

Kazimierz PODGÓRSKI
Józef STRAS
Zenon SZCZEPANIAK
Józef ULIASZ

USTALANIE OBCIĄŻEŃ GÓROTWORU NA OBUDOWĘ WLOTÓW PODSZYBI

Streszczenie: W pracy podano sposób obliczania obciążenia obudowy wlotów podszybi w warunkach statycznych i deformacyjnych ciśnień górotworu przy uwzględnieniu czasu wykonania obudowy wstępnej i ostatecznej.

1. WSTĘP

Szyby i wloty podszybi wykonywane są w obudowie murowej i betonowej, a w trudnych warunkach w obudowie żelbetowej. Dla ustalenia parametrów wytrzymałościowych obudowy istnieje konieczność określenia ciśnienia górotworu przy uwzględnieniu czasu, jaki upłynie od wykonania wyłomu oraz współpracy obudowy z górotworem.

Przy dotychczasowym sposobie ustalania obciążenia na obudowę uwzględniano głównie tzw. ciśnienie statyczne, wynikające z oddziaływania ciężaru spękanych skał występujących poniżej sklepienia ciśnień. Sposób taki stanowi zbyt duże uproszczenie zagadnienia i nie odzwierciedla stanu rzeczywistego, jaki wytwarza się wokół wlotów podszybi.

Przy projektowaniu i wykonywaniu wlotów podszybi na głębokościach poniżej 400 m występowały zjawiska, szczególnie w rejonie nowych kopalń ROW, niszczenia obudowy wlotów co stwarza konieczność stosowania dla wykonanych w nich obudów dodatkowych konstrukcji wzmacniających. Istnieje zatem potrzeba dalszego uściślenia tego zagadnienia.

2. WPŁYW BUDOWY GEOLOGICZNEJ I LOKALIZACJI WYROBISKA NA PRZEWIDYWANE KIERUNKI OBCIĄŻEŃ OBUDOWY

Przy projektowaniu poziomów wydobywczych i związanych z nimi wlotów podszybi bierze się pod uwagę głównie zagadnienia udostępnienia złoża przy minimalnych kosztach transportu, wentylacji i utrzymania wyrobisk. W mniejszym natomiast zakresie uwzględnia się wpływ budowy geologicznej na stateczność wyrobisk. Stosowana obudowa betonowa lub murowa nie jest przystosowana do dużych ciśnień górotworu, jakie występują na dużych i średnich głębokościach, a szczególnie wynikających z budowy geo-

logicznej. Przykładowo podaje się wpływ uwarstwienia górotworu na zachowanie się obudowy wlotów zlokalizowanych na głębokości 354 m w szybie nr 1 na kopalni "Ilicza" w ZSRR [2].

Wystąpiło tu zjawisko nadmiernego obciążenia obudowy od strony uławicznych warstw wlotu podszybia. Również lokalizacja podszybia w skałach o wyraźnym kłiważu /np. kop. Borynia/ niekorzystnie wpływa na stateczność obudowy wlotów podszybi. Jeżeli w rejonie lokalizacji podszybi występuje górotwór osłabiony płaszczyznami łupności istnieje konieczność ustalenia w tych warunkach ciśnienia górotworu, rodzaju i konstrukcji obudowy, która zapewniałaby wymaganą długotrwałą stateczność wyrobiska. Zmienność budowy geologicznej, jak i nieregularny kształt wyłomu powoduje, że istnieją duże trudności analitycznego ujęcia wymienionego zagadnienia. Starano się je opisać metodą analityczno-eksperymentalną. Szczególne osiągnięcia w tym zakresie posiadają badacze radzieccy [2,5,6,7].

3. OKREŚLENIE OBCIĄŻEŃ OBUDOWY WLOTÓW PODSZYBI

Sposób obliczania obciążenia obudowy związany jest z budową i własnościami skał, lokalizacją wyrobisk, konstrukcją obudowy, jak i czasu jaki upłynek od wykonania wyłomu do wzniesienia obudowy, tak wstępnej, jak i ostatecznej. Wloty podszybia posiadają duże przekroje i wykonywane są najpierw w obudowie tymczasowej lub wstępnej, a następnie w obudowie ostatecznej. Schemat wlotu w obudowie ostatecznej przedstawiono na rys.1. Istnieje zatem potrzeba określenia obciążenia obudowy wstępnej i wpływu czasu na przemieszczenie skał. Zagadnienie to, rozwiązano w analogii do metody analityczno-eksperymentalnej DON UGI [5,6,7], którą rozszerzono na obliczanie wlotów podszybi.

