny pierścienia obudowy.
- Rozpory stalowe 10 ze śrubą rzymską utwierdzone za pomocą sworzni w dolnych otworach segmentów spagowych i górnych segmentów ociosowych umożliwiają obrót segmentów w kierunku wyrobiska.

Zastosowanie w rozporach śruby rzymskiej pozwala pełnić im funkcję domiarów poprzez możliwość dostosowania położenia segmentów ociosowych do krzywizny wykonanego pierścienia obudowy.

- Dźwigar stalowy 11 przechodzący przez obejmy wykonane w krążynach stalowych 9 wykorzystywany do opierania rur teleskopowych dla pomostu roboczego 12, jak również do zabezpieczenia segmentu za pomocą usytuowanych w nim sworzni 13 przed obrotem w kierunku czoła przodku wyrobiska w czasie odejmowania z niego uchwytu manipulatora.

Drugi zestaw konstrukcyjnych elementów technologicznych charakteryzuje się prostszym rozwiązaniem pozwalającym na szybsze układanie pierścieni z segmentów żelbetowych. Uproszczenie konstrukcyjnych elementów technologicznych było możliwe dzięki wykorzystaniu do ich powieszenia poprzednio wykonanych pierścieni obudowy segmentowej w początkowym odcinku wyrobiska.

Stateczność segmentów ociosowych zostaje zapewniona za pomocą rozpór stalowych 10 (rys. 8, 9) i tymczasowego płaskownika stalowego poziomego 14, którym łączy się układany segment ociosowy z ułożonym wcześniej pierścieniem obudowy. Dodatkowo segment ociosowy przed utratą stateczności zabezpieczają dwa przesuwne dźwigary stalowe 11, 12 usytuowane w uchwytach krążyn mocowanych do środkowych otworów segmentów ociosowych, wcześniej wykonanych i podsadzonych pierścieni obudowy.

#### ETAP III - układanie segmentu stropowego

Ułożenie segmentów ociosowych pozwala na całkowite zamknięcie pierścienia ze pomocą segmentu stropowego. Przed ułożeniem segmentu stropowego układa się na górnych końcówkach segmentów ociosowych wkładki podatne 4 (rys. 8) podtrzymywane za pomocą płaskowników stalowych 8.

Segment stropowy układa się poprzez równoległe wsuwanie go między segmenty ociosowe, tak jak to przedstawiono na rys. 10. Segment stropowy skręca się z segmentem ociosowym za pomocą płaskownika stalowego śrubą igłową z pomostu roboczego 13 (rys. 8).

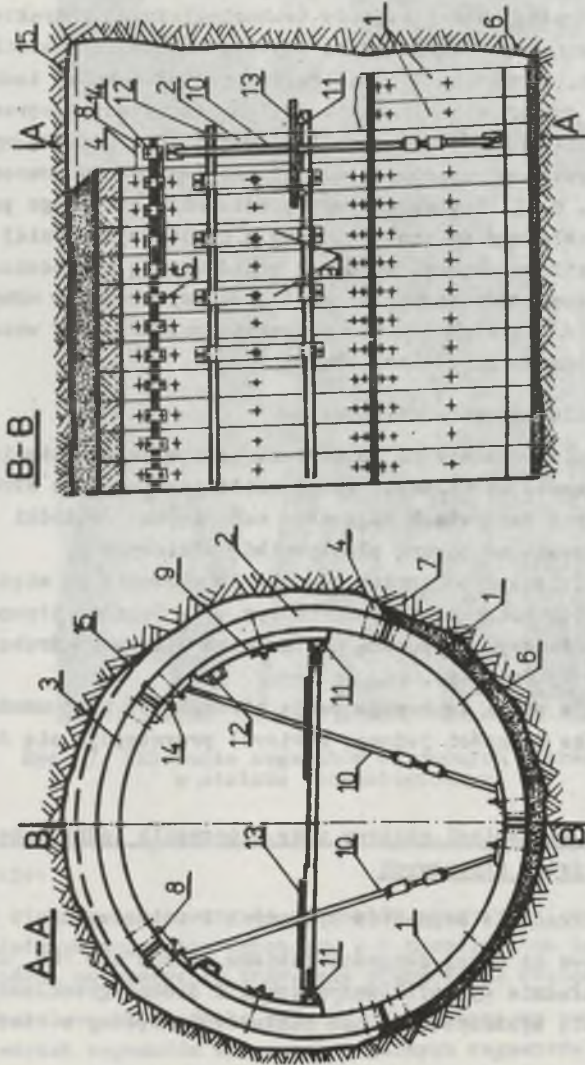
Ułożony pierścień w pełni zachowuje swoją stateczność i po zabudowie wszystkich pierścieni (na długości jednego zabioru) przystępuje się do ich podsadzania.

