ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1975

Seria: Górnictwo z. 68 Nr kol. 461

Kazimierz Podgórski, Maksymilian Tarabura,
Engelbert Woźnica

DOBÓR PASÓW OCHRONNYCH W KOSTCE PRZYSZYBOWEJ

Streszczenie. Podano propozycje konstrukcji pasów ochronnych ich rozmieszczenie w kostce przyszybowej, wzajemne oddziaływanie pasów ochronnych na strop i spąg pokładu oraz na obudowę szybu przy zachowaniu minimalizacji wpływów wybierania pokładów.

1. Wstęp

Celem zmniejszenia wpływów w miejscu wybierania pokładu w filarze ochronnym szybu wykonuje się kostkę przyszybową, którą szczelnie podsadza [1].

Zamiast stosowania podsadzki hydraulicznej w kostce przyszybowej można stosować pasy ochronne lub specjalne upodatnienie.

Obecne rozwiązania zabezpieczenia szybu dotyczą głównie wybierania pokładów węgla z podsadzką hydrauliczną. Brak jest natomiast szerszych rozwiązań zabezpieczenia obudowy szybu przy wybieraniu pokładu na zawał, dlatego zachodzi potrzeba opracowania tego zagadnienia.

2. Pasy ochronne w kostce przyszybowej

Rodzaj stosowanych pasów ochronnych w kostce przyszybowej zależy od budowy geologicznej górotworu, wytrzymałości warstw górotworu, sposobu i kierunku prowadzenia eksploatacji w filarze szybu, przeznaczenia szybu oraz głównie od przewidywanych wielkości deformacji górotworu i obudowy od przewidywanej eksploatacji pokładów w filarze. Celem zachowania warunku równomiernego osiadania stropu w kostce przyszybowej w formie płyty należy najpierw ustalić wielkość kostki przyszybowej.

Wielkość kostki przyszybowej, przy której skały stropowe nie ulegają spękaniu można w przybliżeniu obliczyć ze wzoru:

$$L_s = g_s \cdot n_p \sqrt{\frac{2(a \cdot \gamma \cdot H \cdot \sin\alpha + R_{zp} \cdot n_p^{-1}) \cdot (m_s - 1)}{\xi_k \cdot a \cdot \gamma \cdot H \cdot \sin\alpha + g_s \cdot a \cdot \gamma (m_s - 1)\cos\alpha}} \qquad (1)$$

gdzie:

L_s - wysokość pochyła odkrytego stropu skał wytrzymałych, przy której nie występuje ich załamanie,

g_s - grubość sztywnej warstwy stropowej,

$np = \frac{L_1}{L_s}$ - stosunek szerokości kostki L_1 do jej długości L_s

a - przyspieszenie ziemskie,

H - głębokość położenia pokładu w miejscu szybu,

α - kąt upadu pokładu,

R_{gp} - doraźna wytrzymałość na zginanie sztywnej warstwy stropu,

m_s - współczynnik Poissona sztywnej warstwy stropu,

ξ_k - współczynnik koncentracji naprężeń,

γ - średnia gęstość przestrzenna skał.

Przy ustalaniu wielkości kostki przyszybowej wskazane jest sprawdzić czy skały spągowe zachowają swoją stateczność. Do tego celu można wykorzystać uproszczony wzór, który posiada postać:

$$L_p = g_p \cdot n_p \sqrt{\frac{2(\gamma \cdot a \cdot H \cdot \sin\alpha + R_{gp} \cdot n_b^{-1}) \cdot (m_p - 1)}{\xi_k \cdot \gamma \cdot a \cdot H \sin\alpha - (g_1 + g_p) \cdot a \cdot \gamma \cdot (m_p - 1)\cos\alpha}} \qquad (2)$$

gdzie:

g_p - grubość sztywnej skały poniżej spągu,

g_1 - grubość warstw słabych od spągu pokładu do warstwy sztywnej,

m_p - współczynnik Piossona skały spągowej,

R_{gp} - doraźna wytrzymałość na zginanie sztywnej warstwy spągowej.