Podane wzory opracowano przy założeniu, że obudowa wstępna lub tymczasowa została zabudowana po wykonaniu wyłomu i istniała do czasu t_1 , w którym obrys obudowy ostatecznej wyrobiska przemieścił się o wielkość u_1 i wystąpiło obciążenie obudowy o wielkości q_1 . Wielkość obciążenia obudowy wstępnej lub tymczasowej można obliczyć z wzorów:

- obciążenie od stropu

$$q_{s_1} = \frac{[\gamma \cdot g \cdot H - \alpha R_1 \ln \left(\frac{u_{s_1}}{0.1a} + 1 \right)] R_0^2}{10 R_1^2 \cdot \alpha^2} \quad //1/$$

- obciążenia boczne

$$q_{b_1} = \frac{[0,95 \gamma \cdot g \cdot H - \alpha \cdot R_2 \ln \left(\frac{u_{b_1}}{0.07 W} + 1 \right)] R_0^2}{15 R_2^2 \cdot \alpha^2} \quad //2/$$

gdzie:

- H - głębokość położenia wyrobiska,
 γ - średnia gęstość przestrzenna skał nadległych,
 g - przyspieszenie ziemskie,
 R_0 - umowna wytrzymałość skał, którą przyjęto równą
 $3 \cdot 10^7 \text{ N m}^{-2}$ [5],
 R_1 - średnia wytrzymałość skał w stropie wyrobiska,

$$R_1 = \frac{\sum_{i=1}^n R_{1i} \cdot h_{1i}^{1,2}}{(1,5 a)^{1,2}}$$

$$\sum_{i=1}^n h_{1i} = 1,5 a$$

$$R_{1i} = R_{c1i} \cdot k_{1i} \cdot k_{2i}$$

R_2 - średnia wytrzymałość skał ociosowych,

$$R_2 = \frac{\sum_{i=1}^n R_{2i} \cdot h_{2i}^{1,2}}{W^{1,2}}$$

$$\sum_{i=1}^n h_{2i} = W$$

$$R_{2i} = R_{c2i} \cdot k_{1i} \cdot k_{2i}$$

- k_{1i} - współczynnik wpływu wilgotności danej warstwy na zmniejszenie wytrzymałości określony laboratoryjnie [3],
 k_{2i} - współczynnik wpływu płaszczyzn kłważu, ustalony na podstawie badań laboratoryjnych i badań w kopalniach,
 R_{c1i} - wytrzymałość na ściskanie rozpatrywanej warstwy w stropie wyrobiska,
 R_{c2i} - wytrzymałość na ściskanie warstwy w ociosach wyrobiska,
 h_{1i} - grubość rozpatrywanej warstwy w stropie wyrobiska,
 h_{2i} - grubość rozpatrywanej warstwy w ociosach wyrobiska,

- a - szerokość wyrobiska w wyłomie,
 α - współczynnik położenia wyrobiska w stosunku do rozciągłości warstw w poprzek rozciągłości $\alpha = 1,3$ po rozciągłości $\alpha = 1,0$,
 U_{B_1} - przemieszczenie stropu wyrobiska przy podporności obudowy w pionie q_{B_1}

$$U_{B_1} = U_{B_k} \cdot (1 + \varphi_B) \sqrt{t_1 \cdot \beta}$$

- U_{B_k} - wielkość końcowego obniżenia stropu wyrobiska po upływie czasu t_0 , przy podporności obudowy q_B wynikającej z charakterystyki, jej pracy bez wpływu oddziaływania drugiego wyrobiska,

$$U_{B_k} = 0,1 \left[\exp \left(\frac{\gamma \cdot H - 10 \left(\frac{\alpha \cdot R_1}{R_0} \right)^2 \cdot q_{B_1}}{\alpha \cdot R_1} \right) - 1 \right] \cdot a$$

- φ_B - współczynnik pionowego oddziaływania połączeń wyrobisk,

$$\varphi_B = \delta \left[1 + 1,5 \left(\frac{L}{D} + 0,1 \right) e^{-1,5 \frac{L}{D}} \right]$$

