

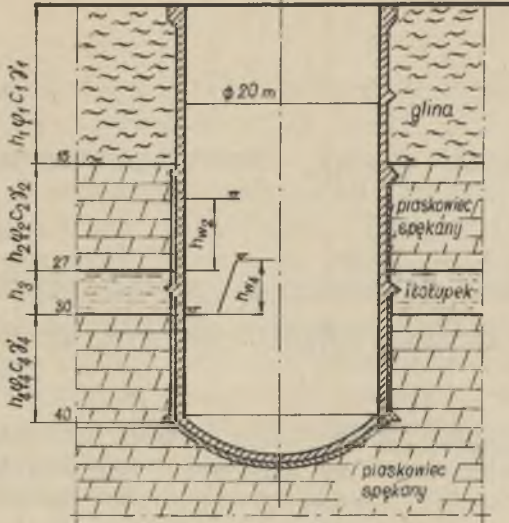
MIROSŁAW CHUDEK, KAZIMIERZ PODGÓRSKI

WYROBISKA PIONOWE O ŚREDNICACH WIĘKSZYCH
OD ZNORMALIZOWANYCH ŚREDNIC SZYBÓW

Streszczenie: W pracy podano przeznaczenie wyrobisk większych od znormalizowanych średnic szybów, przeanalizowano przykładowo sposób głębenia takiego wyrobiska wraz z opracowaniem nowych urządzeń do wykonywania obudowy i wyciągania urobionych skał. Podano sposób obliczania ciśnienia i określania grubości obudowy oraz przytoczono sposoby wykonywania obudowy.

Wprowadzenie

Głębenie wyrobisk pionowych - większych od znormalizowanych średnic szybów jest w pewnych operacjach i czynnościach podobne do głębenia typowych szybów. Jednak podobieństwo to maleje w miarę wzrostu średnicy. Wyrobiska takie zazwyczaj są wykonywane dla celów specjalnych jak np.: zbiorniki podsadzkowe, pomieszczenie do ciągłego odlewania stali itp. Z uwagi na brak rozpracowania w Polsce wykonywania takich wyrobisk, jak również z uwagi na potrzebę takich wyrobisk dla przemysłu - przykładowo podajemy w oparciu o wykonany projekt dla jednego z przemysłów krajowych sposób głębenia i obliczania obudowy podobnych wyrobisk. Dla przykładu rozpatrujemy wyrobisko o średnicy 20 m i głębokości 40 m podane na rys.1.



Rys. 1. Przekrój geologiczny z przekrojem przez wzrobisko X

Ponieważ istnieje dużo hipotez i wzorów do obliczania ciśnienia pionowego górotworu - działającego na obudowę wzrobisk pionowych, w których nie uwzględniono wpływu wyporu wody działającej na skały wg prawa Archimedesesa, przeto podajemy własny sposób obliczenia ciśnienia poziomego.

Obliczenie ciśnienia poziomego górotworu na obudowę

Sposoby obliczania ciśnienia poziomego górotworu na obudowę wzrobisk szybowych ujmuje normatyw obowiązujący w górnictwie. Po przeanalizowaniu dotychczasowych wzorów i wyników uzyskanych tymi wzorami, autorzy przyszedli do przekonania, że na wielkość ciśnienia poziomego znaczny wpływ ma woda. Przy głębieniu wzrobisk pionowych ważną jest również głębokość do której nie objawia się ciśnienie poziome na obudowę, gdyż do tej głębokości teoretycznie obudowa jest niepotrzebna. W praktyce obudowa do tej głębokości, którą nazywamy "głębokością krytyczną" jest wykonywana głównie ze względów bezpieczeństwa. Niektórzy

autorzy przyrównując wzór na siłę parcia bocznego do zera otrzymują wzór na głębokość krytyczną:

$$D = \frac{z^2}{2} \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \cdot z \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$D = 0$$

wówczas

$$z = h_{kr} = \frac{4c}{\gamma} \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

gdzie

- D - wypadkowa siła parcia bocznego
- z - głębokość zalegania rozpatrywanej skały
- γ - ciężar objętościowy skały
- φ - kąt tarcia wewnętrznej skały
- c - spójność skały

Rozumowanie takie jest nieściśle, ponieważ uwzględnia siłę, a nie ciśnienie.

$$\text{Przy } p = z \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\text{dla } p = 0$$

$$z = h_{kr} = \frac{2c}{\gamma} \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Wynika więc, że obliczona głębokość krytyczna przy $p=0$ daje wielkość dwa razy mniejszą od głębokości przy której $D = 0$. Ciśnienie poziome działające na obudowę głębinowego wyrobiska pionowego w poszczególnych warstwach rys. 1 wynosi:

$$p_1'' = h_1 \gamma_1 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_1}{2} \right) - 2c_1 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right)$$

$$p_2' = h_1 \gamma_1 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right) - 2c_2 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right)$$

$$p''_{s_2} = \left[h_1 \gamma_1 + (h_2 - h_{w_2}) \gamma_2 + h_{w_2} \gamma'_2 \right] \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) - 2c_2 \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_2}{2} \right)$$

$$p''_{w_2} = h_{w_2} \gamma'_w$$

$$p''_2 = p''_{s_2} + p''_{w_2}$$

$$p'_3 = \left[h_1 \gamma_1 + (h_2 - h_{w_2}) \gamma_2 + h_{w_2} \cdot \gamma''_2 \right] \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_3}{2} \right) - 2c_3 \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_3}{2} \right)$$

$$p''_3 = \left[h_1 \gamma_1 + (h_2 - h_{w_2}) \gamma_2 + h_{w_2} \gamma''_2 + h_3 \gamma_3 \right] \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_3}{2} \right) - 2c_3 \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_3}{2} \right)$$

$$p'_{s_4} = \left[h_1 \gamma_1 + (h_2 - h_{w_2}) \gamma_2 + h_{w_2} \gamma''_2 + h_3 \gamma_3 - h_{w_4} \gamma'_w \right] \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_4}{2} \right) - 2c_4 \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi_4}{2} \right)$$

$$p'_{w_4} = h_{w_4} \gamma'_w$$

$$p'_4 = p'_{s_4} + p'_{w_4}$$

Ciśnienie poziome przy końcu ścianek pionowych obudowy w czwartej warstwie wynosi:

