

MIROSŁAW CHUDEK, KAZIMIERZ PODGÓRSKI
ZENON SZCZEPANIAK

PROJEKTOWANIE OBUDOWY SZYBÓW W FILARACH OCHRONNYCH PRZEZNACZONYCH DO EKSPLOATACJI

Streszczenie. Eksploatacja węgla w filarach ochronnych szybów wymaga odpowiedniego zaprojektowania upodatnienia obudowy szybu oraz jego wyposażenia. Sposoby upodatnienia murowych obudów szybowych podaje się w 4 alternatywach w niniejszej pracy. W pracy podaje się również sposób określania wielkości deformacji górotworu i obudów szybowych na podstawie teorii T. Kochmańskiego.

1. Wstęp

W istniejących i projektowanych kopalniach pozostawia się przy szybach filary ochronne, które powodują uwięzienie znacznych zasobów kopaliny użytecznej. Obecnie coraz częściej przystępuje się do wybierania kopaliny użytecznej w filarach ochronnych szybów. Przed przystąpieniem do wybierania przyszybowego filara ochronnego – należy upodatnić obudowę szybu i jego zbrojenie, celem ich zabezpieczenia przed dużymi deformacjami pod wpływem eksploatacji górniczej. Próbę opracowania sposobu upodatnienia obudów szybowych oraz prostej metody określania wielkości deformacji górotworu podjęto w niniejszej pracy.

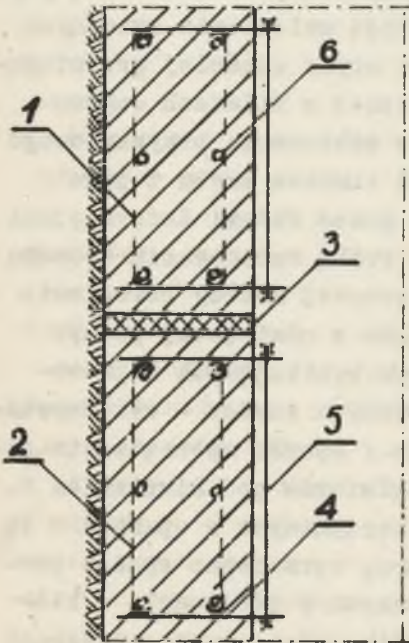
Do określania deformacji górotworu wynikających z prowadzonej eksploatacji w filarach ochronnych szybów – wykorzystano teorię profesora T. Kochmańskiego i sposób sporządzania nomogramów opracowany przez mgr J. Magdziejza pod kierunkiem T. Kochmańskiego [1] [2]. Na podstawie otrzymanych w oparciu o tę teorię wielkości deformacji górotworu, opracowano sposób projektowania obudów szybowych wykonywanych w miejscach, w których przewiduje się wybieranie kopaliny użytecznej w filarach ochronnych szybów.

2. Nowe rozwiązania obudów szybowych

Najczęściej stosowaną obudową w wykonywanych obecnie szybach jest obudowa murowa. Obudowa murowa wymaga odpowiedniego zabezpieczenia na ruchy górotworu jakie ujawnią się przy prowadzeniu eksploatacji w filarach ochronnych szybów. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że największe ruchy górotworu występują w strefie około 100 m powyżej i około 40 m poniżej spągu wybieranego pokładu. Na tym więc odcinku należy obudowę szczególnie dobrze zabezpieczyć. Sposób zabezpieczenia obudowy szybowej nad eksploatowanym pokładem i pod nim rozpatrzono w 4 alternatywach.

A l t e r n a t y w a 1

W alternatywie 1 podano sposób updatnienia murowej obudowy szybów głębionych w górotworze niezawodnionym. W strefach dużych ruchów górotworu występują w obudowie szybu naprężenia rozciągające, ściskające i ścinające. Celem zabezpieczenia obudowy przed dużymi nieregularnymi deformacjami, można w tych strefach obudowę updatnić w sposób jak na rys. 1 przez zakładanie w poprzecznym przekroju obudowy wkładek z drewna lub z innego nieściśliwego materiału, który nie podlegałby niszczeniu pod wpływem działania wilgoci w szybie. Wkładki updatniające wskazane jest stosować wzdłuż całej strefy dużych deformacji górotworu w odstępach od 2 do 5 m, z uwzględnieniem konieczności ich zakładania na kontaktach warstw sztywnych i małosztywnych, gdzie od-



Rys. 1. Sposób updatnienia obudowy szybu wykonanego w górotworze niezawodnionym

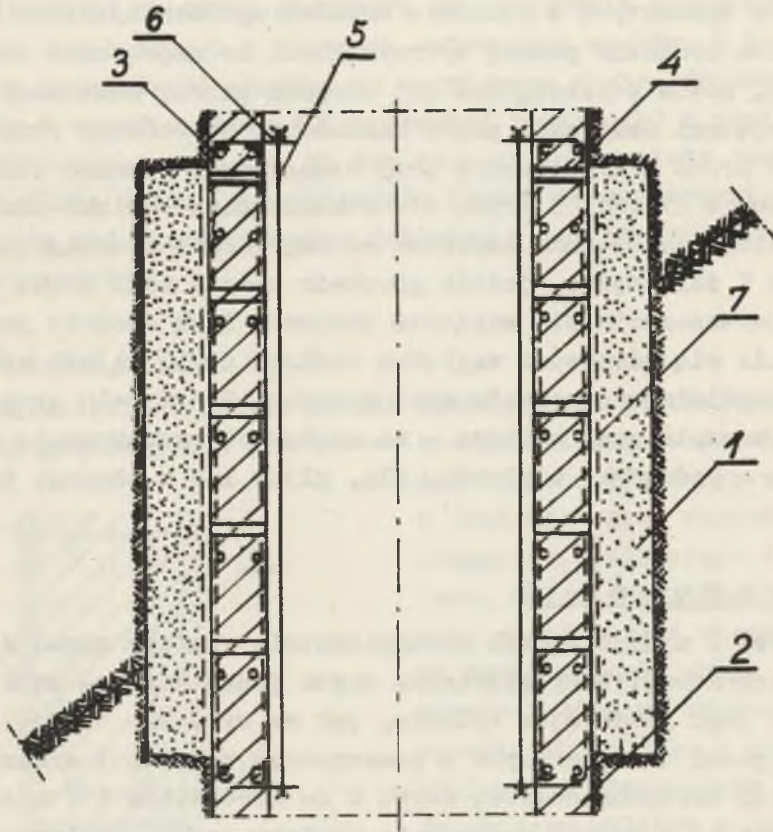
działywanie górotworu na obudowę będzie zawsze duże. Poszczególne odcinki obudowy 1, 2 (rys. 1) między wkładkami upodatniającymi 3, powinny tak pracować pod wpływem działającego na nie górotworu, aby nie ulegały rozrywaniu a tylko przesuwaniu w kierunku wykonanych w obudowie wkładek upodatniających. Celem nadania obudowie pewnej wytrzymałości na naprężenia rozciągające, można poszczególne jej odcinki między wkładkami upodatniającymi usztywnić przez zakładanie w obudowie zbrojenia 6 lub przez przymocowanie przy wewnętrznej stronie obudowy na kotwiach 4 cięgieł 5 (rys. 1). Poszczególne odcinki obudowy będą w mniejszym stopniu narażone na naprężenia rozciągające, ścinające i ściskające, jeżeli górotwór będzie miał pewną swobodę przemieszczania się względem obudowy. Taką swobodę przemieszczania się górotworu względem obudowy szybu należy stworzyć szczególnie w otoczeniu skał mocnych. W tym celu proponuje się wykonanie poza obudową - na odcinkach występowania skał sztywnych - poduszek: z piasku, żu, gliny lub z chudego betonu.

