

Zenon SZCZEPANIAK, Piotr GŁUCH, Jan URBANČZYK, Marian MICHAŁEK  
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Ochrony Powierzchni  
Politechniki Śląskiej

## STALOWE OBUDOWY ODRZWIOWE DLA WARUNKÓW DEFORMACYJNEGO CIŚNIENIA GÓROTWORU

**Streszczenie:** Zwiększająca się głębokość eksploatacji złóż jest przyczyną wzrostu i koncentracji naprężeń ściskających w skałach w otoczeniu wszystkich wyrobisk górniczych, w tym również wyrobisk korytarzowych i komorowych. Na ich obudowę naruszone pod wpływem tych naprężeń skały wywierają duże, tak zwane deformacyjne, ciśnienie górotworu. W pracy przedstawiono obudowy z odrzwi stalowych podatnych z kształtownika o profilu V29 lub V36, przy których - w warunkach wywieranego na nie deformacyjnego ciśnienia górotworu - można ograniczyć zaciskanie tych wyrobisk, a przez to w maksymalnym stopniu zachować ich stateczność.

## STEEL ARCH SUPPORTS TO THE DEFORMING ROCK PRESSURE

**Summary:** Increasing depth of the exploitation of the earth deposits is the cause of an increase and concentration of the rock compressive stresses comprising all underground workings, including roadways and caves. The destructed rock, under the above mentioned stresses, will occur with high deformative rock pressure on the support. In this paper have been shown the steel frame arch supports constructed of the V29 or V36 profiles at which, under the conditions of deforming rock stresses, it is possible to delimit the compressing of the workings and so to save their stability in the maximum degree.

## СТАЛЬНАЯ АРОЧНАЯ КРЕПЬ ДЛЯ УСЛОВИЙ ДЕФОРМАЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ ГОРНОГО МАССИВА

**Резюме.** Большая глубина разработки месторождений это главная причина повышения и концентрации сжимающих напряжений в породах окружающих все горные выработки, также выработки большой протяженности и камерные выработки. Породы с нарушенной структурой под влиянием этих напряжений вызывают большое, так называемое, деформационное давление на крепь этих выработок. В работе показаны

стальные, усиленные арочно - податливые крепи из профиля V29 или V36, которые в условиях деформационного давления горного массива позволяют уменьшить зажатие выработок и сохранить их устойчивость.

## 1. WSTĘP

Prowadzenie eksploatacji i udostępnianie węgla oraz innych kopalin użytecznych na dużych głębokościach powoduje wzrost trudności związanych z wymaganym długotrwałym utrzymaniem udostępniających wyrobisk korytarzowych i wyrobisk komorowych przy jak najmniejszej ilości ich przebudów. Zapewnienie stateczności konstrukcji obudowy i otaczających ją skał jest zagadnieniem pierwszorzędnej wagi dla górniczych wyrobisk kapitalnych, których ciągła i pełna funkcjonalność powinna być zachowana przez długotrwały okres ich eksploatacji. Zwiększająca się głębokość poziomów wydobywczych i związane z nią duże naprężenia pierwotne, własności fizyczne skał oraz ich tektonika, wielkość i kształt przekroju poprzecznego wyrobisk, technika ich wykonywania, rodzaj stosowanej w nich obudowy oraz sposób jej współpracy z górotworem powodują powstawanie wokół tych wyrobisk niekorzystnych obszarów naprężeniowo-deformacyjnych. W górotworze pozostającym w ich zasięgu wytwarza się stan naprężenia, przy którym przekroczona zostaje doraźna wytrzymałość otaczających dane wyrobisko skał nie tylko na rozciąganie i ścinanie, ale również na ściskanie.

Naprężenia ściskające, których wartość przekracza wytrzymałość skał, są przyczyną niszczenia ich struktury i wyciskania w kierunku obudowy, co powoduje wywieranie na nią tak zwanego deformacyjnego ciśnienia górotworu. Zjawiska te występują coraz częściej, tym bardziej że stosowane dotychczas w górnictwie obudowy stalowe podatne - ze względu na swoją niską podporność (pomimo zwiększonego zagęszczenia odrzwi obudowy) - nie są w stanie powstrzymać nadmiernej konwergencji wyrobiska. Z tego też względu rośnie ilość koniecznych przebudów wyrobisk w celu przywrócenia im wymaganych walorów odnośnie do pełnej ich użyteczności.