$$p_{s4}'' = \left[h_1 \gamma_1 + (h_2 - h_{w2}) \gamma_2 + h_{w2} \gamma_2'' + h_3 \gamma_3 - h_{w4} \gamma_w + h_4 \gamma_4' \right] \\ \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_4}{2} \right) - 2c_4 \text{tg} \left(45 - \frac{\varphi_4}{2} \right)$$

$$p_{w4}'' = (h_4 + h_{e4}) \gamma_w$$

$$p_4'' = p_{s4}'' + p_{w4}''$$

gdzie

p' - ciśnienie poziome przy stropie

p'' - ciśnienie poziome przy spągu

p_s - ciśnienie poziome skał

p_w - ciśnienie wody

γ_w - ciężar objętościowy skał

γ' - ciężar objętościowy skały po uwzględnieniu wyporu wody

$\gamma'' = (\delta - \delta_w) \cdot (1 - n)$

n - porowatość skały

δ - ciężar właściwy skały

δ_w - ciężar właściwy wody

h - wysokość słupa wody

γ_w'' - ciężar objętościowy skały nasyconej wodą

h - grubość warstwy

1,2,3,4 - wskaźniki oznaczające kolejność rozpatrywanych warstw.

Jeżeli obliczona wartość ciśnienia wypadnie ujemna oznacza to, że skała nie wywiera nacisku na obudowę. W przypadku występowania w skale mocnej wody na małej głębokości, na obudowę wywiera parcie tylko woda. W skałach sypkich parcie na obudowę jest sumą ciśnienia wody i skały, której ciężar należy pomniejszyć o jej wypór w wodzie. W rozpatrywanym przykładzie obliczone ciśnienie poziome spękanego piaskowca na obudowę wypadło ujemnie,

wobec czego do obliczania grubości obudowy należy przyjąć ciśnienie wody. Z uwagi na dużą średnicę wyrobiska, prawie poziome zaleganie warstw, stosunkowo małe parcie skały na obudowę, we wzorach pominięto wpływ: nachylenia pokładów, kształtu wyrobiska i tarcia skały o obudowę.

Dla uproszczenia obliczeń przyjęto za innymi autorami, że zsuw skały następuje po płaszczyźnie ścięcia. Ponieważ w podanych wzorach pominięto wpływ w/w czynników dlatego obliczone wartości ciśnienia są większe od istniejących w rzeczywistości ale mniejsze od wartości uzyskiwanych wzorami stosowanymi do obliczania ciśnienia poziomego na obudowę szybów. W wyrobiskach większych od znormalizowanych średnic szybów przy małym wzroście ciśnienia szczególnie szybko rośnie grubość obudowy. Zatem wskazane jest określanie ciśnienia poziomego jak najbardziej zbliżonego do rzeczywistego. W rozpatrywanym przykładzie po analizie przyjęto obudowę jednopierścieniową, betonową jako stałą, natomiast obudowę tymczasową do głębokości 16 m stanowią okładziny żelbetowe, a do głębokości 40 m pierścień ceglany o grubości jednej cegły.

Obliczanie grubości obudowy jednopierścieniowej

Przy obliczaniu grubości obudowy można posługiwać się wzorami stosowanymi do obliczania grubości obudowy szybów, a mianowicie:

$$\text{Serlo } d = \frac{pR}{\sigma - p}$$

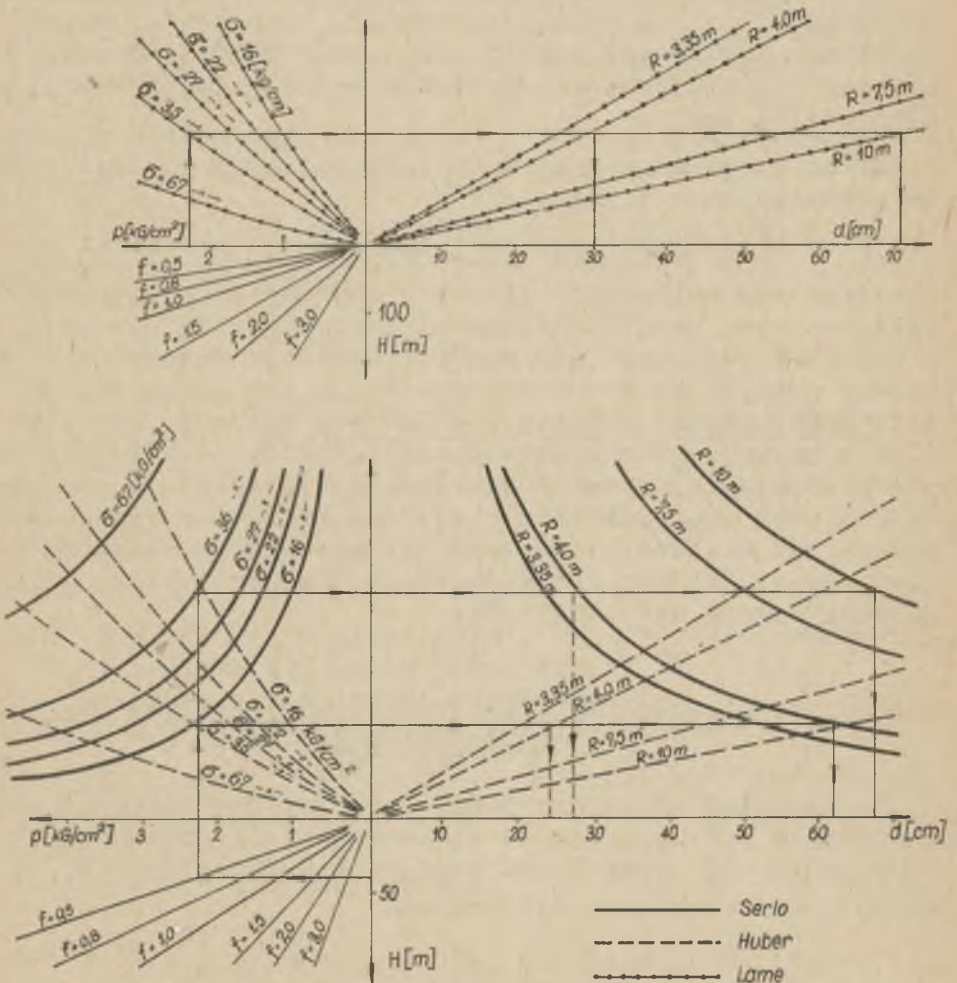
$$\text{Lame } d = R \left(\sqrt{\frac{\sigma}{\sigma - 2p}} - 1 \right)$$

$$\text{Hubera } d = R \sqrt{\frac{\sigma}{\sigma - p\sqrt{3}}}$$

gdzie

- p - ciśnienie górotworu w płaszczyźnie poziomej
- σ - dopuszczalne naprężenie ściskające materiału obudowy
- R - promień wyrobiska w świetle obudowy.