- $\delta = 1,5$ dla wyrobisk krzyżujących się, jak np. wloty podszybia,
 $\delta = 1,0$ dla rozwidleń i odgałęzień wyrobisk lub wyrobisk równoległych,
 $\delta = 0$ dla wyrobisk pojedynczych bez oddziaływania innych wyrobisk,
 L - zmniejszająca się odległość między wyrobiskami, która w przypadku wlotu podszybi liczona jest wzdłuż prostej nachylonej pod kątem 45° do osi szybu /rys.1/,
 D - suma szerokości łączących się wyrobisk w wyłomie, która dla wlotu podszybi wynosi $d+a$,
 t_1 - czas oddziaływania na górotwór obudowy wstępnej w wyrobisku,
 β - współczynnik wpływu czasu odniesiony do okresu, w którym następuje uspokojenie zaciskania wyrobiska t_0

dla	$t_0 = 30$ dni	$\beta = 0,033$
	$t_0 = 40$ dni	$\beta = 0,025$
	$t_0 = 50$ dni	$\beta = 0,020$
	$t_0 = 60$ dni	$\beta = 0,017$

U_{b_1} - przemieszczenie ociosu wyrobiska przy podporności obudowy w poziomie q_{b_1}

$$U_{b_1} = U_{b_k} \cdot (1 + \varphi_b) \sqrt{t_1 \cdot \beta'}$$

φ_b - współczynnik bocznego oddziaływania połączeń wyrobisk

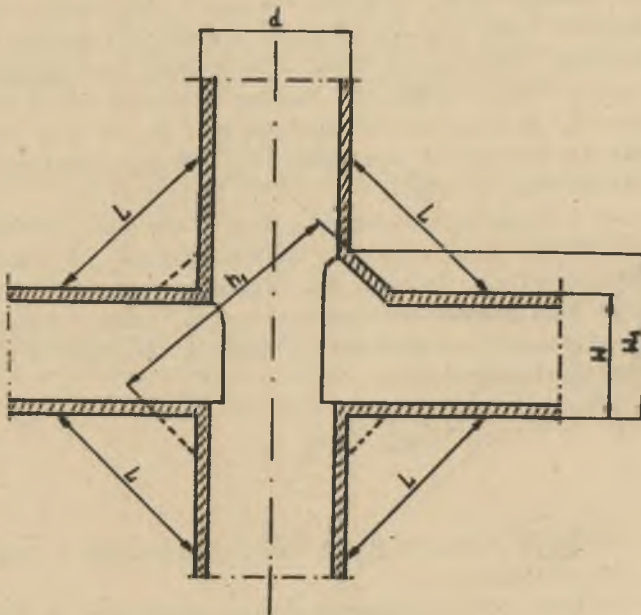
$$\varphi_b = \delta \left(1 + 0,5 e^{-\frac{L}{B}} \right)$$

w - wysokość wyrobiska w wyłomie.

Obudowa wyrobisk powinna nie tylko pokonać ciśnienie deformacyjne określone wzorem /1,2/, ale również w niekorzystnym przypadku tzw. ciśnienie statyczne, jakie wynika od oddziaływania ciężaru spękanych skał, które można obliczyć w analogi do pracy [5] ze wzoru:

$$q = \gamma \cdot a \cdot 1,37 \left[\left(e^{\frac{\gamma \cdot H}{\alpha \cdot \sigma_1}} - 1 \right) (1 + \varphi_s) \sqrt{t \cdot \beta} \right]^2 \quad /3/$$

Oprócz ciśnienia pionowego q_s i bocznego q_b na obudowę działa ciśnienie spagowe q_p .



Rys.1. Schemat wlotu podszybia

Wielkość wyciskania spągu w zależności od podporności obudowy q_p można obliczyć ze wzoru /4/:

$$U_p = 0,1a \cdot \left(\frac{q \cdot r \cdot H - 10 \left(\frac{\alpha \cdot R_0}{R_0} \right)^2 \left\{ \left[\left(e^{\frac{r \cdot H}{\alpha \cdot R_0}} - 1 \right) (1 + q_p) \sqrt{t \cdot \beta} \right]^2 \cdot 1,378 \cdot g \cdot a + q_p \right\}}{\alpha \cdot R_0} - 1 \right) \quad /4/$$

Zaprojektowana i wykonana obudowa wstępna lub tymczasowa powinna zezwalać na takie przemieszczenia skał obrysu wyrobiska, przy którym nie wystąpi widoczna strefa ich obwaku. Wykonana po upływie czasu t_1 obudowa ostateczna przejmie ciśnienie statyczne górotworu i małe ciśnienie deformacyjne, przy którym zaistniały stan naprężeń i odkształceń w obudowie nie spowoduje jej spękania.