Zachodzi więc konieczność poszukiwania takich konstrukcji obudów, które zapewniłyby całkowitą stateczność wyrobiska lub przynajmniej jak najdłuższy okres zachowywania

zaplanowanej pełnej jego funkcjonalności do czasu pierwszej przebudowy i maksymalne ograniczenie ilości tych przebudów.

## 2. SPOSÓB USTALANIA WYMAGANEJ PODPORNOŚCI OBUDOWY W UDOSTĘPNIAJĄCYCH WYROBISKACH KORYTARZOWYCH

Ustalanie podporności obudowy z odrzwi stalowych dla wyrobisk korytarzowych sprowadza się do określenia wymaganej odległości między odrzwiami przy znanej dopuszczalnej roboczej podporności odrzwi  $q_{dop}$ , ustalonej na podstawie badań w stoisku laboratoryjnym. Odległość między nimi w danym wyrobisku korytarzowym można ustalić za pomocą prostej zależności (1):

$$l = \frac{q_{dop}}{q_0} \times l [m] \quad (1)$$

gdzie  $q_0$  oznacza obciążenie obudowy od strony stropu na długości  $l$  [m] wyrobiska i wzdłuż jego szerokości również równej  $l$  [m].

Zależność (1) byłaby bardzo łatwa w praktycznym zastosowaniu, jeżeli istniałaby możliwość ustalenia obciążenia obudowy od strony górotworu wielkością  $q_0$ . W warunkach deformacyjnego ciśnienia górotworu określenie wielkości jego nacisku  $q_0$ , wywieranego na obudowę, jest bardzo trudne. Łatwiej, na podstawie [2], można obliczyć przybliżoną do rzeczywistości wielkość maksymalnych naprężeń ściskających  $\sigma_{cmax}$  przy ociosach wyrobiska korytarzowego. Ustalona wielkość  $\sigma_{cmax}$  umożliwia określenie, za pomocą odpowiedniej hipotezy wytrzymałościowej, takiej podporności obudowy, przy której we współpracy z otaczającym obudowę górotworem zapewniona jest możliwość przejmowania tych naprężeń przez wytrzymałość otaczających ją skał, bez niszczenia ich struktury. Najprostszą postacią przedstawia hipoteza Hooke'a - Browna [1] wyrażona zależnością (2):

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m \times \sigma_c \times \sigma_3 + \sigma_c^2} \quad (2)$$

gdzie:

$\sigma_1$  - maksymalne naprężenia ściskające przy ociosach wyrobiska ustalone wg [2],

$\sigma_c$  - wytrzymałość na ściskanie skał przy obrysie wylomu wyrobiska; w przypadku górotworu uwarstwionego należy mieć na uwadze wytrzymałość skały w najbliższej warstwie,

$\sigma_3 = q_0$  - wymagana wielkość podporności obudowy ( a tym samym jednych odrzwi przy ich wzajemnej odległości  $l$  równej  $l[m]$  ), przy której zostanie zachowana stateczność wyrobiska korytarzowego wykonanego w skałach o wytrzymałości na ściskanie  $R_c = \sigma_c$ ,

$m$  - stała materiałowa skał ustalana laboratoryjnie; wg [1] dla średniozwięzłych piaskowców  $m = 15$ , dla ilowców  $m = 8$ .

