

Doc. dr hab. inż. Kazimierz Podgórski  
Katedra Budownictwa Podziemnego Kopalń

## PRZYCZYNEK DO ZAGADNIENIA WYBIERANIA POKŁADÓW NACHYLONYCH LUB STROMYCH W FILARACH OCHRONNYCH SZYBÓW

Streszczenie: W pracy podjęto próbę analizy zachowania się skał stropowych i spągowych oraz szybu podczas wybierania pokładów w filarze ochronnym szybu w zależności od sposobu i kierunku prowadzenia eksploatacji.

### 1. Wstęp

W filarach ochronnych szybów uwięzione są znaczne zasoby węgla, które przeważnie udostępnione są robotami górniczymi.

Obecnie prowadzona eksploatacja w filarach ochronnych szybów dotyczy głównie pokładów poziomych lub mało nachylonych. Stosowane wzory do określania deformacji górotworu dotyczą głównie wpływów wynikających z eksploatacji pokładów poziomych. Wzory do określania deformacji od wpływów eksploatacji pokładów stromych są mało dokładne i w małym stopniu nadają się do prognozowania wpływów eksploatacji pokładów w filarach ochronnych. Zachodziła więc potrzeba przeprowadzenia analizy wpływów ustalonych na podstawie pomiarów niwelacyjnych oraz wykonania badań modelowych. Badania modelowe przeprowadzono w laboratorium Katedry Budownictwa Podziemnego Kopalń, które wykorzystano przy ustalaniu najwłaściwszego sposobu i kierunku prowadzenia eksploatacji pokładów nachylonych oraz stromych. Dotychczasowa eksploatacja pokładów stromych była prowadzona przez kolejne wybieranie poszczególnych pięter w kierunku z góry w dół, to znaczy ogólny kierunek wybierania przebiegał w kierunku upadu. Przy tak prowadzonej eksploatacji powstawała niekiedy osiadania, która od strony wzniosu pokładu miała maksymalne deformacje. Ogólny opis zachowania się górotworu i obu-

dowy szybu w zależności od różnego sposobu i kierunku prowadzenia eksploatacji omówiono poniżej.

## 2. Wpływ wielkości kostki przyszybowej na zachowanie się szybu

Podczas prowadzenia eksploatacji przed ozołem frontu wybierania przemieszcza się ciśnienie eksploatacyjne, które powoduje zaciskanie pokładu i napotkanych wyrobisk. Dla złagodzenia wpływów maksymalnych ciśnienia eksploatacyjnego na zaciskanie obudowy szybu zachodzi konieczność uprzedniego wybierania kostki przyszybowej. Wielkość kostki przyszybowej winna być taka, aby podczas przemieszczania się ozoła ściany strop i spąg osiadał w formie dużej płyty w sposób łagodny przy stosunkowo małych wpływach na szyb. Skały stropowe i spągowe o dużej i średniej sztywności powinny ulegać uginaniu bez większych spękań w miejscu wybranej kostki przyszybowej. Skały mało sztywne oraz średnio sztywne o wyraźnym gęstym kliważu mogą ulegać obusuwaniu się wzdłuż płaszczyzn kliważu bez powstawania zawału nieuporządkowanego, który spowodowałby duże uszkodzenie obudowy. Wraz z uginanymi warstwami będzie przemieszczała się obudowa szybu, która w miejscu pokładu winna być upodatkowana takimi kasztami, aby posiadały charakterystykę pracy zbliżoną do pracy materiału wypełniającego kostkę przyszybową. Stosowane kaszty powinny podierać jednocześnie obudowę jak i warstwy skalne stykające się bezpośrednio z obudową tak, by w wyniku osiadania warstw nie powstawały spękania w formie dużych bloków, które poprzez zakleszczenie się powodują intensywne wy-ciskanie obudowy do szybu.

Na proces osiadania warstw nad kostką przyszybową ma również duży wpływ czas. Im czas osiadania będzie dłuższy tym więcej warstw ulegnie ugięciu i mogą również wystąpić niebezpieczne spękania. Wielkość możliwych spękań stropu w zależności od czasu przy przyjęciu, że skały zachowują się jako tzw. "ciało Kelvina" można obliczyć przy wykorzystaniu niżej podanych wzorów [1], [2], [3].