Alternatywa 2

Alternatywa 2 ujmuje sposób zabezpieczenia obudowy szybu w strefie uskokowej. Przy głębieniu szybu przez uskok - należy poszerzyć jego przekrój w wyłomie, jak na rys. 2.

Na długości odcinka szybu z poszerzonym wyłomem 1 wykonuje się z kolei zbrojoną obudowę szybu 2 ze zbrojeniem 3 i z odcinkami rur 4. W czasie wznoszenia obudowy szybu - wolną przestrzeń między obudową a ociosem wypełnia się stopniowo piaskiem. Przestrzeń tę można również zamulić po wykonaniu obudowy przez zabudowane w niej odcinki rur 4. Wykonana poza obudową poduszka z piasku złagodzi ujemne oddziaływanie na obudowę skał przesuwających się po płaszczyźnie uskokowej. W przypadku stwierdzenia deformowania się obudowy pod wpływem ruchu górotworu - można od strony dużych ciśnień wypłukiwać spoza obudowy piasek przez założone w niej odcinki rur 4. W ten sposób oddziaływanie górotworu na obudowę szybu będzie bardziej równomierne i uniknie się nagłego jej ścięcia. Obudowę szybu wskaza-

ne jest wzmocnić zbrojeniem 3 celem umożliwienia jej przejmowania pewnych naprężeń rozciągających. Jeżeli szyb zostałby wykonany w obudowie niezbrojonej, wówczas przed przystąpieniem do



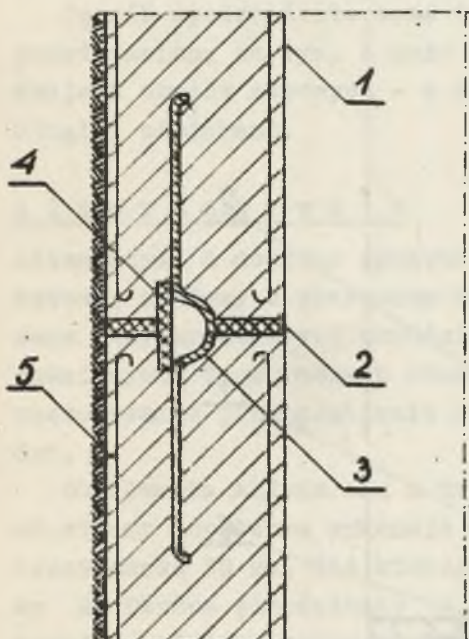
Rys. 2. Sposób zabezpieczenia obudowy szybu w strefie uskoko-
wej

eksploatacji w filarze ochronnym szybu należy poszczególne odcinki obudowy między wkładkami upodatniającymi wzmocnić cięg-
nami 5 przymocowanymi do obudowy kotwiami 6 (rys. 2). Jeżeli uskok jest zawodniony - wówczas należy uszczelnić obudowę
przez wykonanie po zewnętrznej jej stronie izolacyjnego płasz-
cza z tworzywa sztucznego 7 (rys. 2). Poduszka z piasku 1 o
odpowiedniej grubości i wysokości złagodzi oddziaływanie gó-

rotworu na obudowę oraz na nałożony na nią płaszcz uszczelniający. Przy stosowaniu wkładek upodatniających w obudowie szybu w miejscu występowania zawodnionego uskoku, można zastosować rozwiązanie podane w alternatywie 3, rys. 3 i 4.

A l t e r n a t y w a 3

W alternatywie 3 podano sposób upodatnienia obudów szybów głębinowych w warunkach górotworu zawodnionego. Obudowa w górotworze zawodnionym wymaga takiego upodatnienia, przy którym woda spoza obudowy nie przedostawałaby się do wnętrza szybu. Upodatnienie tego rodzaju można uzyskać przy zastosowaniu przepon 3, jak na rys. 3. Przepony 3 wraz z wkładkami upodatniającymi 2, należy wykonywać w czasie wznoszenia obudowy szybu.



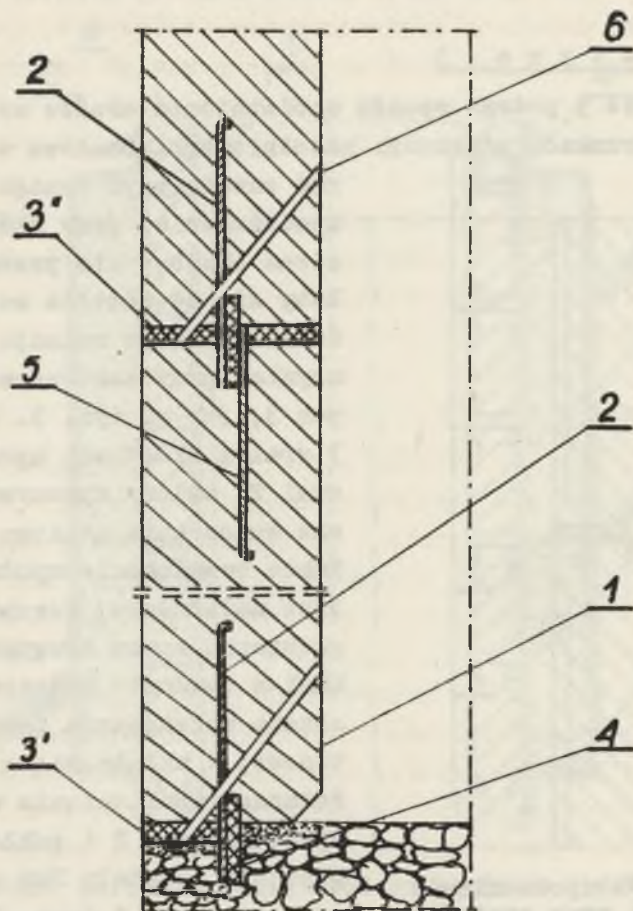
Rys. 3. Sposób upodatnienia obudowy szybu przy zastosowaniu przepon elastycznych

Upodatnienie tego rodzaju można uzyskać przy zastosowaniu przepon 3, jak na rys. 3. Przepony 3 wraz z wkładkami upodatniającymi 2, należy wykonywać w czasie wznoszenia obudowy szybu. Takie rozwiązanie upodatnienia jest najbardziej korzystne przy głębinieniu szybu długimi odcinkami w obudowie betonowej. W czasie wykonywania obudowy betonowej 1 układa się w miejscu żądanego upodatnienia wkładki upodatniające 2 i zakłada się przepony ze stali lub z tworzywa sztucznego 3 (rys. 3).