#### 2.2. Układanie pierścieni obudowy przy stosowaniu jednego segmentu spagowego i dwóch stropowych

#### ETAP I i II - układanie segmentów spagowych i ociosowych

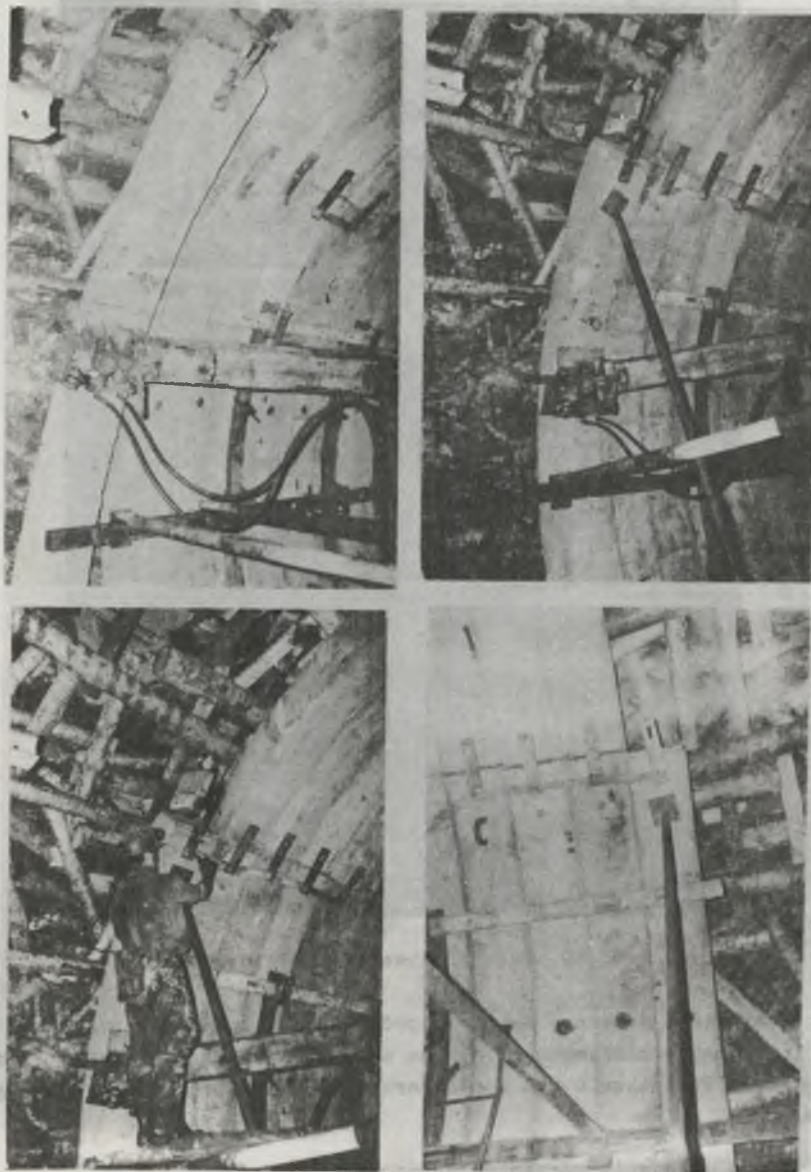
Segmenty spagowe na całej długości zabioru układa się na utwardzonej podsadźce lub dokładnie wyprofilowanym spagu i drobno granulowanej skały. Segmenty układa się wykorzystując hak montażowy wkręcony w otwór środkowy (rys. 11).

Segmenty ociosowe układa się za pomocą zawiesia łańcuchowego, co pozwala na szybkie i swobodne nadanie mu położenia zażmowanego w pierścieniu. Segmenty ociosowe układa się naprzemiennie z segmentem spagowego, sprawdzając ich położenie miarącem stalowym (rys. 12).