Z przedstawionej hipotezy wyrażonej zależnością (2) można obliczyć wg wzoru (3) wymaganą wielkość podporności obudowy  $q_0$ , przy której zostanie zachowana stateczność wyrobiska.

$$\sigma_3 = q_0 = 0,5[(2\sigma_1 + m\sigma_c) - \sqrt{\sigma_c(4m\sigma_1 + m\sigma_c + 4\sigma_c)}] \quad (3)$$

Obliczona za pomocą wzoru (3) wielkość  $q_0$  pozwala - przy wykorzystaniu zależności (1) - ustalić odległość między odrzwiami w wyrobisku korytarzowym, przy której nie będzie występować jego zaciskanie. Jeżeli w praktyce zastosowana zostanie obudowa o mniejszej podporności od wyliczonej wg wzoru (3), to należy się liczyć z występowaniem zjawiska zaciskania wyrobiska i potrzebą jego przebudowy.

### 3. KONSTRUKCJE STALOWYCH OBUDÓW ODRZWIOWYCH O ZWIĘKSZONEJ PODPORNOCI I ZADANEJ PODATNOŚCI

Podstawowymi konstrukcjami w obudowach obecnie stosowanych, przystosowanymi do dość dużych ciśnień górotworu, są odrzwia wykonane z łuków podatnych o profilu V29 (trójelementowe lub czteroelementowe) oraz V36 (czteroelementowe). Odrzwia te, z uwagi na wymagane obecnie wielkości przekrojów poprzecznych udostępniających wyrobisk

korytarzowych, wykonywane są najczęściej jako odrzwia z łuków ŁP nr 9 i nr 10. Obserwacje dołowe wykazały, że obudowy te często ulegają nadmiernym odkształceniom (zwłaszcza na obwodzie łuków stropowych). Przyczyną takich odkształceń jest zaniziona podporność zsuwna obudowy względem jej rzeczywistej podpomości roboczej. Stąd przedstawione poniżej nowe konstrukcje obudów zawierają w sobie jako elementy podstawowe odrzwia znormalizowane, zaś zabudowane w nich elementy dodatkowe pozwalają na zwiększenie ich podpomości roboczej lub zsuwnej.

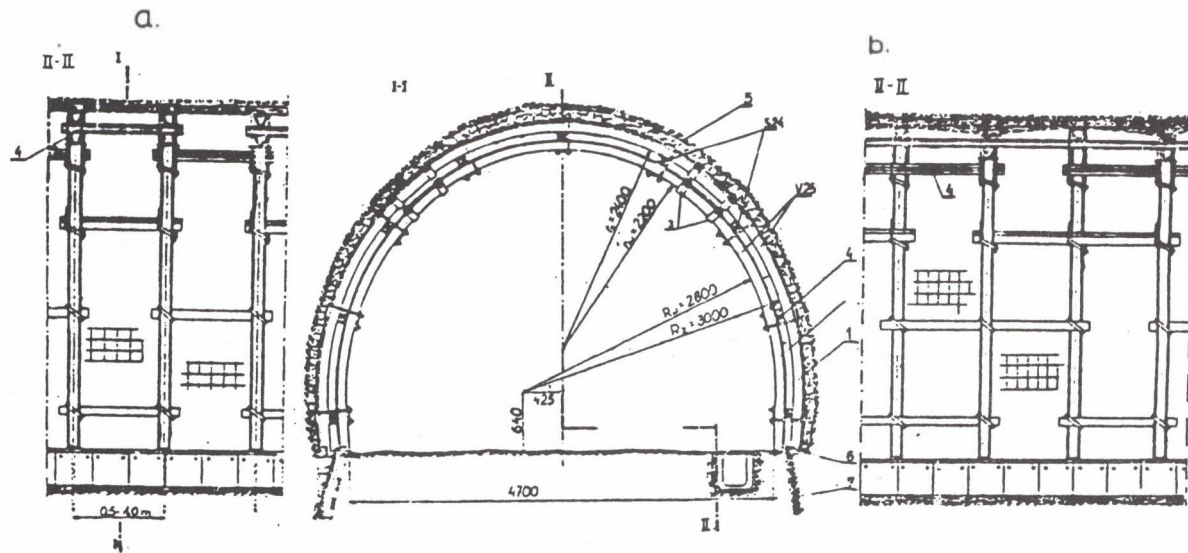
### 3.1. Obudowa odrzwiowa otwarta z łuków podwójnych z rozporami radialnymi