W miejscu wygiętej przepony zakłada się osłony 4, które za-

bezpieczają wolną przestrzeń w przeponie przed jej zabetonowaniem w czasie wykonywania obudowy. Odcinki obudowy między wkładkami upodatniającymi wzmacnia się podłużnie zbrojeniem 5, które ma za zadanie zabezpieczyć obudowę przed jej zniszczeniem pod wpływem naprężeń rozciągających. Inną możliwością uszczelnienia murowej obudowy szybu w miejscu jej upodatnienia

przedstawiono na rys. 4. Przy głębieniu szybu krótkimi odcinkami - sposób wykonywania takiego upodatnienia i uszczelnienia obudowy przedstawia się następująco:



Rys. 4. Sposób upodatnienia obudowy szybu przy zastosowaniu pierścieni stalowych z uszczelnieniem gumowym

Przed przystąpieniem do wykonania danego odcinka obudowy betonowej 1 zakłada się na urobku pozostawionym na dnie głębionego szybu - pierścień stalowy 2 wraz z przymocowanymi do niego wkładkami upodatniającymi 3 i uszczelniającymi 4. Wkładki 3 i 4 mogą być wykonane z taśmy gumowej lub z tworzywa

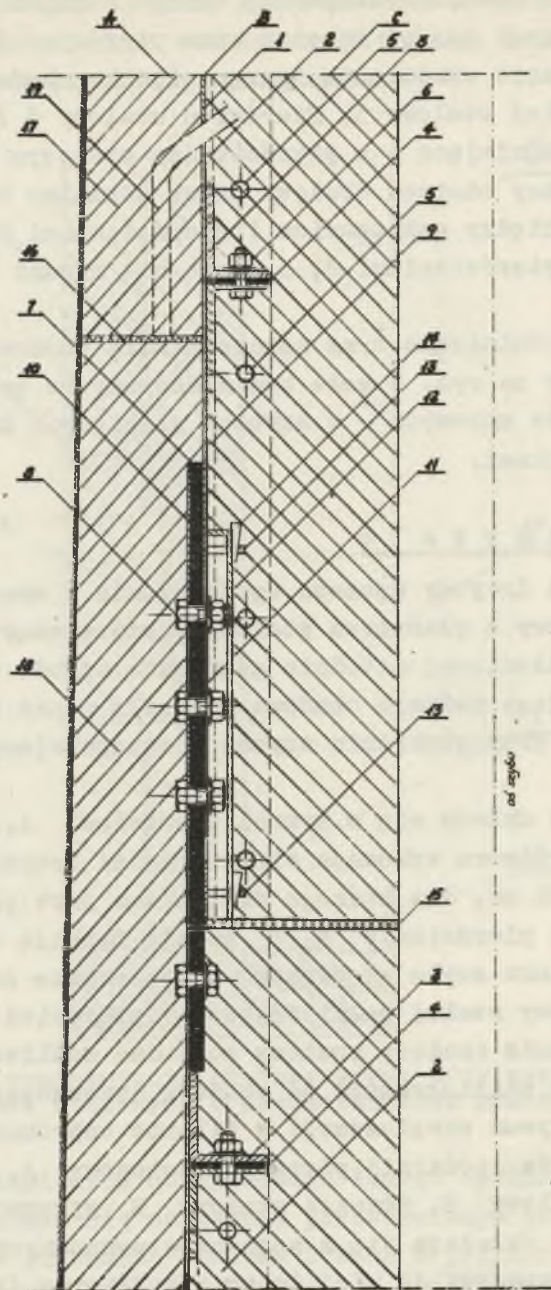
sztucznego. W czasie wykonywania danego odcinka obudowy zostają w dolnej jego części zabetonowane pierścieni 2 oraz rury 6. W końcowej fazie wznoszenia danego odcinka obudowy zakłada się w nim pierścień stalowy 5. Pierścień stalowy 5 łączy się przez wkładkę upodatniającą 4 z pierścieniem stalowym 2. Następnie zamyka się dany odcinek obudowy przez normalne betonowanie przestrzeni między szalowaniem i pierścieniami 2, 5 a w przestrzeń poza pierścieniami 2, 5 wlewa się rurami 6 beton ciekły.

Sposób upodatnienia oraz uszczelnienia obudowy szybowej przedstawiony na rys. 4 może być stosowany we wszystkich rodzajach obudów murowych - w szybach głębiowych krótkimi jak i długimi odcinkami.

A l t e r n a t y w a 4

Alternatywa 4 dotyczy sposobu upodatnienia i uszczelnienia żelbetowej obudowy z płaszczem stalowym, która często jest stosowana przy mroźniowej metodzie głębienia szybów w skałach zawodnionych. Tego rodzaju obudowa znalazła u nas dość szerokie zastosowanie przy głębieniu szybów udostępniających złoża miedzi.

Obudowa ta składa się z trzech pierścieni A, B, C rys. 5. Od strony górotworu wykonuje się pierścień betonowy A o grubości około 30 cm, dla którego szalunkiem jest płaszcz stalowy B. Obydwa pierścienie A, B pełnią funkcję obudowy tymczasowej na odcinku szybu głębionego w górotworze zamrożonym. Funkcję obudowy stałej pełni żelbetowy pierścień C. Wymienione 3 pierścienie obudowy powinny posiadać możliwość pewnego przesuwu przy oddziaływaniu na obudowę deformującego się górotworu pod wpływem eksploatacji w filarze ochronnym szybu. W tym celu należy upodatnić pierścień betonowy A, żelbetowy C i płaszcz stalowy B. Płaszcz stalowy B wykonuje się z pierścieni, które składają się z segmentów wykonanych z blachy 1 oraz z przyspawanych do niej żeber i kołnierzy (pionowych - 2 i poziomych - 3) w kształcie kątowników. Między kołnierze zakłada się uszczelnienie z tworzywa sztucznego 4 a następnie



Rys. 5. Sposób upodatnienia żelbetowej obudowy szybu z płaszczem stalowym

łączy się je śrubami 5, 6. W miejscu upodatnienia obudowy, konstrukcja płaszcza stalowego może być rozwiązana w ten sposób (rys. 5), że dwa jego pierścienie zachodzą na siebie teleskopowo i połączone są ze sobą poprzez taśmę uszczelniającą 7 śrubami 8. Przy pewnych przesunięciach górotworu i obudowy - pierścienia stalowy 9 może przesuwac się po taśmie 7 względem pierścienia 10 dzięki temu, że śruby 8 wchodzą do wyciętych w pierścieniu 9 pionowych rowków 11.

Celem zabezpieczenia rowków i śrub przed zabetonowaniem, należy zabezpieczyć je ceownikami 12, które przymocowuje się wzdłuż poszczególnych rowków 11 do blachy segmentów w pierścieniu 9 przyspawanymi do niej hakami 13. Ceowniki należy docisnąć do blachy pierścienia 9 klinami 14. Górne końce ceowników 12 winny być zabezpieczone przed możliwością wiania się do nich betonu w czasie wykonywania pierścienia obudowy stałej - pierścienia C. Pierścienia obudowy stałej C należy upodatnić przy dolnej stronie pierścienia 9 w sposób podany na rys. 4 lub przez założenie wkładki upodatniającej 15 z tworzywa sztucznego jak na rys. 5.

