

Kazimierz Podgórski, Maksymilian Tarabura  
Engelbert Woźnica

## ZACHOWANIE SIĘ OBUDOWY SZYBU PODZAS WYBIERANIA POKŁADÓW NACHYLONYCH

**Streszczenie.** W pracy podano wzory na ustalenie wielkości przesunięć obudowy szybu w miejscu wybieranego pokładu w zależności od grubości wybieranego pokładu, jego nachylenia, sposobu kierowania stropem, sztywności skał stropowych i spągowych.

### 1. Wstęp

Dotychczas przeważnie wybierano pokłady węgla o małym nachyleniu w filarach ochronnych szybów. Ze wzrostem nachylenia pokładów stwierdzono, że rosną przesunięcia poziome, które szczególnie uwidaczniają się w miejscu wybieranego pokładu. Przebieg i wielkość przesunięcia w danych warunkach geologicznych górotworu w miejscu szybu zależny jest w głównej mierze od sposobu i kierunku prowadzonej eksploatacji pokładów węgla. Do stosowanych prostych sposobów eksploatacji należą:

- eksploatacja jednoskrzydłowa od grania filara szybu,
- eksploatacja jednoskrzydłowa z kostką przyszybową,
- eksploatacja dwuskrzydłowa od środka szybu,
- eksploatacja polami wyrównawczymi dla minimalizacji wpływów na szyb,
- eksploatacja wachlarzowa.

Z podanych sposobów eksploatacji najkorzystniejszym rozwiązaniem może okazać się eksploatacja polami wyrównawczymi, która powinna zmniejszyć do minimum przesunięcia na kontakcie warstw o różnej sztywności. Odpowiedni sposób prowadzenia eksploatacji jak i stosowanie podsadzki zezwoli na kontrolowanie ruchów górotworu oraz odpowiedni sposób zabezpieczenia szybu. Obecnie brak jest ścisłych danych na określenie przesunięć międzywarstwowych. Szczególnie duże przesunięcia występują w miejscu wybieranego pokładu nachylonego. Zaobodzi więc potrzeba opracowania tego zagadnienia.

### 2. Obliczanie spodziewanych przesunięć poziomych

Podczas prowadzenia eksploatacji pokładu nachylonego występują ruchy tak skał stropowych jak i spągowych. Wraz ze wzrostem głębokości rośnie wpływ ciśnienia poziomego na wielkość przesunięć i wycoiskania spągu.

Na głębokościach większych od 700 m występuje wyiskanie spągu zbliżone do osiadania stropu [1], [2], [3]. Wielkość naprężeń, które powodują ruch skał, uzależniona jest od głębokości i nachylenia warstw. Naprężenia prostopadłe do pokładu - normalne  $P_n$  można obliczyć ze wzoru

$$P_n = P_z \left( \cos \alpha + \frac{\nu \sin \alpha}{1 - \nu} \right),$$

natomiast naprężenie w płaszczyźnie pokładu wzdłuż upadu warstw ze wzoru:

$$P_s = P_z \left( \sin \alpha + \frac{\nu \cos \alpha}{1 - \nu} \right)$$

gdzie

- $\alpha$  - kąt upadu pokładu,
- $\nu$  - liczba Poissona,
- $P_z$  - naprężenie pionowe.

Pod wpływem występujących naprężeń w czasie eksploatacji, występuje zbliżenie się stropu do spągu i wzajemne przesunięcie warstw.

Ruch poziomy względem siebie warstwy stopowej i spągowej składa się z przemieszczenia stropu  $i_s$  i przemieszczenia spągu  $i_p$ , który ulega sumowaniu i wynosi:  $i = i_s + i_p$ . Przesuw względny stropu według F. Mohra skierowany jest ku górze a spągu ku dołowi [2] (rys. 1).