Konstrukcję podwójnej stalowej obudowy odrzwiowej opracowano uwzględniając następujące założenia:

- podporność zsuwna obudowy rzędu 0,6 [MPa] przy podatności do 0,15 [m],
- przekrój poprzeczny obudowy w świetle nie mniejszy od 12 [m<sup>2</sup> ],
- kształt obudowy odpowiadający kształtowi obudowy odrzwiowej ŁP,
- możliwość uzyskiwania postępów miesięcznych podczas drażenia wyrobiska porównywalnych z postępami uzyskiwanymi przy zastosowaniu obudowy pojedynczej.

Konstrukcję nośną podwójnej stalowej obudowy odrzwiowej stanowią odrzwia wewnętrzne i zewnętrzne połączone wzajemnie jarzmami - poprzez odpowiednie wkładki dystansowe, zwane rozporami radialnymi (rys.1). Połączenie i usztywnienie odrzwi obudowy wzdłuż osi wyrobiska osiąga się poprzez zastosowanie oddzielnych i niezależnych rozpor radialnych lub rozpor podłużnych będących równocześnie rozporami radialnymi (tzn. spełniających funkcję wkładek dystansowych). Rozwiązanie konstrukcyjne, w którym rozpory podłużne spełniają równocześnie funkcję rozpor radialnych (wkładek dystansowych) jest korzystniejsze, gdyż zapewnia przestrzenną pracę obudowy - powodując przenoszenie obciążenia górotworu z odrzwi zewnętrznych na wewnętrzne, jak również na odrzwia sąsiednie.

Najkorzystniejszym rozwiązaniem konstrukcji podwójnej stalowej obudowy odrzwiowej jest stosowanie typowych odrzwi zewnętrznych lub wewnętrznych obudowy ŁP oraz odpowiednie dopasowanie do nich kształtu łuków (np. zewnętrznych do typowych odrzwi wewnętrznych i odwrotnie), przy uwzględnieniu przyjętej wysokości rozpor radialnych.W



Rys. 1. Konstrukcja podwójnej obudowy odrzwiowej OPPR o kształcie łukowym otwartym:  
 a) odrzwia zewnętrzne i wewnętrzne w jednej płaszczyźnie, b) odrzwia zewnętrzne i wewnętrzne przesunięte względem siebie  
 1 - łuk zewnętrzny, 2 - łuk wewnętrzny, 3 - strzemiiona złącz obudowy,  
 4 - rozpory usztywniające (radialno-wzdłużne), 5 - strzemiiona spinające, 6 - stopa podporowa, 7 - kotew.

Fig.1. The structure of the double frame support OPPR - open arch shaped:  
 a) external and internal frame in one plane, b) external and internal frame displaced each other.  
 1 - external arch, 2 - internal arch, 3 - stirrups of the support's junctions,  
 4 - starching dilates, 5 - fastening stirrups, 6 - supporting foot, 7 - anchor

praktyce istnieje możliwość stosowania typowych rozmiarów odrzwi wewnętrznych (mniejszych) i zewnętrznych (większych), jednak wymaga to użycia rozpór radialnych o zmiennej wysokości.

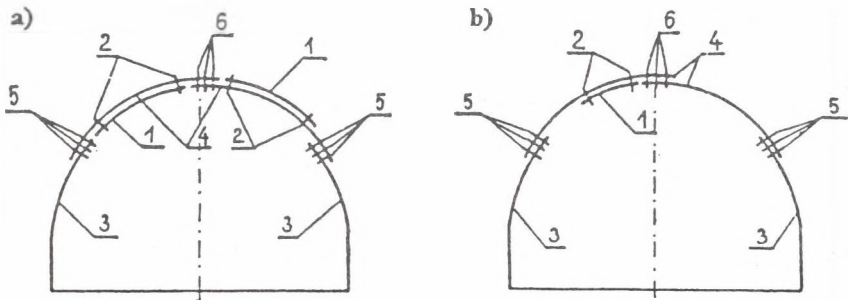
### 3.2. Stalowe obudowy odrzwiowe ze wzmocnionymi łukami stropnicowymi