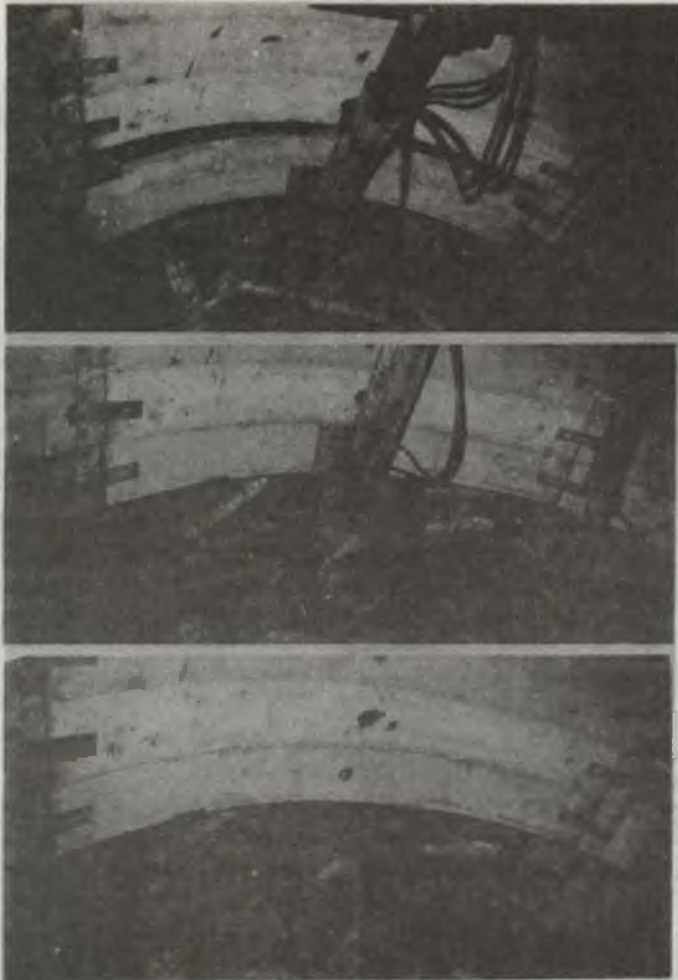


Rys. 8. Układanie segmentów ociosowych pierścieni obudowy

1- segmenty spagowe, 2- segmenty ociosowe, 3- segmenty stropowe, 4- wkładki podstawne, 5- złącza śrubowe, 6- podłóże z utwardzoną podsadzka, 7- podsadzka utwardzona, 8- piekownik stalowy, 9- krażyny stalowe, 10- rozpory stalowe, 11- dźwigiary stalowe dolne, 12- dźwigiary stalowe górne, 13- pomost roboczy, 14- płaskownik poziomy, 15- obudowa tymczasowa



Rys. 9. Układanie segmentów ociosowych pierścienia obudowy w warunkach dołowych przy stosowaniu dwóch segmentów spagowych i jednego stropowego

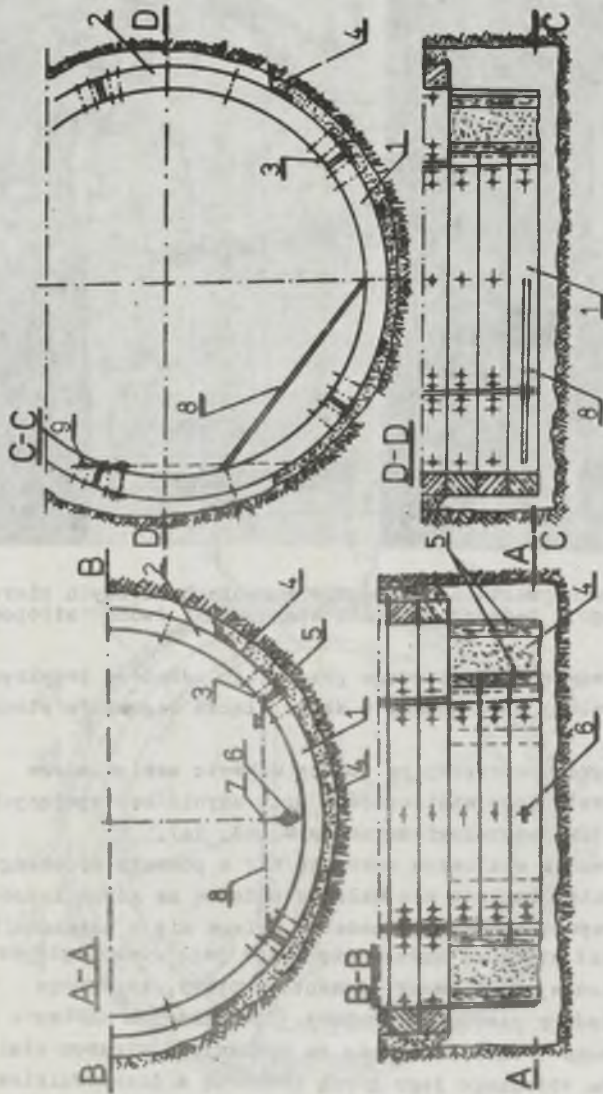


Rys. 10. Układanie segmentu stropowego

Ułożone wszystkie segmenty ociosowe podsadza się dokładnie podsadzką powyżej ich górnych końcówek, co ma na celu prawidłowe powiązanie obudowy z górotworem i uzyskanie tym samym korzystnej współpracy obudowy z górotworem.