Przy przeprowadzeniu obliczeń kostki przyszybowej można przyjmować:

współczynnik koncentracji naprężeń $\xi_k = 2$,

współczynnik podparcia n_p

dla $\frac{L_1}{L_s} = 1$, to $n_p = 2$

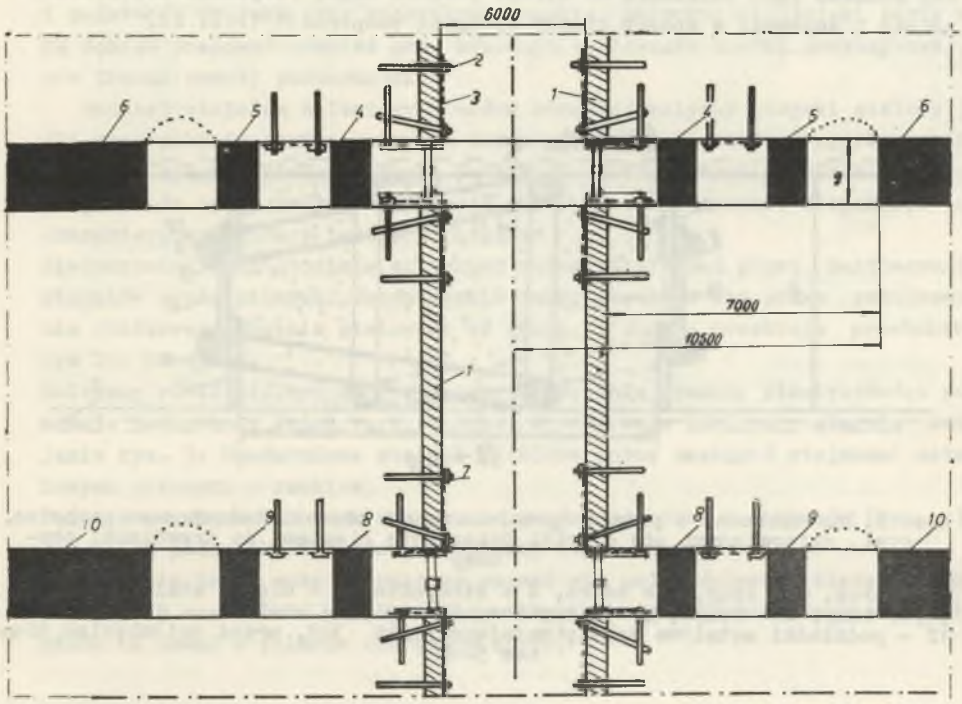
dla $\frac{L_1}{L_s} = 1{,}5$, to $n_p = 1{,}6$

dla $\frac{L_1}{L_s} = 3$, to $n_p = 1{,}2$.

W praktyce może wystąpić przypadek- że w stropie bezpośrednim zalegają warstwy łatwo uginające się lub łatwo ulegające obwałowi, wówczas do obliczeń bierze się warstwy sztywne zalegające powyżej naturalnego sklepienia i uwzględnia się wpływ podparcia stropu w kostce przyszybowej przez podsadzkę lub pasy ochronne. Konieczność stosowania podsadzki lub pasów ochronnych wynika również z tego, że w czasie wpływów naprężeń od postępującej eksploatacji skały stropowe winny osiadać w sposób łagodny celem zmniejszenia wpływów na szyb. Aby warstwy stropowe w procesie deformacji w kostce przyszybowej nie ulegały widocznemu rozwarstwieniu zachodzi konieczność możliwie natychmiastowego podparcia stropu za pomocą podsadzki lub pasów ochronnych [2], [3], [5].