Przeprowadzone badania [3] wykazują, że podporność stosowanych obecnie czteroelementowych odrzwi stalowych uzależniona jest głównie od ich podpomości zsuwnej w złączu stropowym, o której decyduje wielkość siły powodującej naciąg śrub w jego strzemionach. Naciąg ten powinien być kontrolowany i w razie potrzeby zwiększany po zaistnieniu każdego zsuwu, co bardzo utrudnia duża odległość złącza stropowego od spągu wyrobiska. Stąd uzasadnione jest wzmocnienie łuków stropnicowych obudowy z czteroelementowych odrzwi stalowych za pomocą łuków dodatkowych o profilu dostosowanym do profilu odrzwi i krzywiznie odpowiadającej krzywiznie łuku stropnicowego oraz długości dostosowanej do wymaganej podatności obudowy.

W zależności od wymaganego stopnia wzmocnienia łuku stropnicowego i kierunku maksymalnego jego obciążenia, łuk stropnicowy każdych odrzwi może być wzmocniony dwoma łukami dodatkowymi (rys.2a) lub jednym łukiem dodatkowym zakładanym z lewej lub prawej strony odrzwi, przy czym łuki dodatkowe powinny być mocowane do łuków stropnicowych co najmniej dwoma strzemionami.

Można również zastosować rozwiązanie (rys.2b) pozwalające na regulowane zwiększanie podpomości zsuwnej odrzwi przez zamocowanie przy końcówce ich łuku stropnicowego, przy złączu stropowym, łuku dodatkowego o długości około 0,3 [m], który stanowi wkładkę oporową utrzymującą wymaganą podpomość zsuwną odrzwi w ich złączu stropowym bez potrzeby zwiększania w nim naciągu śrub.

W innym rozwiązaniu (rys.3) wzmocnienie łuku stropnicowego odrzwi czteroelementowych uzyskano także za pomocą dwu łuków dodatkowych - podobnie jak w konstrukcji przedstawionej schematycznie na rys.2a - ale przy zmienionym ułożeniu względem siebie zasadniczych elementów łuku stropnicowego i łuków dodatkowych oraz ich połączeniu strzemionami.

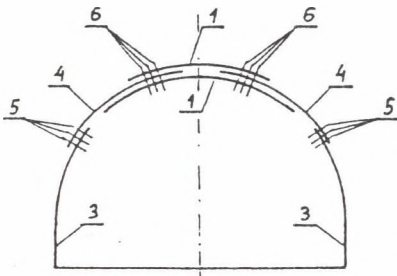


Rys. 2. Sposób wzmocnienia łuków stropnicowych obudowy z czteroelementowych odrzwi stalowych za pomocą: a) dwu łuków dodatkowych, b) jednego łuku dodatkowego (wkładki oporowej);

1 - łuk dodatkowy, 2 - strzemiona dodatkowe, 3 - łuk ociosowy, 4 - łuki stropnicowe, 5 - strzemiona złącza ociosowego, 6 - strzemiona złącza stropowego

Fig. 2. The way of reinforcing of the roof arch of the four-elements steel frame support with: a) two additional arches, b) one additional arch (resisting insertion);

1 - additional arch, 2 - additional stirrups, 3 - side wall arch, 4 - roof arches, 5 - stirrups of the side wall junction, 6 - stirrups of the roof junction



Rys. 3. Sposób wzmocnienia, za pomocą dwu łuków dodatkowych, obudowy z czteroelementowych odrzwi stalowych o zmienionym ułożeniu zasadniczych elementów łuku stropnicowego:

1 - łuk dodatkowy, 2 - strzemiona dodatkowe, 3 - łuk ociosowy, 4 - łuki stropnicowe, 5 - strzemiona złącza ociosowego, 6 - strzemiona złącza stropowego

Fig.3. The way of reinforcing of the four-elements steel frame arch support with changed disposition of the main elements of the roof arch:

1 - additional arch, 2 - additional stirrups, 3 - side wall arch, 4 - roof arches, 5 - stirrups of the side wall junction, 6 - stirrups of the roof junction



Zastosowanie łuków dodatkowych w łuku stropnicowym pozwala na zwiększenie podporności zsuwniej odrzwi, zwiększenie wytrzymałości łuku stropnicowego na zginanie oraz wykorzystanie w pełni maksymalnej podporności odrzwi z chwilą zmiany charakteru pracy obudowy z pracy konstrukcji podatnej na pracę konstrukcji nieupodatnionej, to jest po dojściu dolnych końcówek łuków dodatkowych do górnych końcówek łuków ociosowych (w konstrukcjach jak na rys.2) lub po zejściu się górnych końcówek łuków stropnicowych (w konstrukcji jak na rys.3).

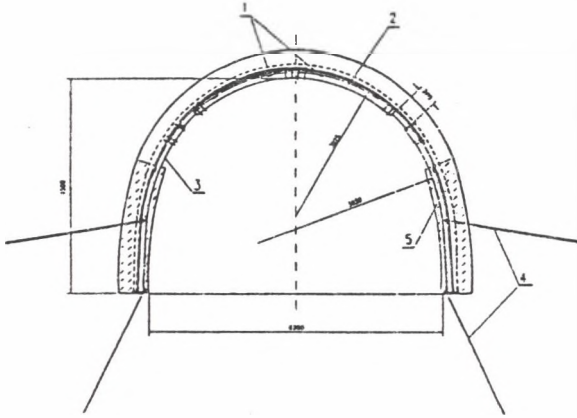
W przypadku trójelementowej lub czteroelementowej obudowy wykonywanej z odrzwi o profilu V29 istnieje możliwość wzmocnienia łuku stropowego za pomocą łuku dodatkowego w sposób przedstawiony na rys.4. Połączenie łuku dodatkowego z zasadniczym łukiem stropowym dwuelementowym w miejscu jego złącza jest możliwe przy zastosowaniu wydłużonych strzemion kabłąkowych. Zabudowany łuk dodatkowy zwiększa podporność roboczą i zsuwną odrzwi czyniąc obudowę w pierwszym etapie pracy odrzwi konstrukcją podatną, a po dojściu dolnych jego końcówek do górnych końcówek łuków ociosowych - konstrukcją sztywną. Taka praca obudowy umożliwi maksymalne wykorzystanie jej podporności we współpracy z otaczającym ją górotworem.

### **3.3. Konstrukcje stalowych, wzmocnionych obudów odrzwiowych przystosowanych do wywieranego na nie zwiększonego wszechstronnego ciśnienia górotworu**

W przypadku spodziewanego większego ciśnienia górotworu od strony ociosów lub od strony stropu i ociosów proponuje się [4] zastosowanie konstrukcji obudowy jak na rys.4. Obudowa ta może być zastosowana w trzech rozwiązaniach:

- ze wzmocnieniem łuków ociosowych tylko za pomocą kotwi,
- ze wzmocnieniem łuków ociosowych tylko za pomocą betonu,
- ze wzmocnieniem łuków ociosowych za pomocą kotwi i betonu.

W wyrobiskach korytarzowych lub komorowych, w których stwierdzono tendencję do wyciskania spągu lub przy spodziewanym wszechstronnym ciśnieniu górotworu na wykonaną w nich obudowę można [4] zastosować odrzwia o konstrukcji przedstawionej na rys.5. Obudowa ta - podobnie jak obudowa przedstawiona na rys.4 - może być również wykonywana w kilku wariantach, tzn. tak, jak to pokazano na rys. 5 lub z dodatkowymi