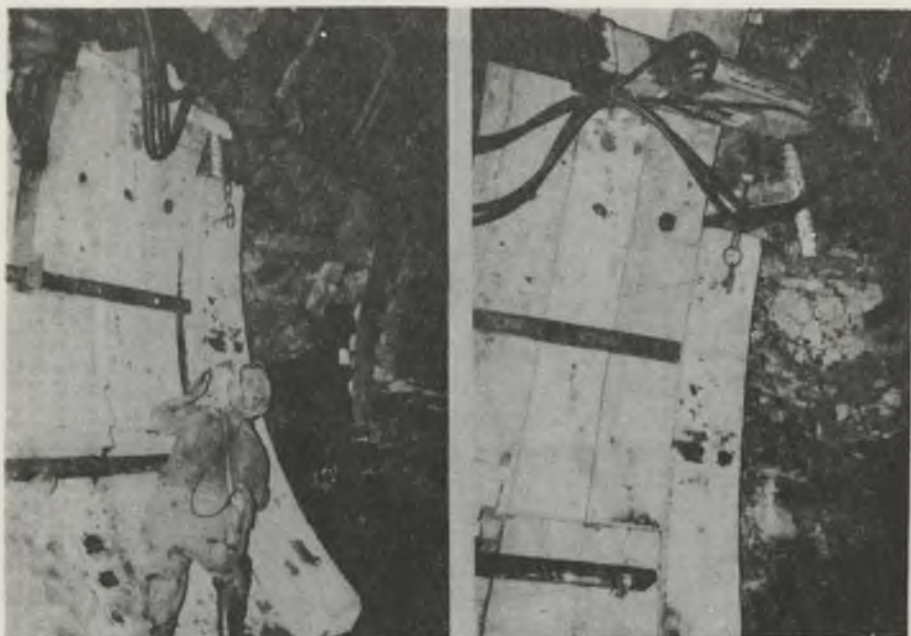
#### ETAP III - układanie segmentów stropowych

Segmenty stropowe (dwa segmenty dla każdego pierścienia) układa się po włożeniu wkładek podatnych na górnych końcówkach segmentów ociosowych.



Rys. 11. Układanie segmentów spagowych i ociosowych pierścieni obudowy wykonywanych z jednego segmentu spagowego i dwóch stropowych

1- segment spagowy, 2- segmenty ociosowe, 3- wkładki podatne, 4- podłoża z utwardzonej podsadzki lub drobnoziarnulowanej skały, 5- podkłady prowadzące, 6- hak w otworze środkowym, 7- zawieszanie oczkowe, 8- domiar stalowy, 9- zawieszanie końcowe ze śrubą



Rys. 12. Układanie segmentu ociosowego w warunkach dołowych pierścienia obudowy wykonanego z jednego segmentu spagowego i dwóch stropowych

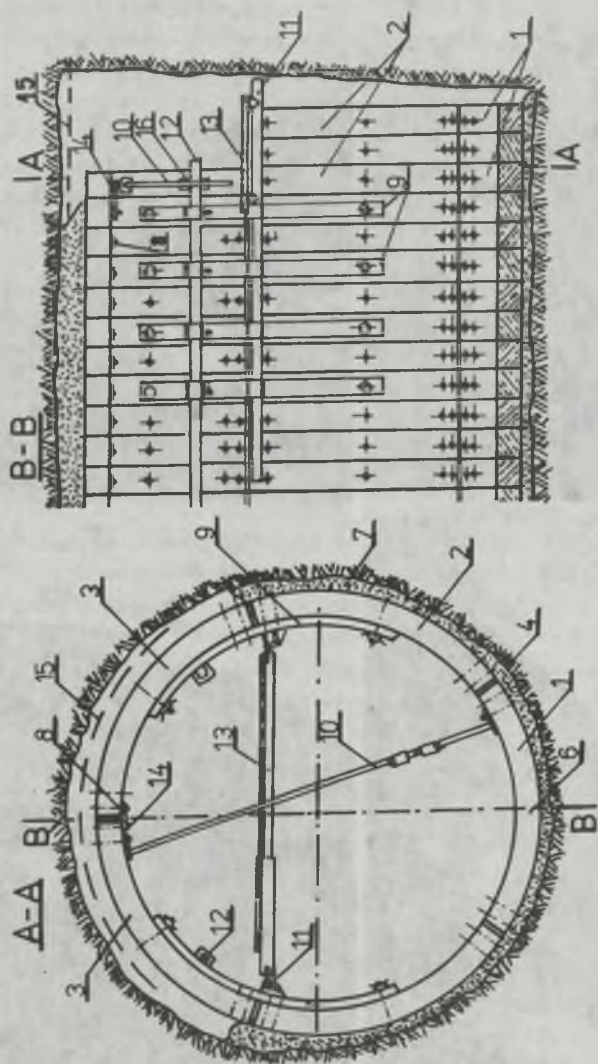
Do górnej końcówki segmentu stropowego przed jego zabudową przykręca się śrubą płaskownik stalowy 8 wchodzący w skład złącza segmentów stropowych 3 (rys. 13, 14).

Ułożony pierwszy segment stropowy za pomocą uchwyty manipulatore zabezpiecza się przed utratą jego stateczności przy użyciu następujących konstrukcyjnych elementów technologicznych (rys. 13, 14).

Mocowanie płaskownika stalowego wykonuje się z pomostu roboczego dolnego, z którego również zakłada się wkładkę podatną na górną końcówkę ułożonego segmentu stropowego. Wkładka podatna opiera się o płaskownik stalowy 8. Drugi segment stropowy układa się przez jego równoległe wsunięcie między segmenty ociosowy i pierwszy segment stropowy, co wymaga wprowadzenia go przed układany pierścień obudowy. Po dokładnym ułożeniu drugiego segmentu stropowego i zabezpieczeniu go wysuwnym dźwigarem stalowym 12 skręca się z pomostu roboczego jego górną końcówkę z płaskownikiem stalowym 8 za pomocą śruby igłowej. Ułożone segmenty stropowe 3 w pełni zachowują swoją stateczność w zamkniętym pierścieniu obudowy.