W przypadku sztywnych spągów węglacie jest małym, można wpływ ten pominąć i wówczas ruch poziomy spągu  $i_p = 0$ . W miarę obniżania się stropu rośnie przemieszczenie się poziome warstw, które w stanie końcowym wyniesie:

$$i = i_s = Y a \cdot X_1 \cdot g \cdot f_1 \cdot \sin \alpha$$

gdzie:

- $a$  - współczynnik osiadania stropu,
- $f_1$  - współczynnik pełzania warstw,
- $X_1$  - współczynnik wpływu zginania warstw,

Rys. 1. Przebieg ścięcia obudowy szybu Titania 2 [2] podczas wybierania pokładu o grubości 0,95 m i o kącie upadu  $22^\circ$  systemem ścianowym z zastosowaniem podsadzki

- $g$  - grubość pokładu węgla,
- $\alpha$  - kąt upadu warstw,
- $Y$  - współczynnik wpływu kierunku wybierania i oddziaływania ośnienia eksploatacyjnego.

Szczególne duże przesunięcia występują, jeśli kąt upadu warstw zbliżony jest do kąta  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ . Przebieg przesunięcia warstw przy występowaniu spągu sztywnego przedstawia rys. 2, natomiast stropu sztywnego rys. 3.

Występujące sztywne warstwy spągowe w małym stopniu ulegają wyoiskaniu a głównie ulegają obniżeniu i przesunięciu warstwy stropowe, w wyniku czego szyb ulega ścięciu i przesunięciu w kierunku wzniosu pokładu. Jeśli w stropie zalegają sztywne warstwy piaskowca lub łupku płaszczyznego a w spągu warstwy łatwo uginające się, to spąg ulega wyoiskaniu i wówczas przesunięcie szybu wystąpi w kierunku upadu pokładu. W rzeczywistości występuje dość często przypadek, że ulegają obniżeniu skały stropowe i wydźwignięciu skały spągowe (rys. 4) i wówczas wielkość ścięcia szybu jest wypadkową oddziaływania stropu i spągu. W różnej odległości od eksploatowanego pokładu występują różne obniżenia i przesunięcia poziome, w wyniku czego szyb jest wielokrotnie ściniany szczególnie na kontakcie warstw mocnych i słabych oraz na styku karbonu z nakładem. Warstwy o różnych sztywnościach i własnościach reologicznych posiadają różną prędkość osiadania, występuje odspajanie warstw i ich przesunięcie.

Wielkość udziału stropu i spągu wybieranego pokładu na zaciskanie i przesunięcie można określić po uprzednim ustaleniu wpływu sztywności skał stropowych i spągowych na zaciskanie wybieranego pokładu.

W wyniku przekształcenia zależności podanych w pracy [3], [4] uzyskano wzory pozwalające obliczyć wielkość przesunięcia szybu.

Wielkość przesunięcia stropu

$$i_s = \frac{a \cdot g \cdot E_1 \cdot h_1^3 \cdot X_1 \cdot Y_1 \cdot f_1 \cdot \sin \alpha}{h_1^3 \cdot E_1 + h_2^3 \cdot E_2}$$

Wielkość przesunięcia spągu

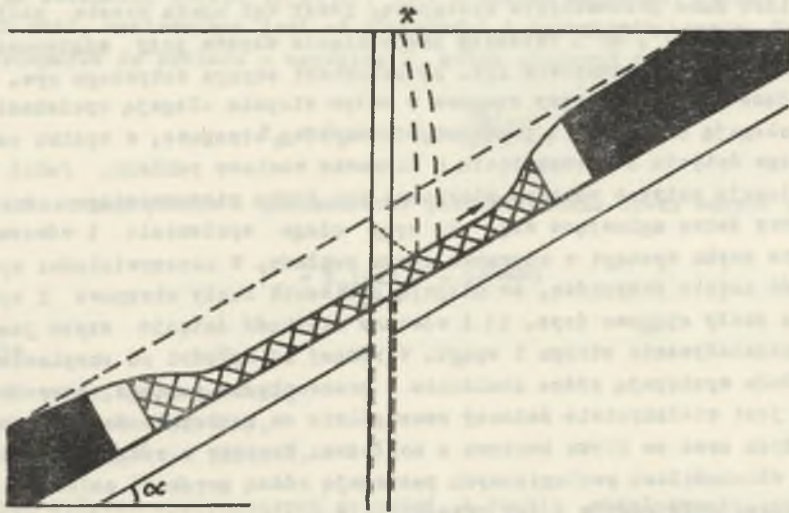
$$i_D = - \frac{a \cdot E_2 \cdot h_2^3 \cdot X_2 \cdot Y_2 \cdot f_2 \cdot \sin \alpha}{h_1^3 \cdot E_1 + h_2^3 \cdot E_2}$$