Zastosowana obudowa wstępna przy wykonywaniu wlotów podszybia posiada podstawowe znaczenie, gdyż powoduje zmniejszenie stopnia spękania skał otaczających wyrobiska, a w konsekwencji mniejsze obciążenia obudowy ostatecznej. Szczególnie korzystne jest, aby sukcesywnie była wykonywana obudowa wstępna kotwioła z siatkami stalowymi z równoczesnym otorkretowaniem obrysu wyrobiska.

Otorkretowanie nieregularnego wyłomu wyrobiska zmniejsza również niekorzystny wpływ koncentracji naprężeń na nierównościach wyłomu wyrobiska. Taka koncentracja naprężeń jest głównym czynnikiem powodującym propagację szczelin szczególnie wzdłuż płaszczyzn pomniejszonej spoiistości.

Zastosowane kotwie wklejane na obrysie wyrobiska powodują wytworzenie pierścienia nośnego skał, w którym występuje trójosiowy stan naprężeń, co powoduje że skała posiada znacznie większą wytrzymałość niż w stanie jednoosiowym. Występuje wówczas zmniejszenie intensywności zaciśnięcia wyrobiska. W związku z tym, że obudowa ostateczna może znieść nie duże odkształcenia, dlatego należy zaprojektować ją na tzw. ciśnienie statyczne określone wzorem /3/ dla czasu t_0 równego końcowemu przemieszczeniu górotworu /np. 30 dni/.

Tak obliczona obudowa ostateczna może znieść nie tylko ciśnienie statyczne, ale również część ciśnienia deformacyjnego w zakresie odkształceń dopuszczalnych obudowy. Dla ustalenia czasu, po upływie którego wskazane jest wykonać obudowę ostateczną, można wykorzystać wzór /1/ i /2/. Wielkość przemieszczenia konturu wyrobiska w obudowie ostatecznej opisuje ogólny wzór:

$$u = u_{B_{\infty}} - u_{B_{t_1}}$$

gdzie:

$u_{B_{\infty}}$ - wielkość przemieszczenia konturu wyrobiska w dłuższym okresie czasu,

$u_{B_{t_1}}$ - wielkość przemieszczenia konturu wyrobiska po upływie czasu t_1 .

Wykorzystując podane w pracy wzory można określić zależność między podpornością obudowy, a zaciskaniem wyrobiska oraz odpowiednio zaprojektować obudowę wstępną i ostateczną wlotów podszybi z uwzględnieniem jej parametrów wytrzymałościowych i współpracy z górotworem.

LITERATURA

- [1] BORECKI M., CHUDEK M.: Mechanika górotworu. Wyd. Śląsk, 1972 r.
- [2] KOZIEŁ A.M.: K woprosy ustojczivosti wyrobotok okołostvolnyh дворов на различных глѳубинах в слоистых горных породах. Сборник трудов. ВНИИ, Ленинград 1971.
- [3] Praca zbiorowa. Poradnik Górnika, Tom II, Śląsk, 1976.
- [4] Praca zbiorowa: Kryteria współpracy układu obudowa-górotworu oraz metody obliczania podstawowych parametrów wzajemnego oddziaływania wyrobisk korytarzowych. Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni, 1974, Praca niepublikowana.
- [5] ZASŁAWSKIJ Ju.Z., ZORIN A.N., CZERNIAK J.Ł.: Rasčety parametrov krepki wyrobotok grubokich szacht. Technika, Kijew, 1972.
- [6] ZASŁAWSKIJ Ju.Z.: Issledowanie projawlenij gornowo dawlenia w kapitalnych wyrobotkach glѳubokich szacht Donieckowo bassjena. Nedra. Moskwa 1966.
- [7] ZASŁAWSKIJ Ju.Z.: Raboty Don UGI w obłasti ochrony i prognozirowania projawlenij gornowo dawlenia w kapitalnych wyrobotkach glѳubokich szacht Donbasse. Сборник трудов. ВНИИ. Ленинград 1971.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ГОРНОГО МАССИВА НА КРЕПЛЕНИЕ ВХОДОВ ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ДВОРОВ

Резюме:

В статье даётся способ расчѳта нагрузки крепления входов околоствольных дворов в условиях статистических и деформационных давлений горного массива, учитывая время возведения исходной и окончательной крепи.

DETERMINATION OF THE OROGEN LOADS ON PIT BOTTOM LINING ENTRIES

S u m m a r y

The research presents the method of calculating the load on pit bottom lining entries in the static and deformation pressure conditions, taking into the consideration the duration of building the initial and final linings.