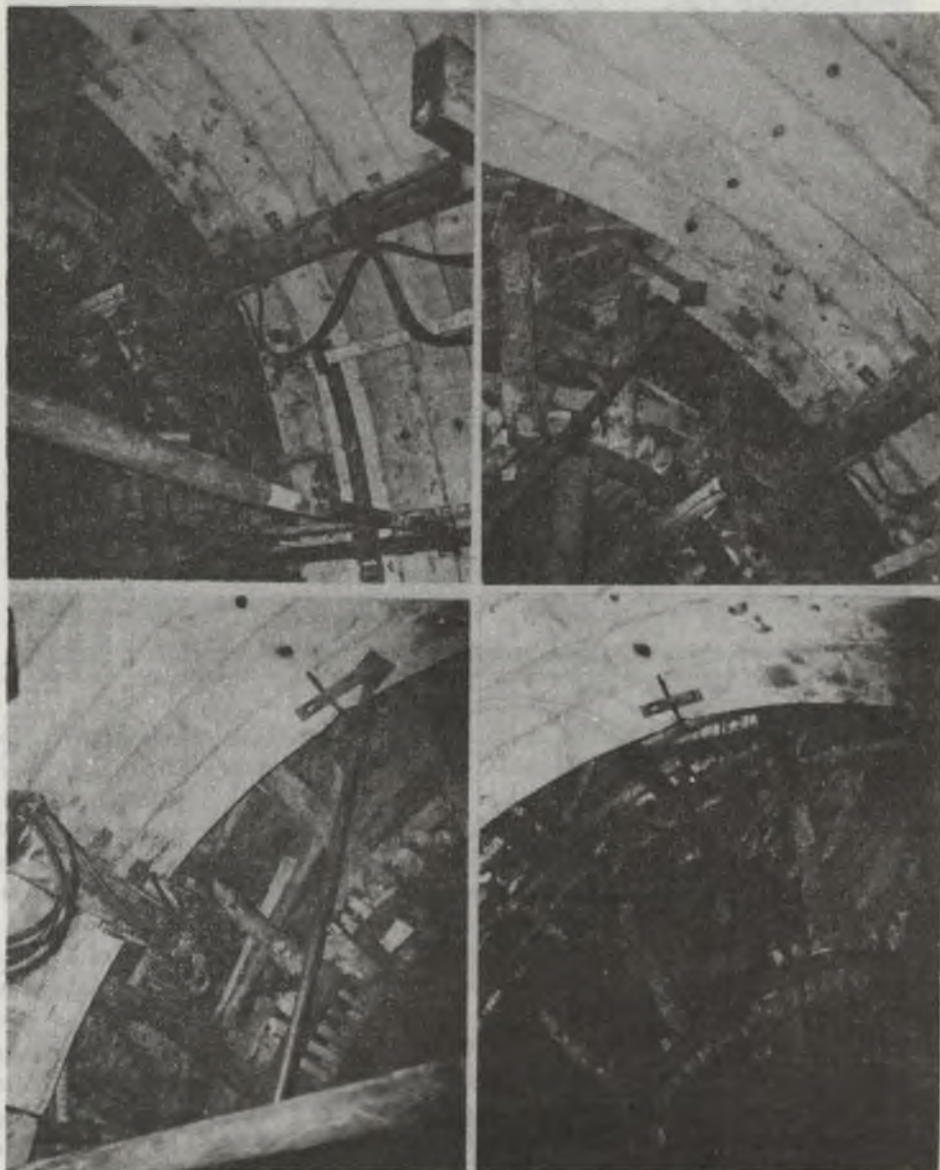
Po wykonaniu wszystkich pierścieni na długości danego zaboru przystępuje się do wykonania podsadzki między obudową a wyłomem wyrobiskawg sposobu przedstawionego w punkcie 2.4.





Rys. 13. Układanie segmentów stropowych pierścieni obudowy wykonanych z jednego segmentu spagowego i dwóch stropowych

1- segment spagowy, 2- segmenty ociosowe, 3- segmenty stropowe, 4- wkładki podstne, 5- złącza śrubowe, 6- podłoże z utwardzonej podsadzki, 7- podsadzka utwardzona, 8- płaskownik stalowy, 9- kraży-ny stalowe, 10- rozpora stalowa, 11- dźwigiary stalowe dolne, 12- dźwigiary stalowe górne, 13- pomost roboczy, 14- płaskownik poziomy, 15- obudowa tymczasowa, 16- klin drewniany



Rys. 14. Fazy układania segmentów stropowych pierścienia obudowy wykonanego z jednego segmentu spagowego i dwóch segmentów stropowych w warunkach dożowych

### 2.3. Przemienne układanie segmentów w kolejnych pierścieniach obudowy

Segmenty spagowe układa się na utwardzonym podłożu lub prowadnicach. Ilość układanych segmentów spagowych jest uzależniona od wielkości zabioru oraz rozmieszczenia segmentów w układanych pierścieniach obudowy i np. dla 1 mb zabioru może wynosić 4 lub 5 segmentów.