Grubość obudowy można również określić korzystając z nomogramów rys.2, które uwzględniają dodatkowo współczynnik zwięzłości skały f , przyjęty według klasyfikacji Protodiakonowa. Nomogramy w wyraźny sposób uwiadcniają



Rys.2. Normogram do określania grubości obudowy wg wzoru Serlo, Hubera, Lame

jak wielkie są różnice w grubości obudowy dla tych samych ciśnień bocznych ale różnych średnic wyrobisk. Mając obliczone ciśnienie według podanych wzorów można określić przy danym promieniu i materiale - grubość obudowy, posługując się krzywymi umieszczonymi w górnej części nomogramu. Jako ostateczną grubość obudowy przyjmuje się wielkość największą uzyskaną z wzorów względnie nomogramów. Grubość obudowy betonowej dla rozpatrywanego wyrobiska wynosi 70 cm. Jeśli na obudowę działają nierównomierne naciski pochodzące:

1) od parcia wynikłego z dodatkowego obciążenia fundamentami bliskich obiektów, zwałów, nachylenia warstw, nierównomiernego ich zawilgocenia, skłonności do pęcznienia, z przemieszczeń górotworu wskutek eksploatacji górniczej - lub

2) od urządzeń wewnątrz obudowy dających siły statyczne, dynamiczne - względnie

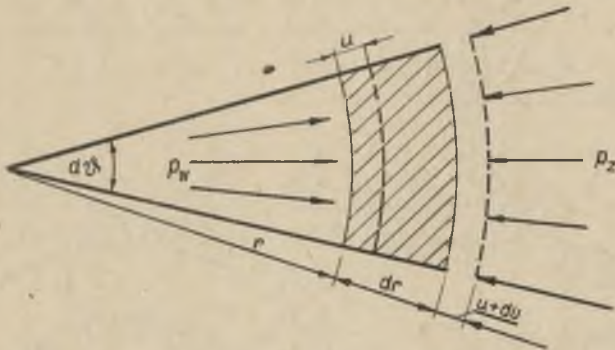
3) od miejscowych różnic temperatur

wówczas przy obliczaniu grubości obudowy należy wprowadzić poprawkę uwzględniającą miejscowe warunki. Jeżeli z obliczeń otrzymuje się grubość obudowy większą od 1 m należy przejść na obudowę żelbetową, tubingową względnie kombinowaną. Obudowę kombinowaną wykonuje się również w celu uzyskania szczelności. Obudowa składająca się przynajmniej z dwóch pierścieni współpracuje z górotworem całą swą grubością - o ile pierścień zewnętrzny przekazuje ciśnienie na pierścień wewnętrzny, a pierścień wewnętrzny swą wytrzymałością przeciwstawia się przekazywanemu nań ciśnieniu.

Obliczenie obudowy kombinowanej dwupierścieniowej i jej współpraca

Celem określenia naprężeń w obudowie kombinowanej wychodzimy z ogólnych wzorów na naprężenia promieniowe σ_r i obwodowe σ_t oraz przemieszczenia promieniowe U , w rurze pod obustronnym ciśnieniem.

$$\sigma_r = \frac{p_w R_1^2 - p_z R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} - \frac{R_1^2 R_2^2 (p_w - p_z)}{r^2 (R_2^2 - R_1^2)}$$



Rys.3. Siły działające na elementarny wycinek obudowy

$$\sigma_t = \frac{p_w R_1^2 - p_z R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} + \frac{R_1^2 R_2^2 (p_w - p_z)}{r^2 (R_2^2 - R_1^2)}$$

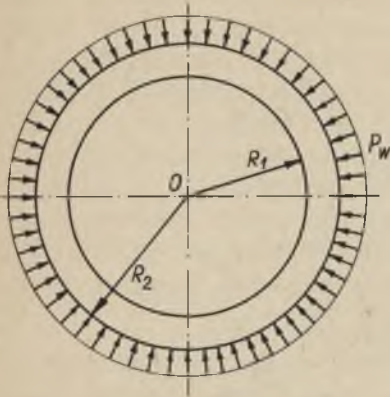
$$U = \frac{1 - \nu}{E} \cdot \frac{p_w R_1^2 - p_z R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} + \frac{1 + \nu}{E} \cdot \frac{(p_w - p_z) R_2^2 R_1^2}{r (R_2^2 - R_1^2)} \quad (1)$$

gdzie

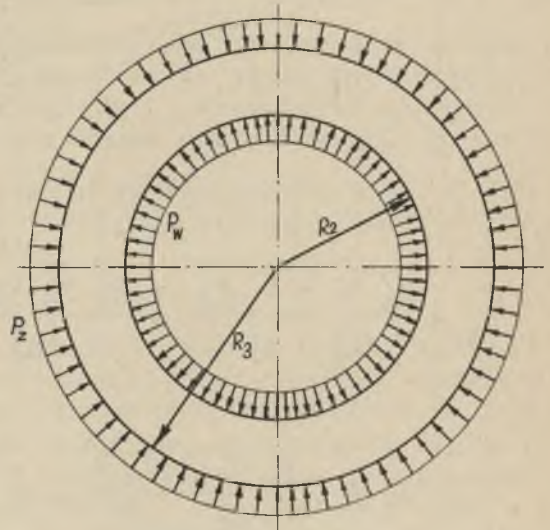
- ν - stała zwięzienia poprzecznego materiału obudowy
- p_z - poziome ciśnienie zewnętrzne
- p_w - poziome ciśnienie wewnętrzne
- E^w - moduł sprężystości materiału obudowy.