Ciśnienie normalne do pokładu określa wzór:

$$p_s = \rho (H_0 - n \sin \alpha) \left( \cos \alpha + \frac{\nu \sin \alpha}{1 - \nu} \right)$$

Ciśnienie wzdłuż płaszczyzny pokładu określa wzór:

$$p_n = \rho (H_0 - n \sin \alpha) \left( \sin \alpha - \frac{\nu \sin \alpha}{1 - \nu} \right)$$

gdzie:

- n - współrzędna wzdłuż osi równoległej do stropu pokładu, której początek jest na krawędzi eksploatacji
- $\rho$  - gęstość skał
- $H_0$  - głębokość położenia krawędzi eksploatacji lub górna granica kostki przyszybowej
- $\nu$  - współczynnik Poissona
- $\alpha$  - kąt upadu pokładu.

Wysokość strefy odprężonej nad wybraną kostką przyszybową określa wzór

$$b = \frac{L \cdot p_s}{p_n - p_s + k_r} \left( 1 - e^{-\frac{E}{\eta} \cdot t} \right)$$

gdzie:

- L - wysokość pochyła kostki przyszybowej
- $k_r$  - wytrzymałość na rozciąganie warstwy stropowej
- E - moduł sprężystości skały stropowej
- $\eta$  - współczynnik lepkości skały stropowej.

Wysokość strefy odprężonej w spągu wybranej kostki przyszybowej można obliczyć podobnie z tym, że wielkości  $k_r$ , E,  $\eta$  należą do skały spągowej. Podany wzór na wysokość strefy odprężonej dotyczył stosunkowo szerokiej kostki przyszybowej.

Przy stosunku szerokości l do wysokości pochyłej L równym 1,5 wysokość strefy odprężonej  $b_1 = b \cdot 0,9$ , natomiast dla  $l : L = 1$ , wysokość strefy odprężonej wynosi  $b_L = 0,6 \cdot b$ .

Podczas zbliżania się ciśnienia eksploatacyjnego do kostki przyszybowej wystąpi wzrost ciśnienia  $p_s$ ,  $p_n$  w wyniku czego wystąpią dalsze spękania warstwy stropowej.

Im szybszy będzie postęp eksploatacji, a czas wybrania kostki przyszybowej krótszy, tym wystąpi mniejsza różnica w osiadaniu i całość stropu będzie osiadała w formie płyty tak, że uszkodzenia obudowy szybu powinny być małe. Dla uzyskania osiadania stropu w formie płyty zachodzi potrzeba, aby kostka przyszybowa miała duże wymiary.

Wskazane by było, aby dłuższy bok kostki przyszybowej posiadał długość zbliżoną do szerokości ściany, przemieszczając się przez kostkę w czasie wybierania pokładu w filarze ochronnym szybu. Nie należy usytuowywać dłuższego boku kostki przyszybowej prostopadle do zbliżającej się ściany ponieważ przy przechodzeniu ścianą przez kostkę wystąpi po bokach dodawanie się ciśnienia eksploatacyjnego, które spowoduje intensywne przemieszczanie się warstw stropu i spągu.

W tym przypadku wystąpi również intensywne zaciskanie obudowy szybu w strefie sklepienia ciśnień znajdującego się powyżej strefy odprężonej. Wraz ze wzrostem głębokości rośnie udział ciśnienia działającego wzdłuż pokładu na łuszczenie się warstw stropowych i spagowych, gdzie małe jest ciśnienie między warstwami nad wybraną kostką przyszybową. Również w polu tym występuje wzmoczone ciśnienie na obudowę szybu. Wzrost ciśnienia na obudowę szybu i łuszczenie warstw wystąpiło dlatego, że uprzednio skały przy wszechstronnym ciśnieniu były bardzo wytrzymałe i znosiły w większości ciśnienie na obudowę szybu.