Wielkość ścięcia szybu

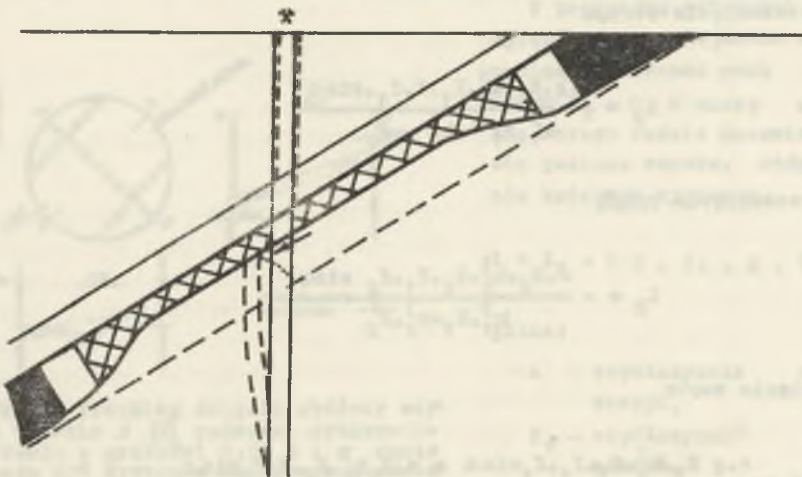
$$i = \frac{a \cdot g \cdot E_1 \cdot h_1^3 \cdot X_1 \cdot Y_1 \cdot f_1 \cdot \sin \alpha - a \cdot E_2 \cdot h_2^3 \cdot X_2 \cdot Y_2 \cdot f_2 \cdot \sin \alpha}{h_1^3 \cdot E_1 + h_2^3 \cdot E_2}$$

We wzorach oznaczają:

- a - współczynnik kierowania stropem,
- g - grubość wybieranego pokładu,
- $E_1$  - moduł sprężystości warstwy stropowej,

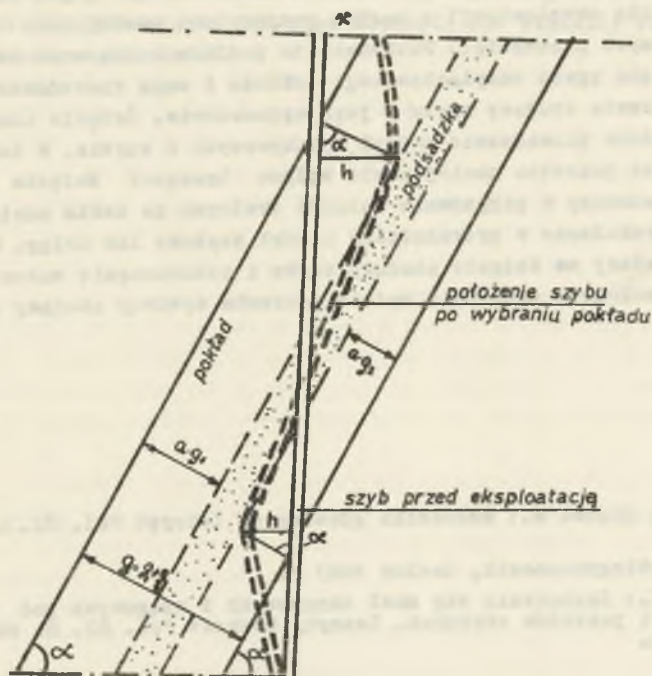


Rys. 2. Przewidywane ścięcie obudowy szybu podczas wybierania pokładu węgla, jeśli w spągu zalega sztywna ława piaskowca a warstwy stropowe zbudowane są z warstw łatwo uginających się



Rys. 3. Ścięcie obudowy szybu podczas wybierania pokładu w którego stropie zalegają warstwy sztywne a w spągu podatne