Pasy ochronne można uzyskać przez:

- pozostawienie pasów węgla,
- wykonanie pasów z podsadzki,
- wykonanie pasów z podsadzki utwardzalnej,
- wykonanie pasów ze stosów drewnianych wypełnionych kamieniem,
- wykonanie murów podatnych,
- wykonanie pasów z kamienia łączonego zaprawą cementową,
- podparcie stropu upodatnionymi stojakami żelbetowymi,
- podparcie stropu upodatnionymi stojakami stalowymi,
- podparcie stropu stojakami sztywnymi wciskanymi w podatny spąg w kostce przyszybowej,
- podparcie stropu pasami z podsadzki i stojakami.



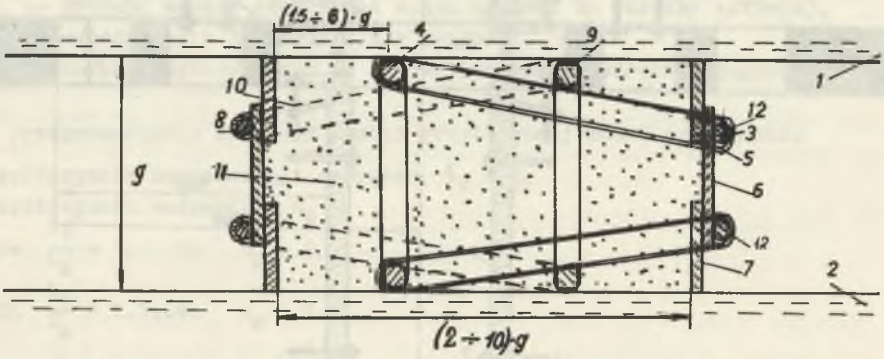
Rys. 1. Sposób zabezpieczenia obudowy szybu przez kotwienie i pasami węgla w kostce przyszybowej

1 - obudowa szybu, 2 - kotwie, 3 - siatka ochronna, 4,5,6,9 - pasy ochronne, 6 - pokład węgla górny, 7 - kotwie zabezpieczające obudowę szybu i górotwór w miejscu kostki przyszybowej pokładu, 10 - wykonanej po uprzednim wybraniu pokładu 6 i uspokojeniu się intensywnych ruchów górotworu

Stosowanie pasów ochronnych wymagane jest szczególnie przy projektowaniu i prowadzeniu wybierania pokładów w filarze szybu na: zawał, podsadzkę suchą pełną, podsadzkę suchą pasami. Pasy ochronne z pozostawionego węgla można stosować sporadycznie tam, gdzie skały stropowe lub spągowe są podatne i łatwo rabujące, a węgiel nie jest skłonny do samozapalenia (rysunek 1).

Wad pasów ochronnych z węgla unika się przez zastosowanie zamiast węgla materiałów niepalnych.

Takim rozwiązaniem mogą być pasy wykonane z piasku otamowanego. Celem podparcia stropu w początkowym okresie pozostawia się obudowę drewnianą. Boki pasów otoczone są płytami teleskopowo zachodzącymi, ściągnięte poprzez cięgna linowe i belki do miejsc oparcia dźwigarów w piasku. W miejscu styku cięgna z belką drewnianą złożone są podkładki stalowe dla zmniejszenia wpływu lokalnego obciążenia. Dźwigary zasypane w piasku lub zamulone w piasku pasa ochronnego usytuowane są poza środkiem pasa ochronnego, tak aby podczas jego ściskania od stropu pokładu mogły wzajemnie się przemieszczać i zapewnić w sposób ciągły wymaganą podporność (rys. 2).



Rys. 2. Pas ochronny z piasku ograniczonego i płytami teleskopowo zachodzącymi, opierającymi się o belki ściągnięte cięgnami do drewnianej obudowy