### 3. Wpływ sposobu i kierunku wybierania na obudowę szybu

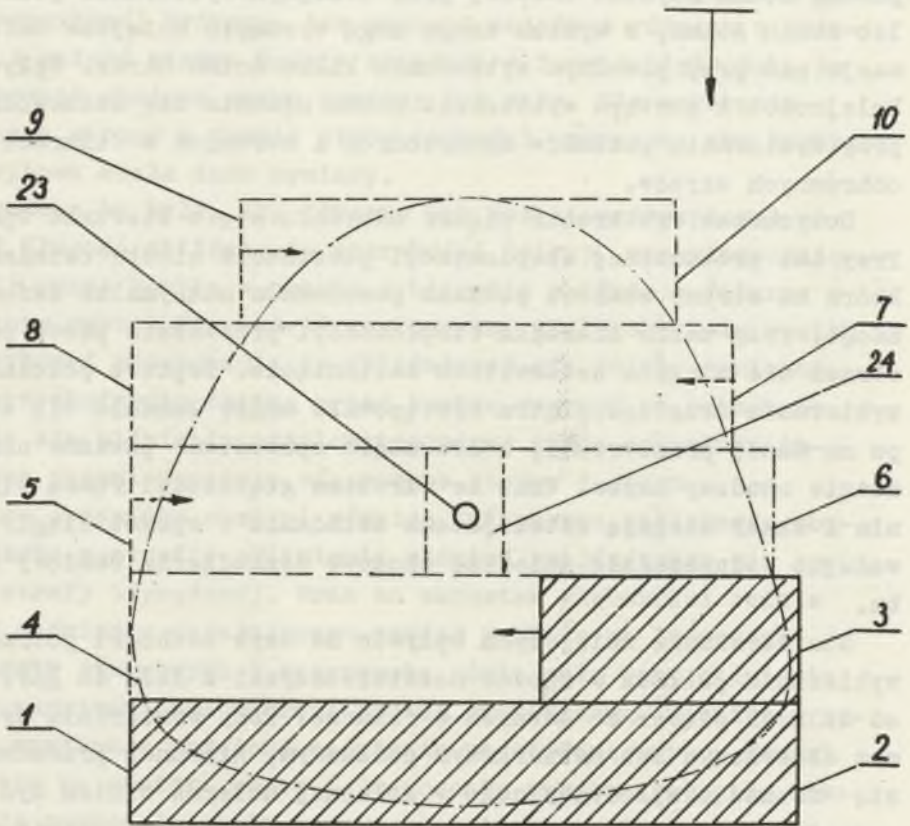
Na zachowanie się obudowy szybu, a zarazem na jego deformacje ma duży wpływ sposób kierowania stropem, grubość wybieranego pokładu, budowa geologiczna warstw oraz oddziaływanie już przeprowadzonej eksploatacji. Obecnie najczęściej prowadzi się kolejne wybieranie pokładów w filarach ochronnych systemem ścianowym szerokim frontem obejmującym cały filar, z zastosowaniem podsadzki hydraulicznej. Przy tak prowadzonej eksploatacji występuje powolny postęp wszystkich ścian w wyniku czego powstałe deformacje są zbliżone do ostatecznych. O wiele mniej-

sze deformacje byłyby przy szybkim postępie wybierania. Szybki postęp można uzyskać łatwiej przy kolejnym wybieraniu jednej lub dwóch ścian, w wyniku czego mogą wystąpić mniejsze deformacje niż przy powolnym wybieraniu kilku ścian naraz. Wpływ kolejności i postępu wybierania ścian ujawnia się szczególnie przy wybieraniu pokładów nachylonych i stromych w filarach ochronnych szybów.

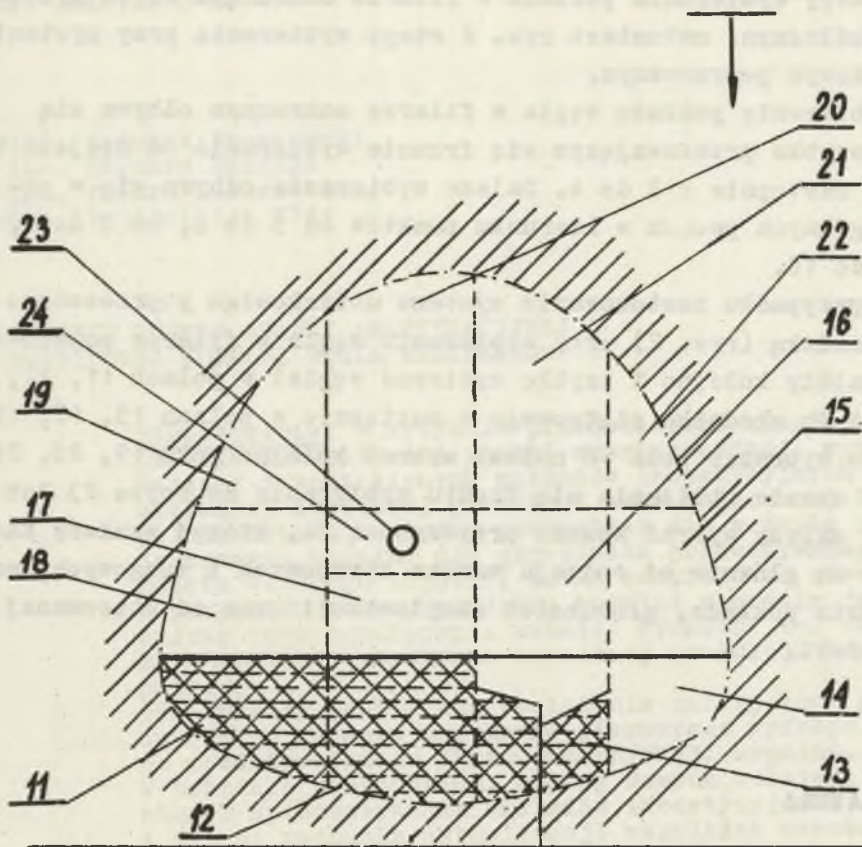
Dotychczas wybieranie pięter odbywało się w kierunku upadku. Przy tak prowadzonej eksploatacji powstawała niekora osiadania, która od strony wzniosu pokładu powodowała maksymalne deformacje. Przy takim kierunku eksploatacji przeważnie pusta przestrzeń nie ulegała całkowitemu zaciśnięciu. Dopiero podczas wybierania drugiego piętra występowało nagle łamanie się stropu na dużej przestrzeni, które mogło spowodować poważne uszkodzenie obudowy szybu. Wraz ze wzrostem głębokości rosną ciśnienia i skały ulegają łatwiejszemu osiadaniu w sposób ciągły powodując jednocześnie mniejsze skokowe uszkodzenia obudowy szybu.