Pewną podatność należy również nadać pierścieniowi betonowemu A oddzielającemu obudowę stałą i płaszczyk stalowy od ociosów głębionego szybu. Podatność tę można uzyskać przez nałożenie warstwy bituminu 16 na dolną powierzchnię już wykonanego odcinka obudowy tymczasowej 17, w wczesniej zgłębionym odcinku szybu. Wolną przestrzeń poniżej nałożonej warstwy bituminu na wysokości pierścieni 9, 10 wypełnia się ciekłym betonem 18 przez rury 19. Przy głębianiu szybów w skałach zawodnionych należy dążyć do zabezpieczenia obudowy nie tylko przez jej upodatnienie ale również przez osiągnięcie możliwie najmniejszego oddziaływania deformującego się górotworu na obudowę. Celem zmniejszenia oddziaływania górotworu na wszystkie typy obudów w szybach głębianych w skałach zawodnionych, wskazane jest wykonać po zewnętrznej stronie obudowy poduszki amortyzacyjne: z gliny, z żu, z chudego betonu, z bituminu lub z tworzywa sztucznego. Poduszki takie umożliwiłyby pewien przesów deformującego się górotworu względem obudowy szybu. Celem wła-

soiwego zaprojektowania zabezpieczenia obudowy szybu przed ujemnymi skutkami deformacji górotworu należy uprzednio obliczyć wielkości tych deformacji. Sposób obliczeń podaje się w dalszej części pracy.

3. Określenie wpływów projektowanej eksploatacji górniczej w filarach ochronnych szybów na deformacje górotworu i obudowy szybowe

Eksploatacja kopaliny użytecznej prowadzona w filarze ochronnym szybu powoduje przesunięcia warstw górotworu i obudowy szybu w kierunku wybieranej partii pokładu. Ruchy górotworu są największe w bezpośrednim sąsiedztwie prowadzonej eksploatacji i zmniejszają się w miarę zbliżania się do powierzchni ziemi. Najbardziej intensywne ruchy górotworu powodujące największe uszkodzenia obudowy występują do 100 m powyżej stropu wybranego pokładu i do 40 m poniżej spągu pokładu. Wielkość i zasięg deformacji górotworu zależne są od budowy geologicznej górotworu, fizykomechanicznych własności skał, sposobu kierowania stropem i czasu odkształcania się warstw skalnych. Zmienność powyższych czynników wymaga każdorazowo określenia (w miejscu projektowanego głębienia szybu) wpływów planowanej eksploatacji na deformacje górotworu i rury szybowej oraz wykonania odpowiedniego zabezpieczenia obudowy szybu. Do obliczeń wpływów projektowanej eksploatacji na deformacje górotworu i obudowę szybów zastosowano teorię T. Kochmańskiego [1] oraz sposób sporządzania nomogramów opracowany przez J. Magdżozę pod kierunkiem prof. T. Kochmańskiego [2]. W świetle jej teorii wielkość właściwych odkształceń górotworu w pionie można obliczyć po rozwiązaniu równania [1]

$$\epsilon_z = \frac{\partial w}{\partial b} \cdot \frac{db}{dz} + \frac{\partial w}{\partial r_0} \cdot \frac{dr_0}{dz} \quad (1)$$

gdzie:

$\frac{\partial W}{\partial b}$ - pochodna obniżenia górotworu względem parametru b zależnego od głębokości,

$\frac{db}{dz}$ - pochodna parametru b względem pionowej odległości z od pokładu,

$\frac{\partial W}{\partial r_0}$ - pochodna obniżenia górotworu względem parametru r_0 zależnego od rodzaju warstw górotworu,

$\frac{dr_0}{dz}$ - pochodna parametru r_0 względem pionowej odległości z od pokładu.

Korzystanie ze wzoru (1) wymaga uprzedniego określenia zawartych w nim wielkości. Wielkości parametru b i pochodnej $\frac{db}{dz}$ należy ustalić oddzielnie dla górotworu przy powierzchni terenu oraz wewnątrz górotworu dla różnych odległości w pionie od eksploatowanego pokładu. Parametr b dla górotworu przy powierzchni terenu z planowaną lub prowadzoną eksploatacją na głębokości H można obliczyć z wzorów (1) (2)

$$\begin{aligned} b &= 2,7 - 0,75 \lg H \quad \text{dla } H \leq 450 \text{ m} \\ b &= 2,04 - 0,5 \lg H \quad \text{dla } H \geq 450 \text{ m} \end{aligned} \quad (2)$$

Wielkość pochodnej $\frac{db}{dz}$ dla górotworu przy powierzchni terenu z eksploatowanym pokładem na głębokości H można obliczyć z wzorów wynikających z zależności podanych w pracy [3].

$$\begin{aligned} \frac{db}{dz} &= \left(\frac{0,303}{\lg H} - 0,326 \right) \frac{1}{H} \quad \text{dla } H \leq 450 \text{ m} \\ \frac{db}{dz} &= \left(\frac{0,0174}{\lg H} - 0,217 \right) \frac{1}{H} \quad \text{dla } H \geq 450 \text{ m} \end{aligned} \quad (3)$$

Parametr b wewnątrz górotworu w pionowej odległości z od eksploatowanego pokładu można obliczyć z wzorów (2)

$$b = 2 + \left(\frac{0,7}{1gH} - 0,75 \right) \lg Z \quad \text{dla } H \leq 450 \text{ m}$$

$$b = 2 + \left(\frac{0,04}{1gH} - 0,5 \right) \lg z \quad \text{dla } H \geq 450 \text{ m}$$
(4)

Wielkość pochodnej $\frac{db}{dz}$ w pionowej odległości z od eksploatowanego pokładu można obliczyć na podstawie (3) z wzoru:

$$\frac{db}{dz} = \left(\frac{0,303}{1gH} - 0,326 \right) \frac{1}{z} \quad \text{dla } H \leq 450 \text{ m}$$

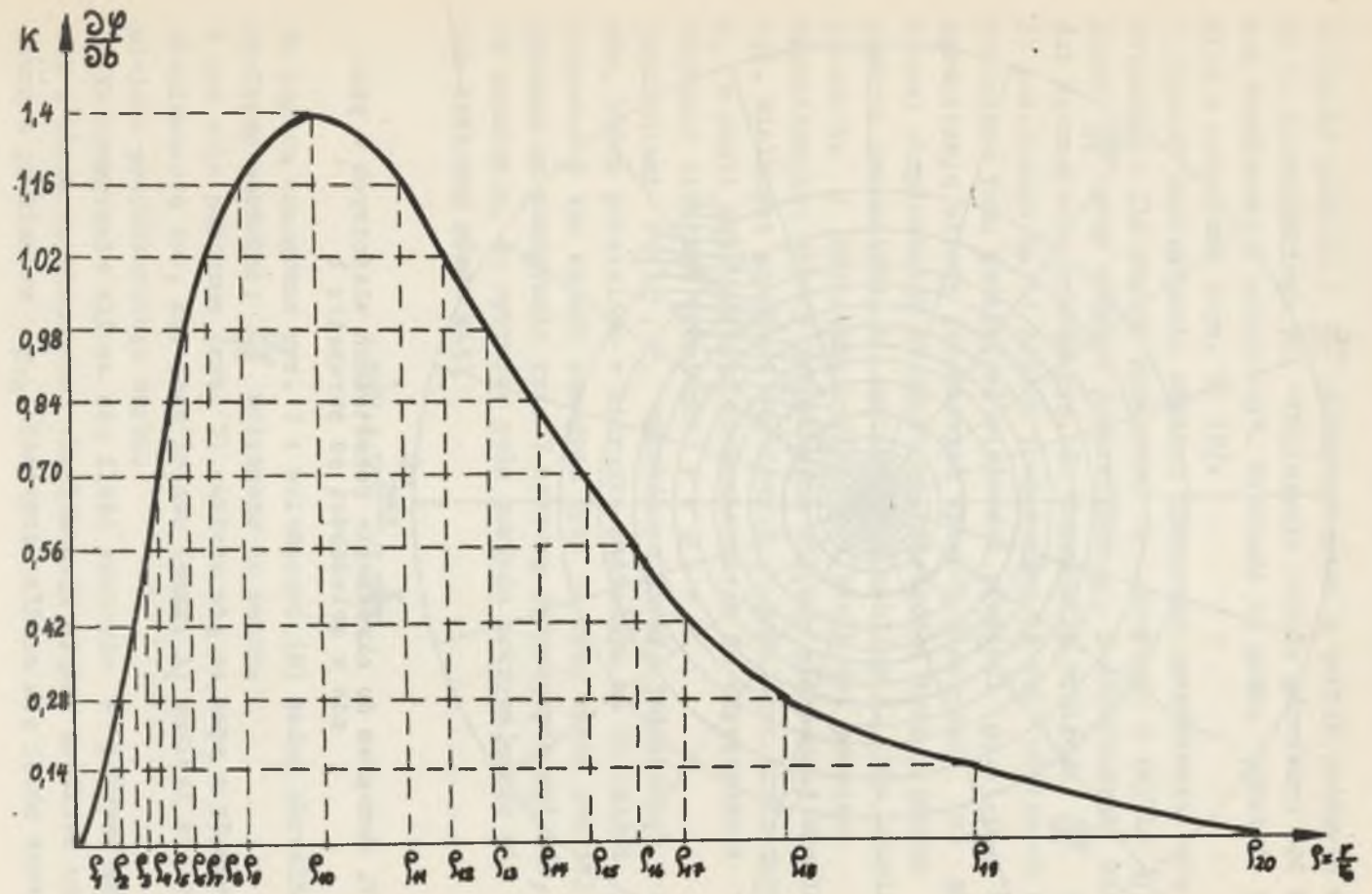
$$\frac{db}{dz} = \left(\frac{0,0174}{1gH} - 0,217 \right) \frac{1}{z} \quad \text{dla } H \geq 450 \text{ m}$$
(5)