Stosując wzory (1) do obudowy kombinowanej o promieniach: wewnętrznym R_1 , zewnętrznym R_2 i promieniem styku R_3 otrzymuje się: rys.4,5 dla pierścienia wewnętrznego:

$$U_w = \frac{-(1 - \nu_w) r R_2^2 p_w}{E_w (R_2^2 - R_1^2)} - \frac{p_w R_2^2 R_1^2 (1 + \nu_w)}{E_w (R_2^2 - R_1^2) r}$$



Rys.4. Pierścień wewnętrzny obudowy kombinowanej



Rys.5. Pierścień zewnętrzny obudowy kombinowanej

$$\sigma_{r_w} = \frac{-P_w R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} \left(1 - \frac{R_1^2}{r^2}\right)$$

$$\sigma_{t_w} = \frac{-P_w R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} \left(1 + \frac{R_1^2}{r^2}\right) \quad (2)$$

dla pierścienia zewnętrznego:

$$\sigma_{r_z} = \frac{p_w R_2^2 - p_z R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} - \frac{R_2^2 R_3^2 (p_w - p_z)}{r^2 (R_3^2 - R_2^2)}$$

$$\sigma_{t_z} = \frac{p_w R_2^2 - p_z R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} + \frac{R_2^2 R_3^2 (p_w - p_z)}{r^2 (R_3^2 - R_2^2)}$$

$$U_z = r \frac{1 - \nu_z}{E_z} \cdot \frac{p_w R_2^2 - p_z R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} + \frac{1 + \nu_z}{E_z} \cdot \frac{(p_w - p_z) R_2^2 R_3^2}{r (R_3^2 - R_2^2)} \quad (3)$$

W celu obliczenia wzajemnego oddziaływania pierścieni skorzystano z warunku równości przemieszczeń; dla $r=R_2$, $U_w = U_z$.

Wielkość wzajemnego oddziaływania pierścieni jest zatem:

$$p_w = \frac{2 p_z \cdot \left(\frac{R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} \right)}{\frac{E_z}{E_w} \frac{R_2^2 + R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} - \nu_w + \frac{R_3^2 + R_2^2}{R_3^2 - R_2^2} + \nu_z} \quad (4)$$

Wielkość ciśnienia p_w decyduje o współpracy obudowy złożonej z dwóch pierścieni. Po wstawieniu tej wartości do wzoru (2) i (3) uzyskuje się liczbowe wartości naprężeń w obu pierścieniach obudowy. W celu sprawdzenia wytrzymałości obudowy wyrobisk pionowych określić należy naprężenie zastępcze np. wg hipotezy wytężeniowej Hubera-Misesa-Henkyego:

$$\sigma_o = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_r - \sigma_z)^2 + (\sigma_t - \sigma_r)^2 + (\sigma_z - \sigma_t)^2}$$

Przy odpowiednim posadowieniu obudowy, po odpowiednim związaniu materiału obudowy można pominąć σ_z , wówczas

$$\sigma_o = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_t^2} = \sigma_r \sigma_t$$

Naprężenie zastępcze dla pierścienia zewnętrznego i wewnętrznego obudowy wynosi:

$$\sigma_{o_w} = \sqrt{\left(\frac{p_w R_2^2}{R_2^2 - R_1^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{p_w R_1^2 R_2^2}{(R_2^2 - R_1^2) r^2}\right)^2}$$

$$\sigma_{o_z} = \sqrt{\left(\frac{R_2^2 p_w - R_3^2 p_z}{R_3^2 - R_2^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{(p_w - p_z) R_3^2 R_2^2}{(R_3^2 - R_2^2) r^2}\right)^2} \quad (5)$$

Naprężenia zastępcze przyjmują wartości maksymalne dla:
pierścienia wewnętrznego przy

$$r = R_1; \sigma_{o_w \max} = 2 \frac{p_w R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} = \sigma_{t_w \max}$$

$$\text{skąd } R_2 = R_1 \sqrt{\frac{\sigma_{ow}}{\sigma_{ow} - 2p_w}} \quad (6)$$

pierścienia zewnętrznego

$$\text{przy } r = R_2; \sigma_{o_2 \max} = \sqrt{\frac{(R_2^2 p_w - R_3^2 p_z) + 3(p_w - p_z/R_3^2)^2}{(R_3^2 - R_2^2)^2}}$$

skąd:

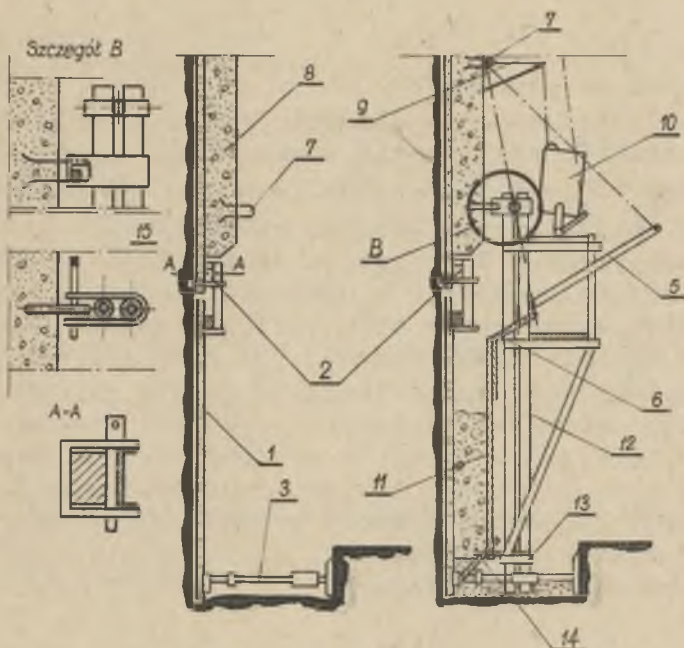
$$R_3 = R_2 \sqrt{\frac{\sigma_{oz}^2 - p_w^2}{\sigma_{oz}^2 - p_w p_z - \sqrt{(\sigma_{oz}^2 - p_w p_z)^2 + (\sigma_{oz}^2 - p_w^2) [3(p_w - p_z)^2 + p_z^2 - \sigma_{oz}^2]}}} \quad (7)$$

Przyjmując we wzorach (6) i (7) σ_{ow} i σ_{oz} równe naprężeniom dopuszczalnym dla przyjętych materiałów wylicza się grubość pierścienia zewnętrznego ($d_2 = R_3 - R_2$) i wewnętrznego ($d_1 = R_2 - R_1$). Obliczenie daje grubość pierścieni obudowy przy, których wykorzystanie materiałów jest maksymalne. W przypadku zastosowania stalowego pierścienia zabetonowanego w obudowie stałej dolnego odcinka obudowy wyrobiska w celu odcięcia dopływu wody wielkość ciśnienia wewnętrznego (p_w) działającego na płaszczyznę stalową jest sumą ciśnienia wody i pierścienia zewnętrznego obudowy. Ciśnienie to płaszczyznę stalową przekazuje na pierścień wewnętrzny obudowy stałej; należy je uwzględnić przy wytrzymałościowym jego obliczaniu. Po rozpatrzeniu obliczenia obudowy przystępujemy do opisu czynności urabiania, ładowania i wyciągania urobionej skały dla podanego przykładu.