Po dokładnym podsadzeniu segmentów spagowych przystępuje się do układania pozostałych segmentów w poszczególnych pierścieniach obudowy na długości wykonywanego zabioru.

W przypadku układania pierścienia segmentowej obudowy żelbetowej składającego się z dwóch segmentów spagowych i jednego segmentu stropowego segmenty ociosowe przed utratą stateczności zabezpiecza się za pomocą rozporu stalowej 10, dźwigarów stalowych 11 i płaskownika poziomego 14 (rys. 15 i 16). Płaskownik poziomy jest tutaj mocowany śrubą do otworu środkowego ułożonego wcześniej pierścienia obudowy. Po ułożeniu wkładek podatnych na górnych końcówkach segmentów ociosowych układa się segment stropowy.

W przypadku układania pierścienia segmentowej obudowy żelbetowej składającego się z jednego segmentu spagowego i dwóch segmentów stropowych segmenty ociosowe układa się za pomocą łańcucha. Górne końcówki segmentów ociosowych należy dokładnie rozeprzeć o obrys wyłomu wyrobiska za pomocą okładzin drewnianych lub żelbetowych.

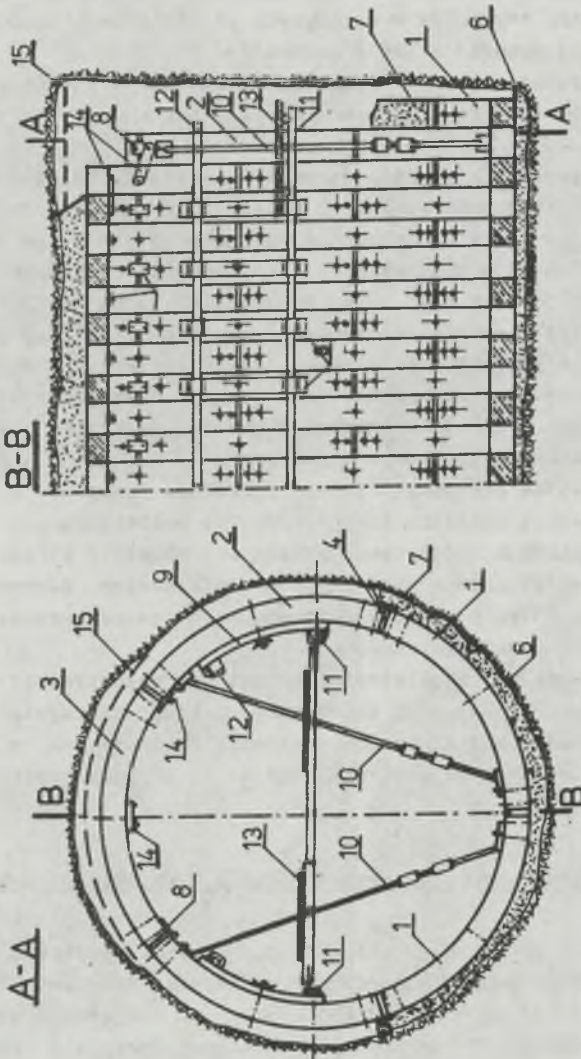
Na ułożonych segmentach ociosowych układa się segmenty stropowe. Górny płaskownik poziomy stosowany przy układaniu pierwszego segmentu stropowego mocowany jest w tym przypadku do środkowego otworu segmentu stropowego poprzedniego pierścienia obudowy.

Przy układaniu segmentów w zależności od potrzeb wykorzystuje się pomosty robocze wykonywane na rurach teleskopowych przy wykorzystaniu dolnych lub górnych przesuwnych dźwigarów stalowych usytuowanych w obejmach krążyn stalowych mocowanych do ułożonych wcześniej i podsadzonych pierścieni obudowy.