Pochodna $\frac{\partial w}{\partial b}$ wyraża się według pracy [1] zależnością

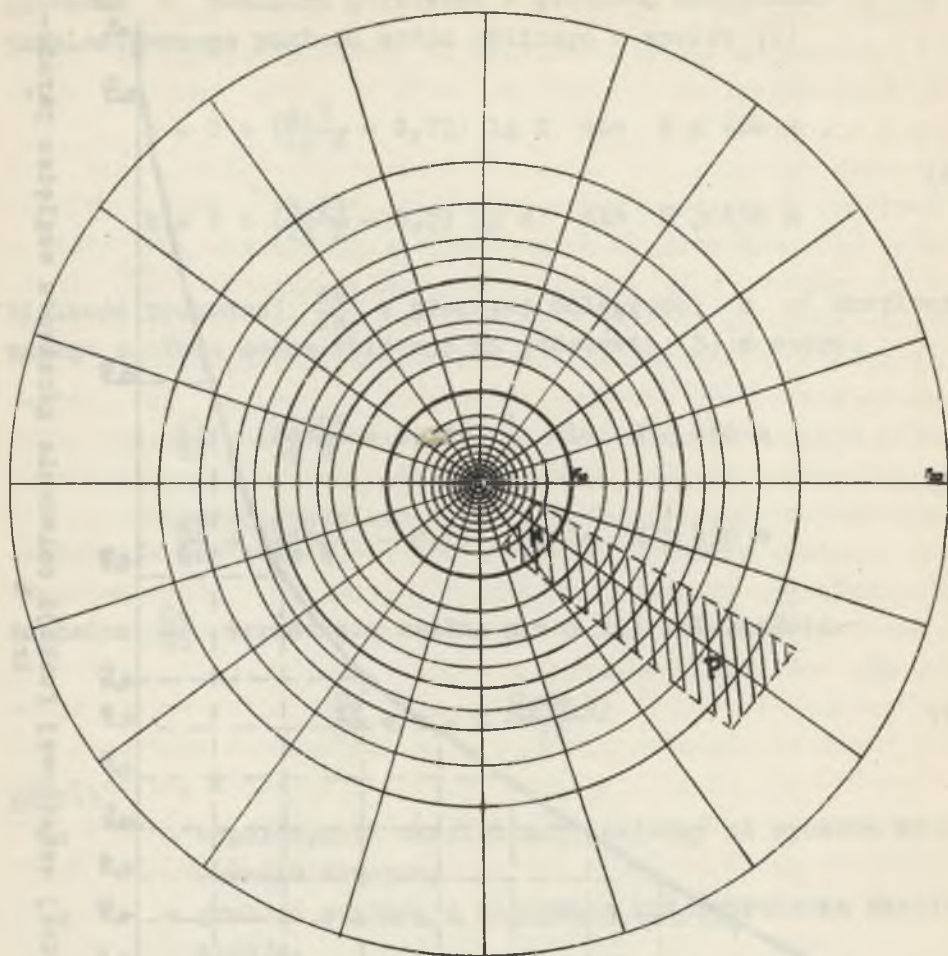
$$\frac{\partial w}{\partial b} = a \cdot g \frac{\partial \varphi(\varphi, b)}{\partial b}$$
(6)

gdzie:

- a - współczynnik eksploatacji zależny od sposobu kierowania stropem,
- g - grubość pokładu z planowaną lub prowadzoną eksploatacją,
- $\varphi = \frac{r}{r_0}$ - promień - wielkość bezwymiarowa,
- r - odległość rozpatrywanego punktu względem granic eksploatacji,
- r_0 - parametr zależny od rodzaju warstw zalegających na danej głębokości oraz od ich sztywności,
- $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$ - pochodna funkcji obniżenia względem parametru b .



Rys. 6. Przebieg pochodnej cząstkowej funkcji osiadania górotworu względem parametru b



Rys. 7. Nomogram do określania odkształceń właściwych w piowie w zależności od parametru b

Wielkość pochodnej $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$ można odczytać z tablic podanych w pracy T. Kochmańskiego pt. "Obliczenia ruchów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej". Wielkość tę można również określić z nomogramu (rys. 7) [2].

Sposób sporządzania takiego nomogramu przedstawia się następująco: Dla danego parametru b odczytano z tablic [1] wielkości $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$ przy różnych promieniach ϱ . Z odczytanych wielkości sporządzono wykres rys. 6. Maksymalną wielkość $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$ (rys. 6) podzielono na 10 części i odczytano na osi odciętych odpowiadające temu podziałowi wielkości promieni $\varrho_1 \dots \varrho_{20}$, które ograniczają strefy jednakowych wpływów planowanej lub prowadzonej eksploatacji na punkt A. Wielkości tych promieni dla różnych parametrów b zestawiono w tablicy 1. Dla ustalonego parametru b odczytano z tablicy 1 wielkości promieni ϱ - ograniczające strefy jednakowych wpływów planowanej eksploatacji. Wielkości promieni strefowych ϱ pomnożono przez parametr r_0 w skali mapy pokładu przeznaczanego do eksploatacji i otrzymano wielkość promienia $r = \varrho \cdot r_0$.

Promieniami $r = \varrho \cdot r_0$ wykreślono strefy jednakowych wpływów, które podzielono w kierunku radialnym na 20 części i otrzymano w ten sposób nomogram rys. 7. Przy takim podziale uzyskano na nomogramie rys. 7 sektory jednakowych wpływów, które oznaczają, że wybranie pola pokładu pokrywającego się z danym sektorem równa się:

$$\frac{1}{200} \cdot \frac{\partial \varphi_{\max}}{\partial b} = \frac{K}{200} \quad (8)$$

Za pomocą nomogramu rys. 7 i zależności (8) można określić wielkość pochodnej $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$ potrzebną do wzoru.