Urabianie i ładowanie odspojonej skały

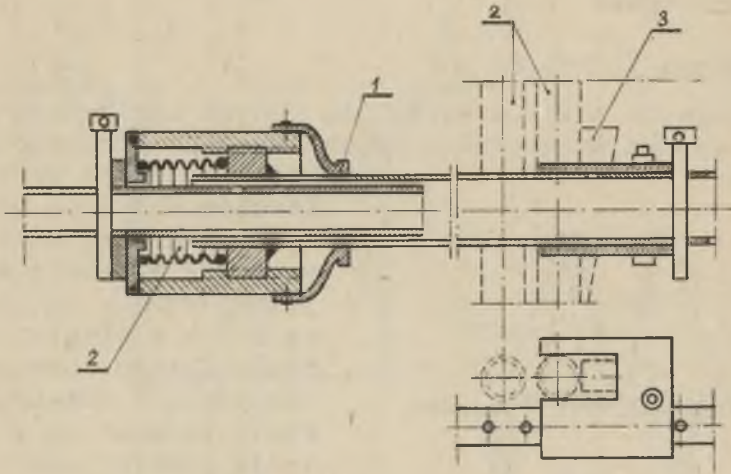
Podobnie jak przy głębieniu szybów urabianie skały może odbywać się ręcznie lub mechanicznie. Duży przekrój poprzeczny wyrobiska sprzyja zmechanizowaniu robót. W przypadku mechanicznego urabiania wykonuje się wykop otwarty do głębokości 5,4 m. Skałę urabia się warstwami o grubości 1,8 m, koparkami łyżkowymi podsiębiernie. Pod koniec zbierania każdej warstwy koparka pogłębia drogę po której odbywa się dojazd i wyjazd samochodów wywrotek z wykopu. Po zebraniu trzeciej warstwy koparka wykonuje na obwodzie wyrobiska, rów o głębokości ok. 1,5 m, w którym ustawia się okładziny żelbetowe i zasypuje skałą. Ustawione po zewnętrznej krawędzi rowu okładziny żelbetowe zabezpieczają przed obsuwaniem się skał spod stopy obudowy podczas urabiania w drugim odcinku. Przed urabianiem skały w drugim odcinku wykonuje się obudowę stałą i ustawia trzy wyciągi. Urabianie i ładowanie skały do

głębokości 15 m odbywa się koparką, a ociosy wyrównywane są ręcznie. Podczas urabiania skały "warstwami" wykonuje się obudowę tymczasową (rys.6). Okładziny żelbetowe 1 u góry mocuje się względem wystającej okładziny zabetonowanej w obudowie stałej 8 przez założenie usztywniacza 2



Rys.6. Schemat wykonywania obudowy tymczasowej i stałej

i wbicie klina między okładzinę a usztywniacz. U dołu okładzina dociskana jest do ociosu rozporą rozsuwną 3. Zamek rozporowy rozsuwny (rys.7) posiada dwie osłony gumowe 1,2 chroniące go przed zanieczyszczeniem betonem lub urobkiem. Po urobieniu skały do głębokości 15 m koparkę rozbiera się i wyciąga na powierzchnię wyciągami. Urabianie skały do głębokości 40 m odbywa się przy pomocy ciężkich młotków mechanicznych, a ładowanie urobku do naczyń wydobywczych wykonuje się ręcznie. Woda spływająca do wyrobiska podczas jego wykonywania jest odprowadzana przy pomocy pompy przeponowej typu Pleiger. Równocześnie ze zgłębianiem wyrobiska w warstwach zawodnionych wykonuje się obudowę tymczasową z cegły. W obudowie pozostawia się w miejscach spoin otwory umożliwiające odpływ wody, przez co uzyskuje się zmniejszenie



Rys.7. Zamek rozsuwnej rozporcy

ciśnienia na obudowę. Zastosowanie ciężkich młotków mechanicznych do urabiania spękanego piaskowca podyktowane jest dużą ich wydajnością w takiej skale, a w przeciwieństwie do materiałów wybuchowych nie powoduje się uszkodzenia urządzeń w wyrobisku i na powierzchni. Urobioną i załadowaną do naczyń wydobywczych skałę wyciąga się z przodka roboczego na powierzchnię.

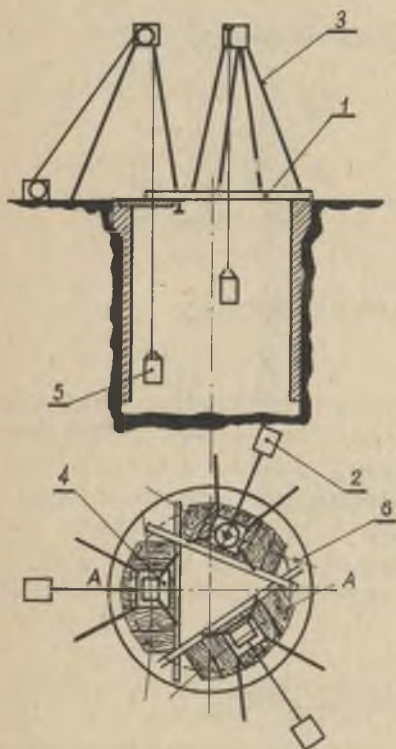
Wyciąganie urobionej skały

Wraz ze wzrostem średnicy pionowego wyrobiska wydatnie rośnie tonaż skał przeznaczonych do wyciągania. Tylko odpowiednia mechanizacja wyciągu daje oczekiwane tempo pracy i efekty ekonomiczne. Urządzenia stosowane do wyciągania skały, w budownictwie szybowym z uwagi na zbyt mały zasięg przemieszczeń poziomych naczynia wydobywczego w przodku, nie dadzą się bezpośrednio wykorzystać do wyciągania skały z wyrobisk o średnicach większych od średnic szybów. Z tych względów opracowano nowe rozwiązania wyciągów przeznaczonych do wyciągania urobku z rozpatrywanego wyrobiska. W zależności od żądanego postępu głębinienia, istniejącego parku maszynowego i możli-

wości budowy nowych urządzeń pomocniczych, do głębenia wyrobiska i do wykonania obudowy, podajemy kilka alternatyw wyciągów.