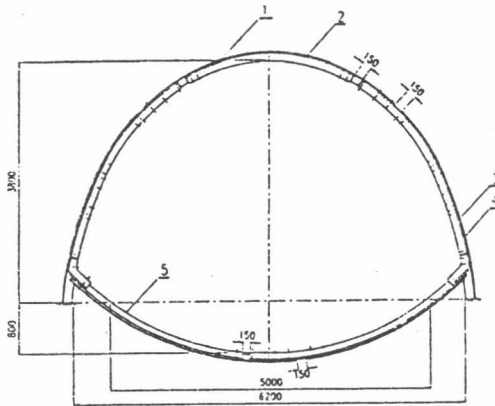


Rys. 4. Odrzwia obudowy ŁP o konstrukcji wzmocnionej:

1 - dwuelementowy łuk stropowy, 2 - dodatkowy łuk stropowy, 3 - łuk ociosowy, 4 - kotew, 5 - beton

Fig. 4. Door frame of the casting ŁP of reinforced construction:

1 - two element roof arch, 2 - additional roof arch, 3 - side wall arch, 4 - anchor, 5 - concrete



Rys. 5. Odrzwia obudowy ŁP - Sz dla wlotu na poz. 950 m w KWK "Sośnica":

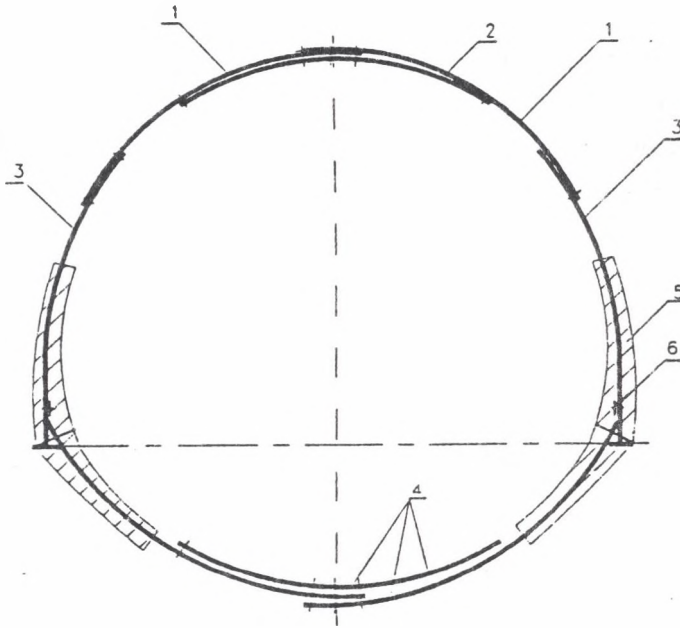
1 - jedno- lub dwuelementowy łuk stropowy, 2 - dodatkowy łuk stropowy, 3 - łuk ociosowy, 4 - dodatkowy łuk ociosowy, 5 - wieloelementowy łuk spągowy

Fig. 5. Door frame of the casing for the inlet on the position 950 m in the Sośnica Coal Mine:

1 - one or two element roof arch, 2 - additional roof arch, 3 - side wall arch, 4 - additional side wall arch, 5 - multi - element floor arch

wzmocnieniami za pomocą kotwi i betonu przy spągu wyrobiska oraz na wysokości łuków ociosowych. Odmianę konstrukcji obudowy przedstawionej na rys.5 (wzmocnionej za pomocą betonu) pokazano schematycznie na rys.6.

Z przedstawionych powyżej wzmocnionych konstrukcji obudów w praktyce została zastosowana obudowa ŁP-Sz jak na rys.5, którą wykorzystano przy przebudowie wlotu szybowego do szybu VI na poziomie 950 [m] w KWK "Sośnica".



Rys. 6. Schemat wzmocnionej obudowy ŁP zamkniętej:

1 - dwuelementowy łuk stropowy, 2 - dodatkowy łuk stropowy, 3 - łuki ociosowe, 4 - trójelementowy łuk spągowy, 5 - beton natryskowy, 6 - wkładka podatna drewniana

Fig. 6. Design of the reinforced closed casing ŁP:

1 - two element roof arch, 2 - additional roof arch, 3 - side wall arches, 4 - three element floor arch, 5 - shotcrete, 6 - timber yielding pad