- $h_1$  - grubość zginanej warstwy stropowej,  
 $X_1$  - współczynnik wpływu zginania i ścinania warstw stropowych,  
 $Y_1$  - współczynnik wpływu kierunku wybierania i oddziaływania warstw stropowych,  
 $f_1$  - współczynnik pełzania warstw stropowych,  
 $\alpha$  - kąt upadu pokładu,  
 $E_2$  - moduł sprężystości warstwy spągowej,  
 $h_2$  - grubość zginanej warstwy spągowej,  
 $X_2$  - współczynnik wpływu zginania i ścinania warstw spągowych,  
 $Y_2$  - współczynnik wpływu kierunku wybierania i oddziaływania warstw spągowych,  
 $f_2$  - współczynnik pełzania warstw spągowych.



Rys. 4. Przesunięcie szybu w miejscu wybranego pokładu przy równoczesnym obniżeniu stropu i wydzwignięciu spągu

- linia ciągła przedstawia stan przed eksploatacją,  
 - - - linia przerywana przedstawia położenie szybu, stropu i spągu po wybraniu pokładu

Wielkości współczynników  $X_1, Y_1, f_1, X_2, Y_2, f_2$  można ustalić na podstawie analizy pomiarów zaciskania wyrobisk eksploatacyjnych i pomiarów rozwarstwień skał w otworach wierniozowych w stropie i spągu pokładu.

Przy wstępnej ocenie wpływu wielkości nachylenia na ściecie szybu w miejscu eksploatacji pokładu można założyć, że współczynniki  $X_1 = X_2 = Y_1 = Y_2 = f_1 = f_2 = 1$ .

Uzyskane wyniki przy takim założeniu nieznacznie odbiegają od wielkości rzeczywistych.

Wykorzystując podane wzory można przewidzieć odpowiednie zabezpieczenie obudowy szybu na wpływy eksploatacji górniczej.

### 3. Wnioski

Podczas wybierania pokładów poziomych w filarach ochronnych szybów wystąpiły nieznaczące przesunięcia na kontakcie warstw wynikające głównie ze sposobu i kierunku eksploatacji, które nie miały dużego wpływu na obudowę szybu. Stosowanie eksploatacji z kostką przyszybową zmniejszyło znacznie wielkość poziomych przesunięć. Przesunięcia poziome rosną wraz ze zwiększeniem się kąta upadu eksploatowanego pokładu i mogą spowodować niebezpieczne uszkodzenia obudowy szybu i jego wyposażenia. Ściecie obudowy szybu bardzo utrudnia prowadzenie naczyń wydobywczych w szybie. W takich warunkach zachodzi potrzeba zmniejszenia wpływu krawędzi ścienia obudowy przez wymianę obudowy i przybranie odciosów skalnych na takim odcinku, żeby mogły być prowadzone w prowadnikach klatki szybów lub skipy. Wykorzystując podane wzory na ściecie obudowy szybu i przesunięcie można określić, w jakim zakresie zachodzić będzie potrzeba wymiany obudowy szybu i zbrojenia.

### LITERATURA

- [1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. (skrypt Pol. Śl.). Gliwice 1973.
- [2] Mohr F.: Gebirgsmechanik, Goslar 1963 r.
- [3] Podgórski K.: Zachowanie się skał stropowych i spągowych pod wpływem eksploatacji pokładów stromych. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. S. Górnictwo z. 32. 1968.

ПОВЕДЕНИЕ КРЕПИ СТВОЛА ВО ВРЕМЯ ВЫЕМКИ НАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ

Резюме

Поданы формулы для определения величины сдвига крепи ствола в эксплуатированном пласте, в зависимости от мощности пласта, его наклона, способа управления кровлей, твердости скал кровли и почвы.

THE BEHAVIOUR OF SHAFT LININGS DURING THE EXPLOITATION OF INCLINED COAL-BEDS

Summary

The paper provides for the determination of the shift extent of shaft linings at the site of an extracted coal bed, depending on the thickness of this coal bed, its slope, the roof control, the rigidity of the rock at the roof and on the thill.