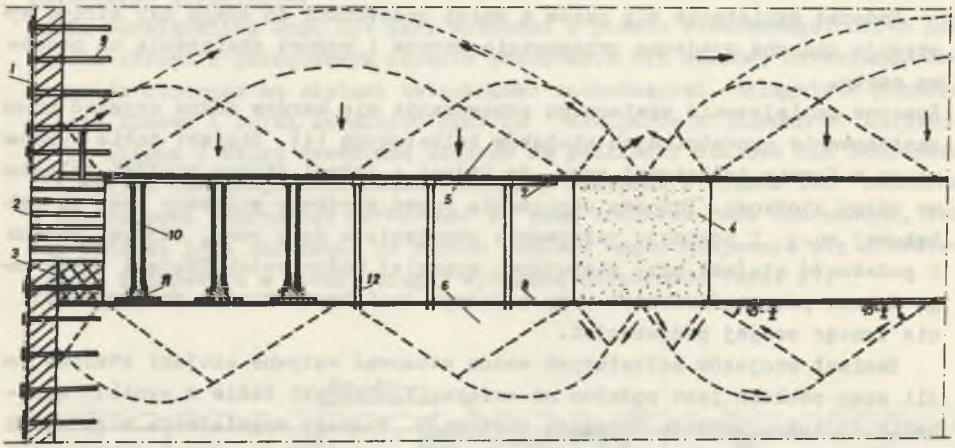
1 - strop, 2 - spąg, 3 - belka, 4 - stropnica, 5 - cięgno stalowe, 6 - 7 - płyty tamy, 8 - belka, 9 - stropnica, 10 - cięgno stalowe, 11 - piasek, 12 - podkładki metalowe zabezpieczające belki 3-9, przed ściśnięciem cięgnem 5-10

Celem uniknięcia konieczności otamowania piasku lub kamienia można stosować pasy podsadzki suchej z obudową lub pasy z podsadzki utwardzanej. Pasy podsadzki utwardzanej byłyby ściągnięte cięgnami stalowymi ze starych lin i siatką stalową celem wzmocnienia i uzyskania ciągłej podporności - mimo zgniatania i łuszczenia boków pasa podsadzki utwardzanej. Brak wzmocnienia pasów podsadzki utwardzanej może spowodować szczególnie przy pa-

sach wysokich nagłe rozpadnięcie, po przekroczeniu wytrzymałości i utratę podporności. Obecnie dość często stosuje się pasy ochronne ze stosów drewnianych wypełnionych podsadzką [1] [2]. Stosy takie szczególnie nadają się tam, gdzie skały stropowe lub spągowe są słabe, do których pod wpływem obciążenia mogą być wciskane stosy.
Rolę stosów czy pasów mogą również spełnić mury wykonane z materiałów podatnych.
Podatność można również uzyskać przez wciskanie do słabego spągu czy stropu pasów ochronnych z kamienia łączonego zaprawą cementową.

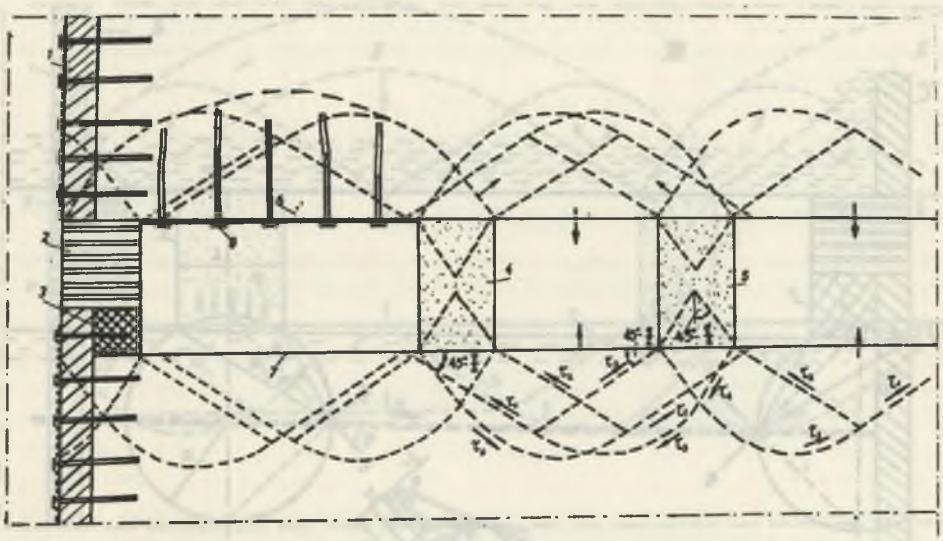
Podczas wgniatania się pasów o małej podatności do spągu czy stropu występuje znaczne wzajemne przesuwanie warstw i wzrost obciążenia na obudowę szybu.
Znaczne zmniejszenie wzajemnego przesuwania się warstw można uzyskać przez zastosowanie upodatnionych stojaków żelbetowych [4]. Stojaki takie wykonane są w formie żelbetowej rury, do której z jednej strony wchodzi żelbetowy rdzeń stożkowy. Podczas obciążenia rdzeń stożkowy wciskany jest do żelbetowej rury i powoduje rozrywanie zbrojenia u dołu rury, odprysk betonu i podatność stojaka przy stosunkowo wysokiej podporności. Stojaki takie mogą dobrze pracować również przy znacznym zaciskaniu kostki przyszybowej, nie tracąc swojej podporności.