Dla uzyskania mniejszych wpływów na szyb zachodzi potrzeba wybierania pokładu w sposób możliwie szybki z dołu do góry tj. od dolnych pięter do górnych w filarze. Przy wybieraniu systemem ubierkowym lub zabierkowym podłużnym, kierunek przesuwania się frontu eksploatacyjnego w kolejnej ubierce winien być przeciwny do poprzedniego przemieszczającego się w sposób wahadłowy od jednej granicy filara do drugiej. Przez zmianę kierunku wybierania w sposób wahadłowy uzyskuje się częściowe wyrównanie przemieszczeń nad podsadzką. Wyrównanie to występuje dzięki temu, że w ślad za postępem ściany skośnie przemieszczają się warstwy górotworu, a po zmianie kierunku wybierania ściany na przeciwny również zmieniają się przemieszczenia. W wyniku takiej zmiany występuje częściowe wyrównanie przemieszczeń nad podsadzką, dlatego powinny wystąpić mniejsze odkształcenia właściwe warstw górotworu i szybu.

Wskazane jest również zsynchronizować eksploatację w filarze z eksploatacją na zewnątrz filara. Przykładowo sposób wybierania od dołu do góry przy wahadłowo zmieniającym się kierunku, przedstawiono na rysunkach, przy czym rys. 1 przedsta-



Rys. 1



Rys. 2

wia etapy wybierania pokładu w filarze ochronnym szybu systemem podłużnym, natomiast rys. 2 etapy wybierania przy systemie ubierkowym poprzecznym.

Wybieranie pokładu węgla w filarze ochronnym odbywa się przy szybko przesuwanym się froncie wybierania od miejsca 1 do 2, następnie z 3 do 4. Dalsze wybieranie odbywa się w poszczególnych pasach w kierunku punktów od 5 do 6, od 7 do 8, od 9 do 10.

W przypadku zastosowania systemu ubierkowego poprzecznego z podsadzką (rys. 2) przy wybieraniu węgla w filarze ochronnym należy kolejno i szybko wybierać węgiel w polach 11, 12, 13, 14 do chodnika piętrowego a następnie w polach 15, 16, 17, 18. Po wybraniu pola 18 należy wybrać kolejne pole 19, 20, 21, 22. W czasie zbliżania się frontu wybierania do szybu 23 lub przed należy wybrać kostkę przyszybową 24, której wymiary zależne są głównie od rodzaju warstw stropowych i spagowych, nachylenia pokładu, głębokości eksploatacji oraz od stosowanej podsadzki.

#### LITERATURA

- [1] SALUSTOWICZ A.: Mechanika górotworu, Katowice, 1955 r.
- [2] BORECKI M., CHUDEK M.: Mechanika górotworu, skrypt uzelniany Gliwice, 1968 r.
- [3] PODGÓRSKI K.: Zachowanie się skał stropowych i spagowych pod wpływem eksploatacji pokładów stromych, zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Nr 222, Gliwice 1968 r.