### 2.4. Powiązanie obudowy z obrysem wyrobiska w wyłomie za pomocą podsadzki

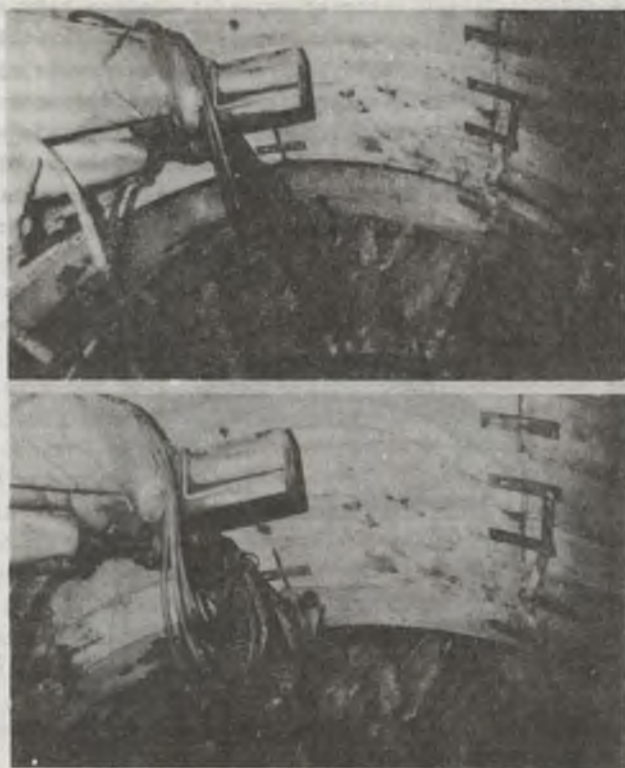
Powiązanie segmentowej obudowy żelbetowej z obrysem wyrobiska w wyłomie realizowane jest za pomocą utwardzonej podsadzki, natychmiast po zamknięciu wszystkich układanych pierścieni obudowy na długości danego zabioru w przodku wyrobiska. W technologii podsadzania przyjęto konieczność zachowania następujących warunków:

- wykonanie szczelnej podsadzki od strony czoła przodku przy odległości od niego ostatniego pierścienia  $\sim 0,4$  m,
- czas wiązanie materiału podsadzkowego od 20 do 40 min,



Rys. 15. Przemienne ukłedzenie segmentów żelbetowych w pierścieniach obudowy

1- segmenty spawane, 2- segmenty ściśsone, 3- segmenty stropowy, 4- wkładki podatne, 5- złącza śrubowe, 6- podłoża z utwardzonej podsadzki, 7- podsadzka utwardzona, 8- pieszkownik stalowy, 9- krażyny stalowe, 10- rozpory stalowe, 11- dźwigiery stalowe górne, 13- pomost roboczy, 14- pras-kownik poziomy, 15- obudowa tymczasowa



Rys. 16. Zakładanie segmentu stropowego przy przemiennym układaniu segmentów w kolejnych pierścieniach obudowy

- materiał podsadzkowy w czasie wiązania powinien zwiększać swoją objętość, co zapewni szczelne wypełnienie wszystkich pustek po zewnętrznej stronie obudowy oraz powinien posiadać niedużą ścisłość po obciążeniu obudowy ciśnieniem większym od 1 MPa.

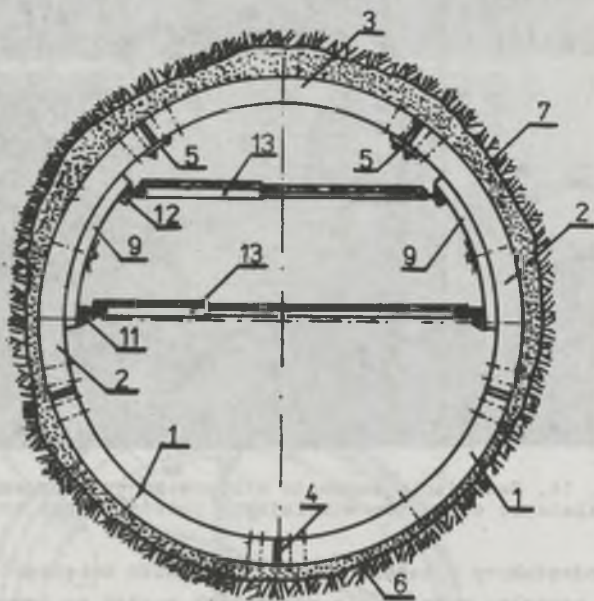
Na podstawie badań laboratoryjnych stwierdzono, że najbardziej korzystną recepturą na 1 m<sup>3</sup> podsadzki jest następująca kompozycja jej materiałów

- gips budowlany - 350 kg,
- pył dymnicowy - 350 kg,
- piasek - 300 kg,
- fosforan sodowy - 10 kg,
- woda - 450 l.

Dodatek fosforanu sodowego umożliwia jego wejście w reakcje z gipsem, w wyniku której wydziela się CO<sub>2</sub>, który powoduje porowanie i zwiększanie objętości podsadzki w czasie jej wiązania.

Podsadzkę w warunkach dołowych można wykonywać za pomocą natryskownicy GM-57 firmy Salzgitter podającej mieszaninę wymienionych materiałów suchych za pomocą sprężonego powietrza do wylotu dyszy, gdzie następuje dozowanie wody w ilości niezbędnej do związania materiału podsadzkiowego.

Przy układaniu segmentów w zależności od potrzeb wykorzystuje się pomosty robocze wykonane na rurach teleskopowych przy wykorzystaniu dolnych lub górnych przesuwanych dźwigarów stalowych usytuowanych w obejmach krążym stalowych mocowanych do ułożonych wcześniej i podsadzonych pierścieni obudowy (rys. 17).