#### 4. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

1. Przy stosowanych obecnie konstrukcjach obudów, w warunkach wywieranego na nie deformacyjnego ciśnienia górotworu związanego z kształtowaniem się niekorzystnych stref naprężeniowo-deformacyjnych wokół wyrobisk korytarzowych i komorowych na dużych głębokościach, wyrobiska te często ulegają intensywnemu zaciskaniu.
2. Deformacyjnemu ciśnieniu górotworu mogą przeciwstawić się, z lepszym skutkiem niż obudowy dotychczas stosowane, konstrukcje omówione w punkcie 3 niniejszej pracy, z których zastosowano w praktyce, w warunkach KWK "Halemba", obudowę przedstawioną na rys.1, zaś w KWK "Sośnica" - obudowy pokazane na rys.5 i rys.2b.
3. Właściwą odległość między odrzwiami obudowy wyrobiska korytarzowego lub komorowego można ustalić za pomocą wzoru (1) przy znanej dopuszczalnej roboczej podporności odrzwi i wymaganej wielkości podporności obudowy, przy której zostanie zachowana stateczność wyrobiska - zgodnie z zależnościami (2) i (3) podanymi w pracy.

#### Literatura

- [1] Bieniawski Z.: Rock mechanics design in mining and tunnelling. A.A. Balkema, Boston 1984.
- [2] Szczepaniak Z., Urbańczyk J.: Stateczność udostępniających wyrobisk korytarzowych w warunkach deformacyjnego ciśnienia górotworu. XIV Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu, Szklarska Poręba 1991.
- [3] Szczepaniak Z., Machoń P., Pyrczek T., Urbańczyk J.: Stateczność udostępniających wyrobisk korytarzowych z obudowami czteroelementowymi o profilu V. Konferencja Międzynarodowa pt.: "Zjawiska geomechaniczne występujące przy eksploatacji na dużej głębokości". ZN AGH, s. Górnictwo, z. nr 141, Kraków 1988.
- [4] Szczepaniak Z., Głuch P., Urbańczyk J.: Techniczno-technologiczne rozwiązania obudów górniczych dla wyrobisk korytarzowych i komorowych na duże ciśnienia górotworu, ich wdrożenie i badania dołowe. Prace Inst. Geomech., Bud. Podz. i Ochr. Pow. Politechniki Śląskiej. Praca BK-521/RG-4/92 - nie publikowana, Gliwice 1992.

Recenzent: Prof. dr hab inż. Kazimierz RULKA

Wpłynęło do Redakcji w maju 1994 r.

## Abstract

Increasing depth of the exploitation of earth deposits is cause of the increase and concentration of rock compressive stresses enclosing all underground workings, included roadways and caves. The destructed rock, under the above mentioned stresses, will occur with the high deformative rock pressure on the support. In this paper, have been shown the steel frame arch supports constructed of the V29 or V36 profiles at which, under the conditions of deforming rock stresses, it is possible to delimit the compressing of the workings and owing, to it, save their stability to great extent. In the second point of the paper is shown the calculation of the distance  $l$  between the frames, at which will save required supporting capacity of the support  $q_0$  and the stability of the underground workings.

The value of the  $q_0$  in the dependence (1) is calculated by the formula (3) obtained from the Hooke - Brown theory which is expressed in dependence (2). The symbols in (1) and (3) denote:  $q_{dop}$  - value of the admissible rock pressure on one door frame - from the investigations in laboratory,  $q_0 = \sigma_3$  - required value of the support supporting capacity of the one frame when the distance  $l$  between frames is 1 m; the value is calculated by the formula (3),  $\sigma_1$  - extremely high compressive stresses by the side wall of the roadway, calculated with (2),  $\sigma_c$  - rock resistance to compressing by the walls of working; in case of stratified rock the lowest resistive stratum should be taken,  $m$  - constant coefficient of the rock - from the investigations in laboratory, by the [1] for medium resistance sandstone  $m = 15$ , for loamstone  $m = 8$ .

Various structures of the frames for supports with given suppleness and extended supporting capacity which are compliance with the requirements fixed by the formula (3), have been shown in fig. 1,2,3,4,5 and 6.