Alternatywa I (rys.8)

Wyciąganie skały z wyrobiska odbywa się kubłem 5 za pomocą trzech wciągarek 2 ustawionych na powierzchni wokół głębenego wyrobiska.



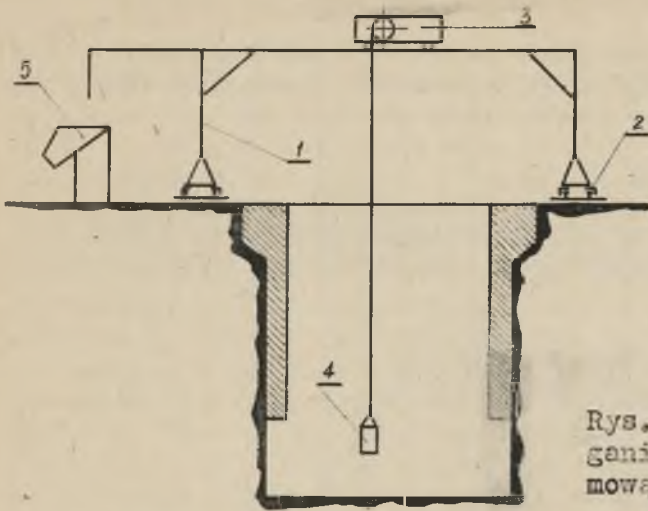
Rys.8. Schemat wyciągania skał przy wykorzystaniu trzech wież drewnianych

Wózek jezdny 3 posuwający się po konstrukcji suwnicy umożliwia przemieszczanie kubła 4, a obrót suwnicy pozwala na wyciąganie skały z każdego miejsca pracy. Opróżnianie kubła następuje po naprowadzeniu wysięgnika suwnicy i wózka wraz z kubłem nad wysyp, gdzie po zapięciu liny wywrotu opróżnia się go do wysypu 5. Rysunek 10 przedstawia sposób wyciągania urobku przy pomocy suwnicy

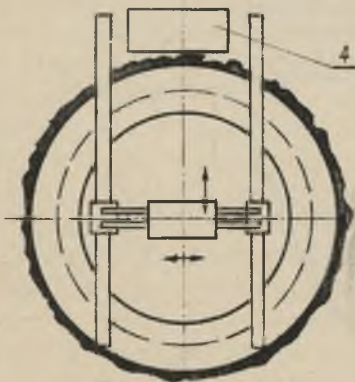
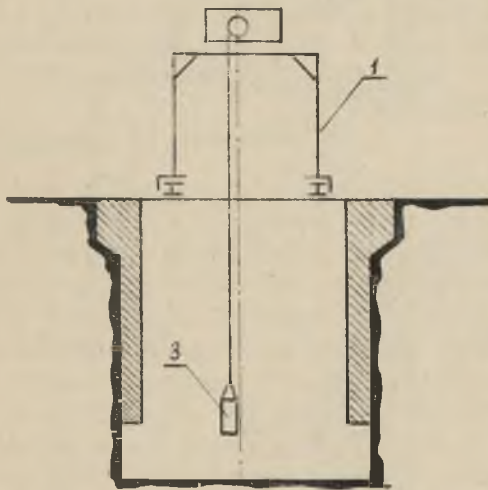
Rozmieszczone na obwodzie wyrobiska trzy wieże drewniane 3 opierają się z jednej strony na dźwigarach 1 a z drugiej na fundamentach. Dźwigary utrzymujące konstrukcję wieży ułożone są w przekroju głowicy wyrobiska w trójkąt. Do nich mocuje się zastrzały wieży 3 i pomost roboczy wraz z klapami 4 i ułożony na nich tor 6 przeznaczony do przewozu wózków. Przemieszczanie kubła na żądane miejsce pracy uzyskuje się przez ręczne odciąganie go od osi wyciągu.

Alternatywa II (rys.9 i 10)

Rys.9 przedstawia zastosowanie do wyciągania urobku suwnicy bramowej 1, która porusza się po ułożonych wokół wyrobiska torach podsuwnicowych 2.



Rys.9. Schemat wyciągania skał suwnicą bramową poruszającą się po torach kołowych