Rys. 17. Pomosty robocze obudowy wykorzystywane do podsadzania  
 1- pierścień obudowy, 2- złącza śrubowe, 3- podsadzka utwardzona,  
 4- krążyny, 5- dźwigary stalowe dolne i górne, 6- pomost roboczy

### 3. UWAGI KOŃCOWE

Przeprowadzone szerokie badania odnośnie układania segmentów żelbetowych w pełne pierścienie obudowy na stoisku technologicznym do montażu oraz praktyczne wykonanie 40-metrowego odninka wyrobiska w segmentowej obudowie żelbetowej na przekopie połowym I wschodnim poz. 713 a w KWK "Borynia" w pełni potwierdziły możliwość stosowania i wykonania ww. obudowy w warunkach występowania deformacyjnych ciśnień górotworu.

Zastosowany do układania segmentów manipulator hydrauliczny w pełni zdał egzamin w warunkach dołowych przy zachowaniu swej funkcjonalności bez konieczności wykonania jakichkolwiek napraw. Zastosowanie w konstrukcji manipulatora nowego rozwiązania uchwytu do ujmowania segmentów pozwoliło układać je (w szczególności segmenty ociosowe i stropowe) w pierścieni obudowy bez fizycznego udziału załogi przy jego naprowadzeniu, co w przypadku ciężkich segmentów jest szczególnie istotne z uwagi na bezpieczeństwo pracy.

W warunkach dołowych w pełni potwierdzono i sprawdzono możliwość wykonania obudowy przy stosowaniu dwóch segmentów spagowych i jednego stropowego lub jednego spagowego i dwóch stropowych w jednym pierścieniu obudowy. Stosowanie różnego sposobu ułożenia segmentów w pierścieniu obudowy wynika z różnicy w ich podporności. W przypadku przemiennego układania segmentów w kolejnych pierścieniach uzyskuje się wzrost podporności obudowy do wielkości około 1,63 MPa; przy pierścieniu z jednym segmentem stropowym podporność wynosi 1,4 MPa, a przy dwóch segmentach stropowych podporność pierścienia wynosi 1,87 MPa. Obudowa z segmentów żelbetowych o dużej wytrzymałości na ściskanie i zginanie w pełni zapewnia uzyskanie prawidłowej współpracy obudowy z górotworem poprzez etapowe dokładanie podszadzanie przetrzezi za obudową utwardzoną podszadzką. Wykonanie podszadzki za obudową bezpośrednio po zamknięciu wszystkich pierścieni na długości danego zabytku pozwala na natychmiastowe przyjęcie obciążenia od strony górotworu, co ogranicza jego odkształcenia zabezpieczając odsłaniany wyłom w przodku wyrobiska przed powstawaniem obwałów.

#### LITERATURA

- [1] Chudek M., Rułka K.: Prefabrykowana żelbetowa obudowa pierścieniowa dla wyrobisk korytarzowych drażonych w trudnych warunkach geologicznych. Archiwum Górnictwa t.XIX, zeszyt 2, 1974.
- [2] Głuch M.: Metody technologiczne stosowania segmentowej obudowy żelbetowej w wyrobiskach korytarzowych o dużych przekojach. Praca doktorska niepublikowana. Gliwice 1979.
- [3] IPBKłOP: Opracowanie końcowe dokumentacji technicznej w zakresie przydatności stosowania segmentowej obudowy żelbetowej w wyrobiskach górniczych na dużych głębokościach w oparciu o analizę wyników badań oraz dobór najkorzystniejszych rozwiązań techniczno-technologicznych jej stosowania w warunkach deformacyjnych ciśnień górotworu. Praca niepublikowana, Gliwice 1980.
- [4] Szczepaniak Z., Głuch P.: Segmentowa obudowa żelbetowa dla udostępniających wyrobisk korytarzowych o dużym przekroju użytecznym stosowana w warunkach występowania deformacyjnych ciśnień górotworu w Monografii: Metody i środki eksploatacji na dużych głębokościach (Wybrane zagadnienia) Politechnika Śląska, Gliwice 1982.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СЕГМЕНТОВ

## Резюме

Сегментная железобетонная крепь предназначена для применения во вскрываемых корридорных выработках и специальных выработках в условиях присутствия деформирующего давления. Изготовление крепежных колец из тяжелых железобетонных сегментов требует тщательной разработки способа их прокладки при обеспечении соответственной производительности труда, устойчивости отдельных сегментов до момента замыкания и закладывания целого крепежного кольца, а также удовлетворения условиям безопасности труда.

## MAKING A LINING FROM HEAVY FERROCONCRETE SEGMENTS

## Summary

Sectional ferroconcrete lining is used in opening-out dog and special headings in the conditions of deformation pressure. Making rings of lining from heavy ferroconcrete segments requires a detailed scientific description of the way of their arrangement with ensuring proper productivity, stability of particular segments till the moment of closing and backfilling the whole ring of lining as well as satisfying the conditions of industrial safety.