W tym celu nomogram (rys. 7) nakłada się na mapę z planowaną eksploatacją tak, aby jego środek (punkt A) znalazł się w miejscu projektowanego szybu.

Na nomogramie zlicza się ilość sektorów P pokrywających się z obszarem planowanej eksploatacji między środkiem nomogramu a promieniem r_{10} . Następnie zlicza się ilość sektorów

Tablica 1

Wielkości promieni strefowych przy różnych parametrach b - dla wykreślenia nomogramów służących do określania odkształceń właściwych górotworu w pionie

K = 0,6	Parametr b	Wpływ eksploatacji w obszarze promieni strefowych na odkształcenia właściwe górotworu w pionie																			
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
		Wielkości promieni w strefach rozciąganych = M										Wielkości promieni w strefach ściskanych = P									
		q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₆	q ₇	q ₈	q ₉	q ₁₀	q ₁₁	q ₁₂	q ₁₃	q ₁₄	q ₁₅	q ₁₆	q ₁₇	q ₁₈	q ₁₉	q ₂₀
2,950	0,575	0,90	1,42	1,90	2,42	2,95	3,57	4,25	5,10	6,07	10,00	14,60	17,60	21,50	23,00	24,00	30,50	34,50	41,50	52,50	95,00
2,430	0,625	0,70	1,10	1,47	1,85	2,25	2,67	3,20	3,82	4,67	7,00	10,40	12,30	13,90	15,80	16,00	21,00	23,00	26,50	32,50	45,00
2,160	0,675	0,60	0,82	1,25	1,52	1,85	2,20	2,57	3,10	3,70	5,60	9,30	10,50	11,00	12,40	13,90	15,90	18,20	22,00	27,00	34,00
1,850	0,725	0,52	0,67	1,02	1,30	1,55	1,85	2,17	2,57	3,15	4,60	6,32	7,40	8,42	9,47	10,60	11,80	13,20	15,20	18,30	25,00
1,680	0,775	0,45	0,70	0,92	1,15	1,35	1,57	1,87	2,22	2,67	3,80	5,47	6,60	7,20	7,45	8,85	9,25	11,20	13,00	16,00	20,00
1,440	0,825	0,40	0,60	0,80	1,00	1,22	1,37	1,60	1,90	2,30	3,20	4,47	5,17	5,77	6,40	7,07	7,80	8,07	9,70	11,20	16,00
1,290	0,875	0,35	0,57	0,75	0,95	1,10	1,30	1,47	1,70	2,00	3,00	4,02	4,60	5,05	5,62	6,17	6,75	7,55	8,60	10,20	15,00
1,152	0,925	0,37	0,55	0,80	0,85	1,02	1,20	1,35	1,57	1,85	2,60	3,52	4,05	4,50	4,95	5,45	5,95	6,62	7,52	8,85	14,00
1,030	0,975	0,32	0,50	0,62	0,77	0,92	1,07	1,27	1,40	1,70	2,40	3,15	3,57	3,95	4,37	4,75	5,15	5,70	6,45	7,52	12,00
0,858	1,05	0,32	0,47	0,60	0,72	0,85	1,00	1,15	1,30	1,47	2,10	2,77	3,07	3,42	3,57	4,15	4,45	4,92	5,52	6,50	11,00
0,728	1,15	0,38	0,45	0,57	0,67	0,77	0,92	1,02	1,17	1,37	1,90	2,40	2,67	2,92	3,20	3,45	3,75	4,10	4,57	5,37	10,00
0,637	1,25	0,30	0,43	0,55	0,67	0,75	0,85	0,95	1,07	1,25	1,70	2,17	2,42	2,65	2,87	3,10	3,35	3,67	4,10	4,70	7,00
0,530	1,35	0,32	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,03	1,19	1,50	1,92	2,20	2,35	2,52	2,70	2,90	3,15	3,47	3,95	6,00
0,460	1,45	0,28	0,40	0,50	0,60	0,73	0,78	0,86	0,95	1,10	1,40	1,82	2,02	2,20	2,35	2,50	2,80	2,90	3,17	3,60	5,50
0,395	1,55	0,30	0,40	0,50	0,58	0,67	0,73	0,85	0,95	1,08	1,40	1,70	1,88	2,03	2,18	2,30	2,45	2,62	2,87	3,17	5,00
0,355	1,65	0,28	0,42	0,50	0,57	0,65	0,73	0,80	0,93	1,02	1,30	1,65	1,75	1,90	2,02	2,15	2,30	2,47	2,68	3,08	4,50
0,302	1,75	0,28	0,39	0,49	0,57	0,65	0,72	0,80	0,89	0,99	1,30	1,54	1,67	1,78	1,90	2,02	2,14	2,29	2,47	2,93	4,00
0,273	1,85	0,28	0,40	0,48	0,56	0,63	0,71	0,78	0,87	0,97	1,20	1,47	1,60	1,71	1,82	1,92	2,03	2,16	2,33	2,58	4,00
0,228	2,0	0,29	0,40	0,48	0,56	0,63	0,70	0,77	0,85	0,94	1,20	1,41	1,52	1,62	1,71	1,81	1,91	2,02	2,15	2,40	3,50

M pokrywających się z obszarem planowanej eksploatacji na zewnątrz promienia r_{10} .

Konieczność oddzielnego obliczania sektorów nomogramu pokrywających się z polem planowanej eksploatacji (na zewnątrz i wewnątrz promienia r_{10}) wynika stąd, że eksploatacja objęta sektorami na zewnątrz promienia r_{10} powoduje rozciąganie górotworu w punkcie A, a eksploatacja objęta sektorami wewnątrz promienia r_{10} powoduje ściskanie górotworu w punkcie A.

Z obliczonej ilości sektorów P i M określa się wielkość pochodnej $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial b} = \frac{K}{200} (P - M) \quad (9)$$

Przed określeniem pozostałych wielkości wzoru (1) należy uprzednio ustalić wielkość parametru r_0 . Wielkość parametru r_0 można obliczyć dla różnych odległości z od eksploatowanego pokładu wzorem podanym w pracy [3].