Zamiast stojaków żelbetowych można stosować sztywne stojaki stalowe jeśli spąg pokładu jest podatny na wciskanie. Stojaki takie w wyniku wciskania do spągu pokładu uzyskują podatność. Podczas wygniatania się takich stojaków do spągu pokładu występuje dość często wyboczenie stojaków, a ich charakterystyka pracy jest przypadkowa.
Niekorzystne wady stojaków, sztywnych można eliminować przez zastosowanie stojaków upodatnionych. Upodatnienie takie uzyskuje się przez zastosowanie stożkowego rdzenia stalowego ze stopą, i rury o przekroju prostokątnym lub okrągłym.
Wciskany rdzeń stalowy do rury po przekroczeniu granicy plastyczności powoduje rozrywanie końca rury stojaka, a rozerwane boki rury ulegają zwijaniu rys. 3. Upodatnione stojaki metalowe można zastąpić stojakami metalowymi ciernymi z zamkiem.
Dalszym rozwiązaniem jest stosowanie pasów podsadzki i stojaków (rys. 3) lub pasów podsadzki i obudowy kotwiowej (rys. 4).
Rozwiązanie takie może w praktyce okazać się najwłaściwszym dlatego proponuje się zastosować go w pierwszym etapie przy planowaniu wybierania pokładu na zawał w filarze ochronnym szybu.



Rys. 3. Schemat przebiegu płaszczyzn ścięcia w warstwach stropu i spągu przy występowaniu warstw poślizgowych i pominięciu oddziaływania obudowy stalowej

1 - obudowa szybu, 2 - upodatnienie, 3 - pierścień oporowy, 4 - pas ochronny, 5 - strop pokładu, 6 - spąg pokładu, 7 - warstwa poślizgowa przy stropie, 8 - warstwa poślizgowa przy spągu, 9 - kotwie, 10 - rura stalowa o przekroju prostokątnym, 11 - rdzeń stożkowy ze stopą, 12 - stojaki ze starych szyn



Rys. 4. Przebieg płaszczyzn ścięcia w stropie i spągu przy niedużej odległości między pasami ochronnymi