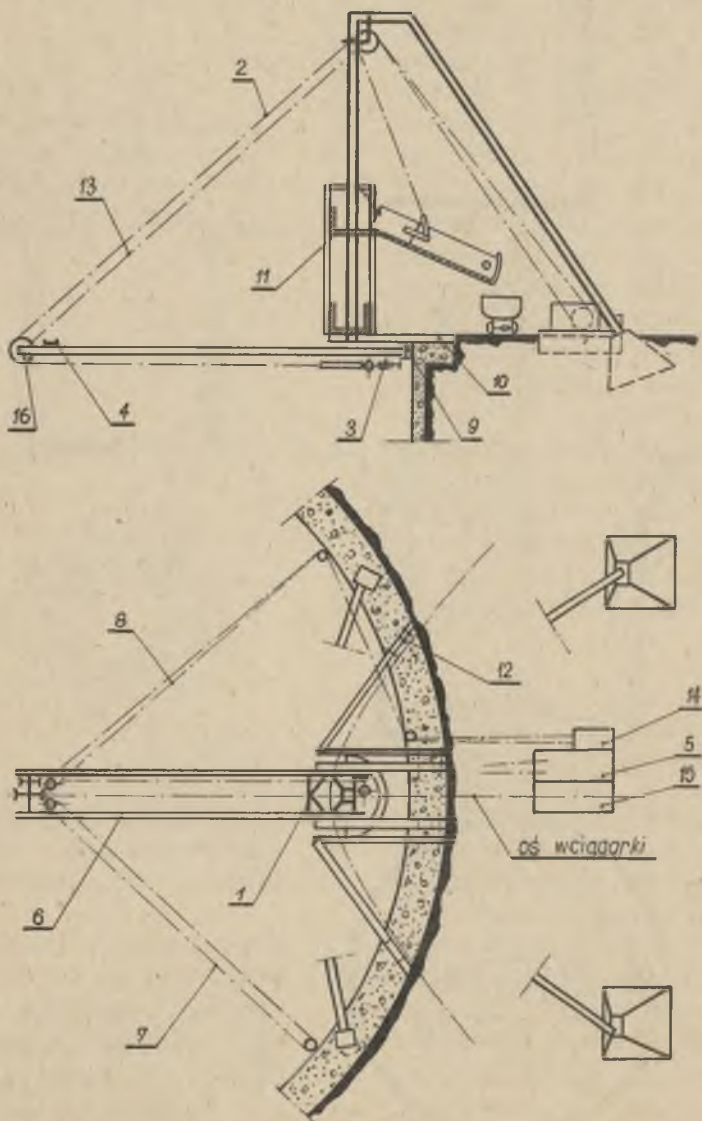


Rys.10. Schemat wyciągania skał suwnicą bramową poruszającą oś po torach prostych

bramowej 1 poruszającej się po torach podsuwnicowych prostych. Wyciągnięty kubeł 3 przemieszcza się nad wysyp 4, gdzie następuje jego opróżnienie.

Alternatywa III (rys.11)

W alternatywie tej przedstawiono nową konstrukcję wyciągową w której zastosowano oprócz wieży ruchomy wysięgnik



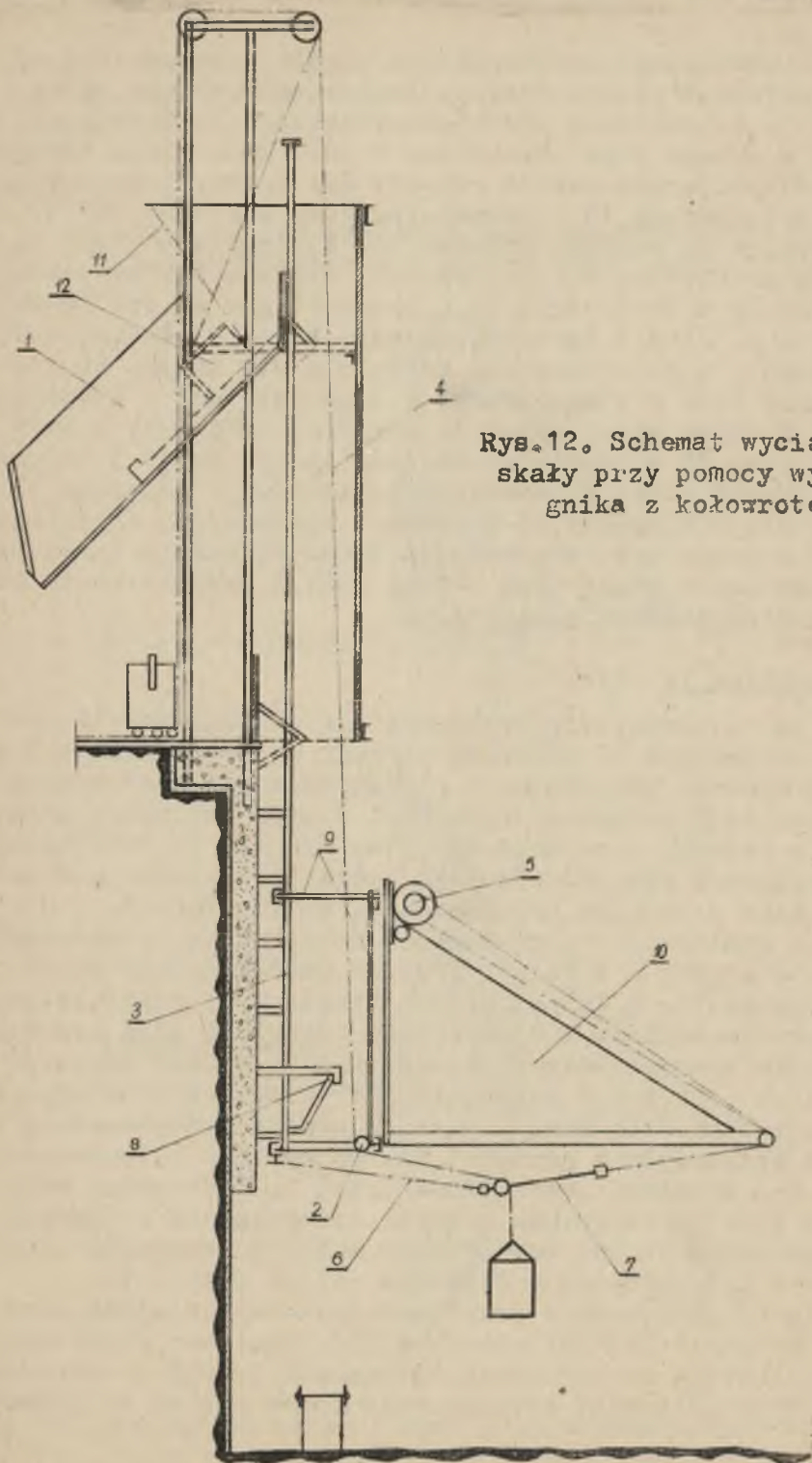
Rys.11. Schemat wyciągania skał przy zastosowaniu wysięgnika umieszczonego u wylotu wyrobiska

gnik 6 umożliwiającą wyciąganie urobku z przydzielonej powierzchni przodka. Trzy wyciągi rozmieszczone symetrycznie na obwodzie wyrobiska pozwalają na wyciąganie skały z całego jego przekroju. W celu umocowania dźwigarów utrzymujących pomost roboczy 10, trzon wieży z pomostem wyładowniczym 11 i prowadnika ramy kierowniczej 9, zabetonowane są kabłąki kotwowe 12. Wysięgnik 6 uchwycony jest w prowadniku 9 i utrzymywany ciągnem 13. Od strony prowadnika 9 do wysięgnika 6 przymocowane są dwa krążki zwrotne 3, liny 2 (przemieszczania kubła w płaszczyźnie poziomej), a od strony osi wyrobiska dwa krążki 16 kierownicze liny 2 i dwa krążki 4 liny obrotu 7 i 8 wysięgnika 6. Obok wieży znajdują się trzy kołowroty z których jeden 15 służy do wyciągania skały, drugi 5 do przemieszczania kubła w płaszczyźnie poziomej, a trzeci 14 do obrotu wysięgnika 6. Dwie liny kierownicze 2 nawinięte są w przeciwnym kierunku na bęben kołowrotu 5 tak by podczas ruchu mogły przy pomocy ramy 1 przemieszczać kubeł w płaszczyźnie poziomej.