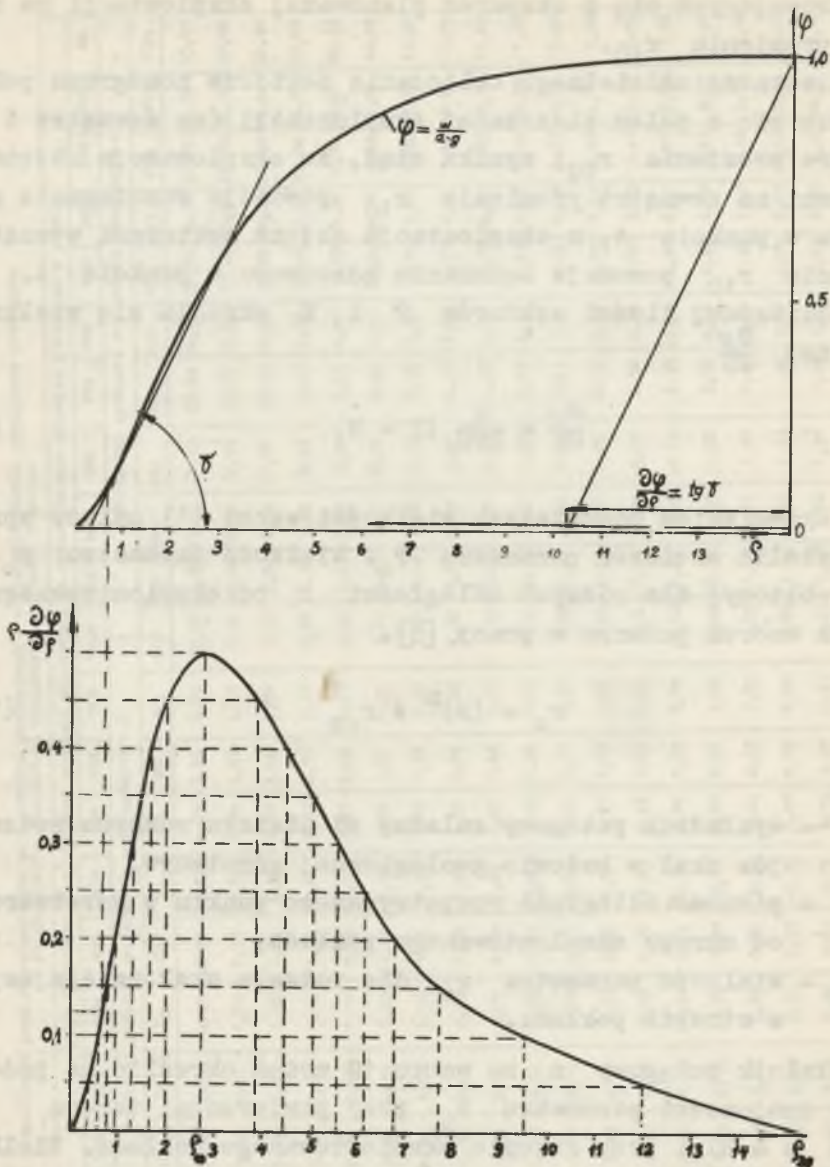
$$r_0 = (z)^n + r_{op} \quad (10)$$

gdzie:

- n - wykładnik potęgowy zależny od udziału różnych rodzajów skał w budowie geologicznej górotworu,
- z - pionowa odległość rozpatrywanego punktu w górotworze od stropu eksploatowanego pokładu,
- r_{op} - wielkość parametru r_0 dla rodzaju skał zalegających w stropie pokładu.

Wykładnik potęgowy n ze wzoru 10 można określić na podstawie znajomości parametru r_0 przy powierzchni terenu (gdzie $z = H$) i przy stropie eksploatowanego pokładu. Wielkości parametrów r_0 (przy powierzchni terenu) i r_p (nad pokładem) zależne są od rodzaju warstw budujących górotwór i według [1], [2] wynoszą:

- $r_0 = 10 - 30$ m dla skał z łupku ilastego,
- 30 - 50 m dla skał z łupku piaszczystego,
- 50 - 200 m dla skał piaszczystych,



Rys. 8. Sposób wykreślenia pochodnej cząstkowej funkcji osiadania górotworu względem promienia

a- graficzne różniczkowanie niecki osiadania górotworu; b -

wyznaczanie promieni stref jednakowych wpływów przez podział

funkcji $\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial p}$ na 10 równych części

$r_{op} = 5 - 10$ m dla stropu z łupku ilastego,
 $10 - 15$ m dla stropu z łupku piaszczystego,
 $15 - 30$ m dla stropu z piaskowca.

Występująca w wzorze (1) pochodna $\frac{\partial W}{\partial r_0}$ wyraża się wg pracy [2] zależnością:

$$\frac{\partial W}{\partial r_0} = a g \frac{\partial \varphi}{\partial r_0} = - a g \cdot \frac{\varrho}{r_0} \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho} \quad (11)$$

Wielkość pochodnej $\frac{\partial \varphi}{\partial \varrho}$ można wyznaczyć na drodze obliczeń matematycznych [1] lub na drodze graficznego różniczkowania krzywej rys. 8a obrazującej obniżenia rozpatrywanego punktu A w zależności od wielkości wybranego pola pokładu o promieniu ϱ w układzie bezwymiarowym. Krzywą φ (rys. 8a) wykreślono dla danego parametru b wykorzystując dane z tabelicy 8 w pracy [1]. Wykres ten można wykorzystać przy sporządzaniu nomogramu pozwalającego przy korzystaniu z wzoru (1) określić wielkość

$$\varrho \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho} \quad (12)$$

W tym celu należy: dla różnych wartości ϱ różniczkować graficznie krzywą φ (rys. 8a), a otrzymane wielkości pochodnych mnożyć przez odpowiadające im promienie ϱ - sporządzając z otrzymanych iloczynów wykres funkcji $\varrho \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho}$ (rys. 8b). Maksymalną wielkość na wykresie rys. 8b podzielono na 10 jednakowych części i odczytano odpowiadające temu podziałowi wielkości promieni strefowych ϱ , które zestawiono w tabelicy 2.

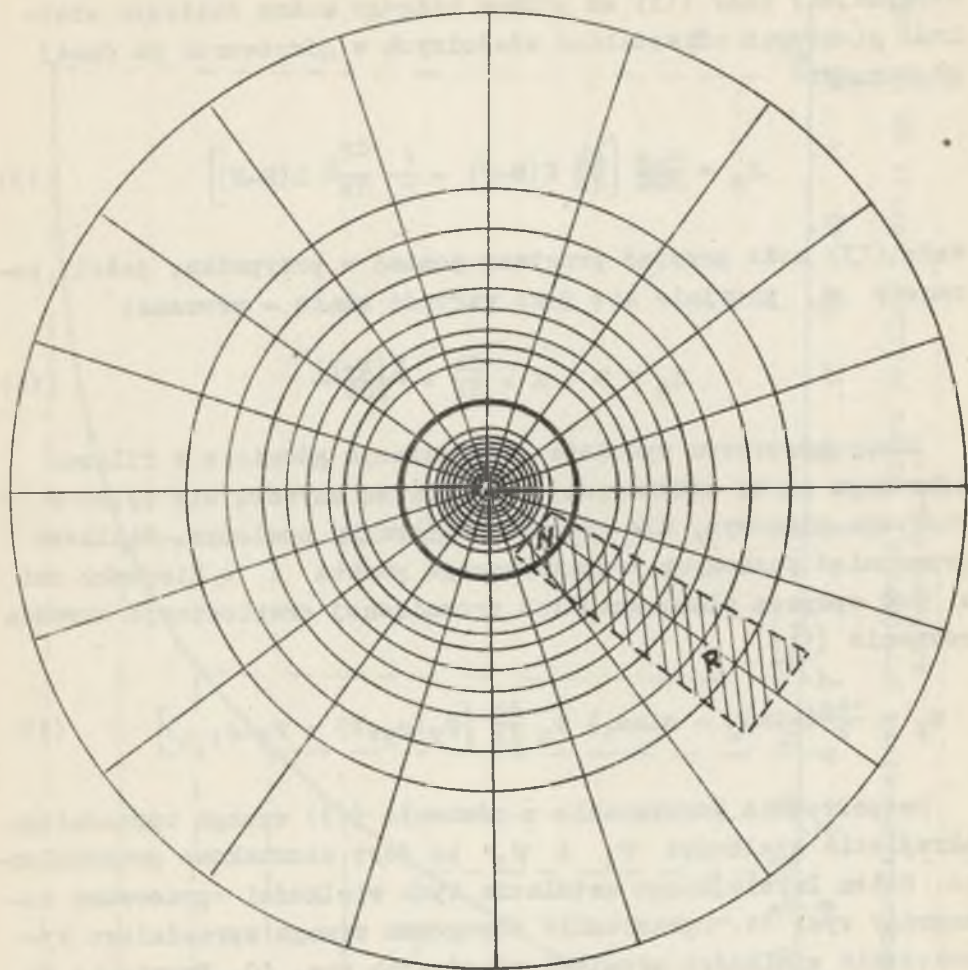
Podanymi w tabelicy 2 promieniami strefowymi wykreślono dla danego parametru b nomogram rys. 9, w którym wydzielono sektory podobnie jak w nomogramie rys. 7.