3. Ustalenie wzajemnego oddziaływania pasów ochronnych na strop i spąg pokładu oraz na obudowę szybu

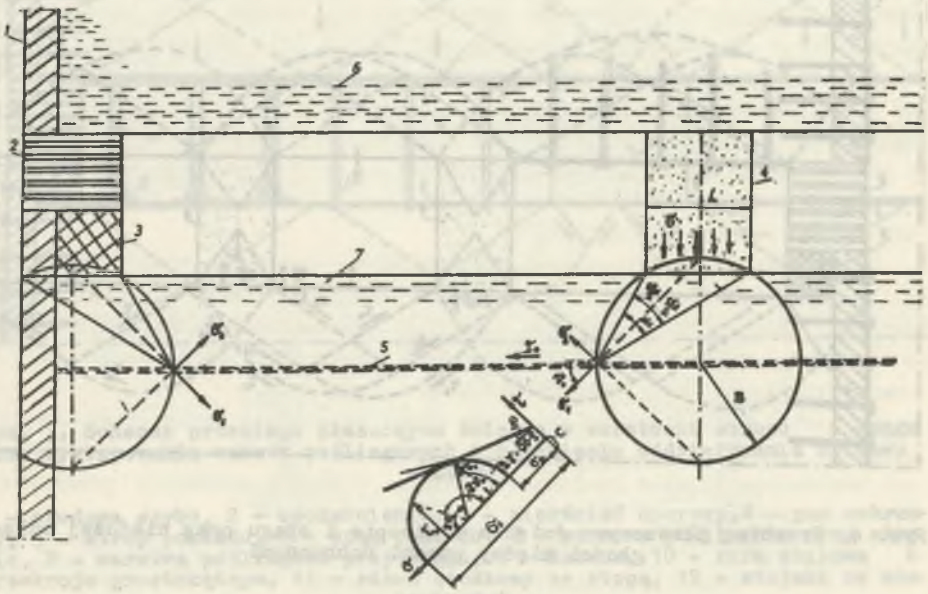
W zależności od wielkości pasów ochronnych ich rozmieszczenia, wytrzymałości skał stropowych i spągowych, wielkości wpływu wybranego pokładu w kostce przyszybowej jak i prowadzonego wybierania pokładu w filarze, warstwy stropowe i spągowe mogą ulec łuszczeniu i wyciskaniu lub obniżać się w formie płyty.

Wielkość i przebieg naprężeń pod pasem ochronnym można obliczyć ze znanych wzorów [1]

$$\sigma_1 = \sigma \cdot \frac{\alpha_1 + \sin \alpha_1}{\pi} \tag{3}$$

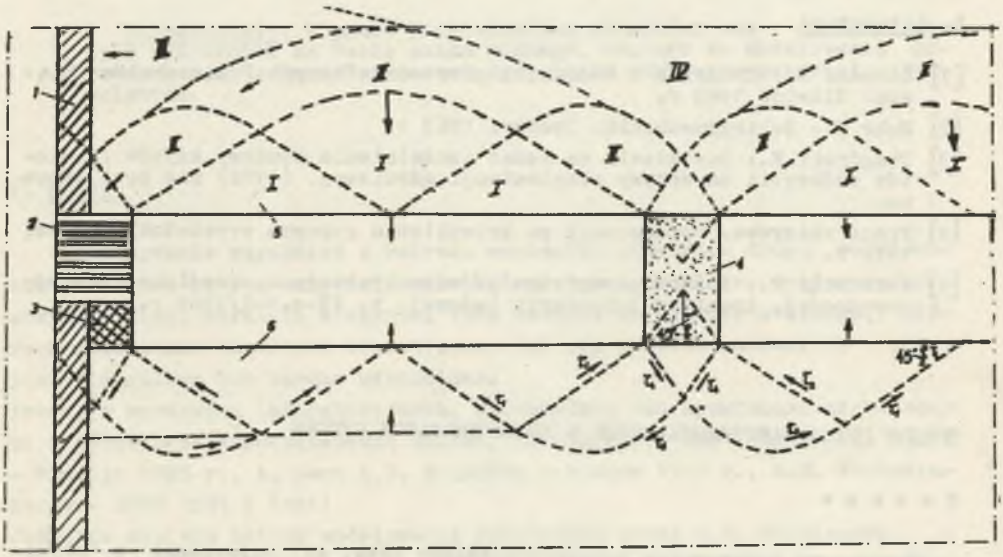
$$\sigma_2 = \sigma \cdot \frac{\alpha_1 - \sin \alpha_1}{\pi} \tag{4}$$

Występujące stosunkowo duże naprężenia σ, σ_1, σ_2 mogą spowodować ścięcie na kontakcie warstw i znaczne obciążenie obudowy. Naprężenia ścinające na kontakcie warstw w stanie granicznym można wyznaczyć sposobem przybliżonym wykorzystując konstrukcje kół Mohra (rys. 5).