Alternatywa IV (rys.12)

W tej alternatywie przedstawiono zastosowanie ruchomego wysięgnika 10 przemieszczanego po prowadnikach 3 w miarę postępu głębinienia. W rozwiązaniu tym zastosowano prowadniki 3, które na wysokości wysypu posiadają przeguby i zasuwę, a po zapięciu liny wywrotu 11 umożliwiają przechylenie się prowadzonego kubła 12 w kierunku wysypu 1 wraz z sankami prowadniczymi 8. Konstrukcja 9 utrzymująca wysięgnik 10, ma zaciski mocujące ją do prowadników 3 a u góry i u dołu pierścień umożliwiający obrót wysięgnika 10. W dolnej części konstrukcji znajduje się krążek kierowniczy 2 utrzymujący odchyloną linę wyciągu 4. Obrót wysięgnikiem w płaszczyźnie poziomej uzyskuje się przy pomocy lin kierowniczych. Urobioną i załadowaną skałę wyciąga się liną 4 przemieszczając równocześnie kubeł w płaszczyźnie poziomej pod oś wyciągu kołowrotem 5, liną 6 i krążkami ramy kierowniczej 7. Podnoszony kubeł unosi sanki prowadnicze 8, które opierają się o występy na prowadnikach. Na powierzchni kubła po zapięciu liny wywrotu i przechyleniu opróżnia się do wysypu 1.

Dla rozpatrywanego przykładu najkorzystniejszą spośród podanych jest alternatywa III, ponieważ umożliwia ona całkowitą mechanizację wyciągania urobku i betonowania. To rozwiązanie wyciągu daje dobre wyniki do głębo-



Rys. 12. Schemat wyciągania
skały przy pomocy wysię-
gnika z kołowrotem

kości 50 m. Przy większych głębokościach wychylenia kubła są niebezpieczne dla pracującej załogi. Ponieważ urządzenie jest drogie, dlatego opłaca się stosować je w przypadku wykonywania kilku podobnych wyrobisk. O ile głębokość jednorazowo wykonywanego wyrobiska nie przekracza 50 m, wówczas można zastosować wyciąg opisany w alternatywie I. Konstrukcje jak i obsługa tego urządzenia jest bardzo prosta. Wadą natomiast jest, że podczas betonowania nie można dowolnie przemieszczać kubła w płaszczyźnie poziomej. Dopiero po zastosowaniu odpowiednich pomostów można beton dostarczać taczkami. Alternatywę II opłaca się zastosować jeżeli zakład ma suwnice bramowe, które można wykorzystać do wyciągania urobku. Wyciąganie urobku wg IV alternatywy jest wskazane wówczas gdy wyrobiska są większej głębokości niż podano przykładowo. Pamiętać należy by zachowana była odpowiednia odległość wysięgników od przodka, a to w celu uniknięcia uszkodzenia ich robotami strzałowymi.

LITERATURA

1. Huber M.T. - Teorie sprężystości, Warszawa 1954.
2. Cimbarewicz P.M. - Rudnicznoje kreplenje. Moskwa 1951.
3. Pokrowskij H.M. - Prowiedjenje gornych wyrabotok. Moskwa - Leningrad 1950.
4. Zalewski F., Takulski St. - Parcie na obudowę szybu; Przegląd górniczy nr 4. 1960 r.

Углубка вертикальных выработок диаметром превышающим стандартные диаметры шахт

С о к р а щ е н и е

В статье приведен способ расчета давлений и толщины крепи вертикальной выработки укрупненного диаметра, а также описаны способы возведения временной и постоянной крепи.

Описан также способ углубки и транспорт горной породы.

При выводе формулы для подсчета бокового давления на крепь принято, что общее давление является суммой давлений воды и породы, с учетом вытеснения породы в воде.

В случае, когда силы сцепления породы достаточно велики чтобы выдержать давление верхлежащих пород, на крепь давит только вода. Величину этого давления надо учесть при расчете толщины крепи. Для более быстрого определения толщины крепи приготовлены номограммы, которые делают возможным при известном давлении и применяемом материале и диаметре шахты определение толщины крепи.

Для случая двукольцевой крепи приведены формулы определяющие толщину крепи и её взаимодействие с горным массивом.

В технологии выполнения описаны наиболее экономические способы отбойки, транспортировки, а также применяемое новое оборудование.

Для выполнения временной и постоянной крепи предложено применение специальных опор делающих возможным выполнение крепи без применения усиливающих колец или очень тяжелых рабочих площадок.

ZUSAMMENFASSUNG

Abteufen von Räumen, mit grosseren
als die normalisierten Schachtquerschnitten

Der Artikel erleutet das Problem des Abteufens von Räumen mit grösseren Querschnitten, befasst sich auch in einem Beispiel mit der Berechnung der Gebirgsdrücke und Berechnung der Stärke des Ausbaues, und bespricht gleichzeitig die Technologie des Abteufens. In der Technologie des Abteufens hat man nicht nur Abbau und Abtransport des Gesteins vorgesehen, aber auch die Ausführung des provisorischen wie auch des entgültigen Ausbaues. In den Berechnungsbeispielen des seitlichen Druckes auf den Ausbau hat man festgelegt, dass der Druck insgesamt die Summe des Wasser- und Gebirgsdruckes mit Berücksichtigung des durch das Gebirge herausgedrängten Wassers beträgt. Wenn das feste Gebirge den Druck des obenliegenden Gesteins übernimmt so wirkt auf den Ausbau nur der Druck des Wassers. Die Druckhöhe muss man bei der Berechnung der Ausbauwandstärke berücksichtigen. Zwecks leichter Feststellung der Wandstärke hat man Nomogramme aufgestellt, die bei bekanntem Druck, gegebenem Material des Ausbaues, die entsprechende Wandstärke angeben.

In der Technologie der Ausführung wurden die am meisten ökonomischen Methoden für Abbau, Abtransport mit Einführung der modernsten Einrichtungen angegeben.