Rys. 5. Wyznaczenie naprężeń pod pasem ochronnym

Niesymetryczne rozmieszczenie pasów ochronnych może doprowadzić do ścięcia obudowy szybu ma kontakcie słabych warstw.
W miarę zwiększania odstępu między pasami ochronnymi przy niepodpartym stropie, występuje wzrost deformacji stropu i uszkodzenie obudowy szybu (rys. 6). Warstwy stropu w strefie I pod wpływem naprężeń ścinających i rozrywających ulegną szybkiemu obwałowi, powodując znaczny wzrost naprężeń ściskających w strefie II. Naprężenia te powodują niszczenie obudowy nad stosami upodatniającymi. W wyniku przemieszczania się warstw do szybu ulegną spękaniu dalsze warstwy w strefie III, które zwiększają zasięg uszkodzeń obudowy szybu.



Rys. 6. Przebieg płaszczyzn ścięcia przy znacznej odległości pasa ochronnego od obudowy szybu

Intensywność uszkodzeń obudowy szybu wzrośnie pod wpływem działania ciśnienia eksploatacyjnego.
Zmniejszenie odległości między pasami ochronnymi, a obudową szybu i skotwienie warstw stropowych oraz obudowy szybu spowoduje, że wytworzy się samonośny strop, który podczas wpływów ciśnienia eksploatacyjnego będzie obniżał się w formie płyty (rys. 4), (rys. 3) wraz z obudową szybu.

4. Wnioski

Projektowanie wybierania pokładów w filarze ochronnym szybu należy tak zaplanować, aby szyb spełniał swoje funkcje zgodnie z przeznaczeniem. Kopalnie, które nie posiadają urządzeń do podsadzki hydraulicznej dążą do wybierania pokładów z zawałem stropu.

Podczas wybierania pokładu węgla z zawałem stropu występuje strefa zawału nieuporządkowanego w której występują maksymalne nieciągłe deformacje górotworu.
Deformacje takie są bardzo niebezpieczne dla szybu. Zachodzi potrzeba opracowania i zastosowania takiego kierowania stropem w kostce przyszybowej aby szyb nie był objęty strefą zawału. Zastosowanie pasów ochronnych w kostce przyszybowej winno umożliwić osiadanie stropu w formie płyty ograniczając do minimum niekorzystny wpływ strefy zawału nieuporządkowanego.

5. Literatura

[1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu (skrypt Politechnika Śląska) Gliwice 1963 r.

[2] Mohr F.: Gebirgsmechanik. Gosbar. 1963 r.

[3] Podgórski K.: Rozważania na temat upodatnienia obudowy szybów i wlotów podszybii na wpływy eksploatacji górniczej. (1972) nie opublikowana.

[4] Praca zbiorowa. Sprawocznik po krieplieniu gornych wyrabotok. Moskwa, 1972 r.

[5] Przedecki T.: Nośność graniczna ośrodka sypkiego o określonej niejednorodności, Archiwum Inżynierii Lądowej, t. XV-z.1-2/1969 r.

ПОДБОР ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ БЕРМ В ОКОЛОСТВОЛЬНОМ БРУСКЕ

Р е з ю м е

Предложены конструкции предохранительных берм, их размещение в околоствольном бруске, соотношение предохранительных берм, кровли и почвы пласта а также влияние на крепь при соблюдении сведения к минимуму влияния вычёмки пластов.

THE SELECTION OF PROTECTIVE GIRDLES IN THE BLOCKS SURROUNDING A SHAFT

S u m m a r y

Suggestions have been put forward concerning the construction of protective girdles, their distribution in the blocks which surround the shaft, the interaction of these protective girdles and the roof and thill of the coal bed, as well as the shaft lining, whereas the effect of the extraction of coal beds is kept at its lowest.