Również korzystanie z nomogramu rys. 9 przy ustaleniu wielkości $\varrho \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho}$ jest podobne jak przy odczytywaniu pochodnej $\frac{\partial \varphi}{\partial b}$ z nomogramu rys. 7. Ilość sektorów pokrywających się na nomogramie rys. 9 wewnątrz promienia r_{10} z planowaną lub prowadzoną eksploatacją oznaczamy przez N , a na zewnątrz promienia r_{10} przez R . Maksymalną wielkość $\varrho \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho}$ podaną w tabelicy 2 oznaczono jako L . Wielkości N , R i L oraz wielkości okre-

Tablica 2

Wielkości promieni strefowych dla wykreślenia nomogramów służących do określania odkształceń właściwych górotworu w pionie w zależności od wartości parametrów r_0 i b

r_0 1	Parametr b	Wpływ eksploatacji w obszarze promieni strefowych na odkształcenia właściwe górotworu w pionie																			
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
		Wielkości promieni w stertach rozciąganych = R										Wielkości promieni w strefach ściśniętych = N									
		φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	φ_8	φ_9	φ_{10}	φ_{11}	φ_{12}	φ_{13}	φ_{14}	φ_{15}	φ_{16}	φ_{17}	φ_{18}	φ_{19}	φ_{20}
0,406	0,5	1,20	2,00	2,80	3,90	4,52	5,55	6,80	8,40	11,00	15,00	23,50	31,50	37,00	41,50	47,50	54,00	62,50	76,00	102,50	145,0
0,410	0,55	0,80	1,35	1,90	2,40	3,00	3,65	4,40	5,35	6,62	10,00	16,15	20,00	22,50	25,50	29,00	33,50	39,50	46,50	59,00	110,0
0,428	0,6	0,67	1,05	1,45	1,8	2,25	2,67	3,20	3,87	5,77	7,50	11,20	13,30	15,30	17,30	20,05	22,00	26,50	32,00	38,50	60,0
0,441	0,65	0,55	0,85	1,15	1,45	1,77	2,10	2,52	3,02	3,70	5,60	8,32	10,00	11,20	14,80	16,60	18,50	19,40	22,20	28,80	35,00
0,458	0,7	0,45	0,70	0,95	1,17	1,45	1,75	2,07	2,42	3,00	4,60	6,40	7,65	8,70	10,20	12,40	13,10	14,40	16,70	21,50	30,00
0,472	0,75	0,40	0,62	0,82	1,02	1,25	1,45	1,72	2,05	2,45	3,60	5,30	6,07	7,02	7,87	8,80	4,87	11,20	15,00	15,70	26,00
0,490	0,8	0,35	0,55	0,75	0,92	1,10	1,30	1,52	1,77	2,17	3,00	4,45	5,15	5,75	6,50	7,27	8,05	9,02	10,50	12,8	21,00
0,503	0,85	0,32	0,50	0,64	0,8	0,97	1,15	1,35	1,57	1,90	2,80	3,82	4,40	4,92	5,50	6,10	6,80	7,57	8,65	10,40	18,00
0,516	0,90	0,30	0,45	0,65	0,75	0,90	1,05	1,22	1,42	1,67	2,40	3,40	3,87	4,32	4,77	5,17	5,82	6,50	7,45	8,90	15,00
0,531	0,95	0,29	0,42	0,57	0,70	0,85	0,97	1,10	1,32	1,55	2,20	3,00	3,45	3,85	4,22	4,67	5,15	5,72	6,45	7,67	13,00
0,542	1,0	0,25	0,40	0,52	0,65	0,77	0,90	1,05	1,20	1,42	2,00	2,45	2,70	3,42	3,82	4,20	4,60	4,97	5,80	6,87	11,50
0,561	1,1	0,25	0,37	0,47	0,57	0,70	0,80	0,92	1,07	1,25	1,60	2,32	2,60	2,90	3,12	3,55	3,85	4,17	4,57	5,60	10,50
0,586	1,2	0,2	0,35	0,42	0,55	0,62	0,75	0,85	0,95	1,12	1,50	2,02	2,30	2,52	2,75	2,92	3,12	3,67	4,0	4,82	8,00
0,609	1,3	0,17	0,32	0,40	0,50	0,60	0,70	0,77	0,90	1,02	1,30	1,82	2,02	2,22	2,40	2,62	2,82	3,00	3,55	4,00	7,00
0,628	1,4	0,22	0,32	0,40	0,48	0,57	0,65	0,73	0,83	0,97	1,30	1,67	1,86	2,03	2,19	2,36	2,55	2,78	2,98	3,60	6,00
0,648	1,5	0,21	0,30	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70	0,79	0,91	1,20	1,56	1,73	1,88	2,02	2,18	2,34	2,53	2,78	3,09	5,50
0,665	1,6	0,20	0,31	0,38	0,45	0,52	0,59	0,67	0,76	0,87	1,10	1,43	1,68	1,76	1,89	2,02	2,16	2,34	2,55	2,87	5,00
0,685	1,7	0,20	0,29	0,36	0,44	0,50	0,57	0,65	0,73	0,85	1,10	1,40	1,53	1,66	1,78	1,90	2,02	2,18	2,37	2,66	4,50
0,700	1,8	0,20	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,64	0,71	0,85	1,10	1,34	1,46	1,58	1,68	1,80	1,91	2,05	2,23	2,48	4,00
0,717	1,9	0,20	0,28	0,36	0,43	0,49	0,56	0,62	0,70	0,79	1,00	1,30	1,41	1,52	1,62	1,72	1,82	1,96	2,11	2,35	3,80
0,733	2,0	0,19	0,28	0,35	0,41	0,47	0,56	0,61	0,67	0,77	1,00	1,24	1,35	1,45	1,55	1,64	1,74	1,86	2,11	2,22	3,50



Rys. 9. Nomogram do określania odkształceń właściwych górotworu w pionie w zależności od parametru r_0

ślone wg poprzednio podanych sposobów stawiamy do wzoru (1) i otrzymujemy wzór (13) za pomocą którego można obliczyć wielkość pionowych odkształceń właściwych w górotworze na danej głębokości

$$\epsilon_z = \frac{a \cdot g}{200} \left[\frac{db}{dz} K(M-P) + \frac{1}{r_0} \frac{dr_0}{dz} L(R-N) \right] \quad (13)$$

Wzór (13) może przyjąć prostszą postać w przypadku, jeżeli parametr r_0 przyjmie się jako wartość stałą - wówczas:

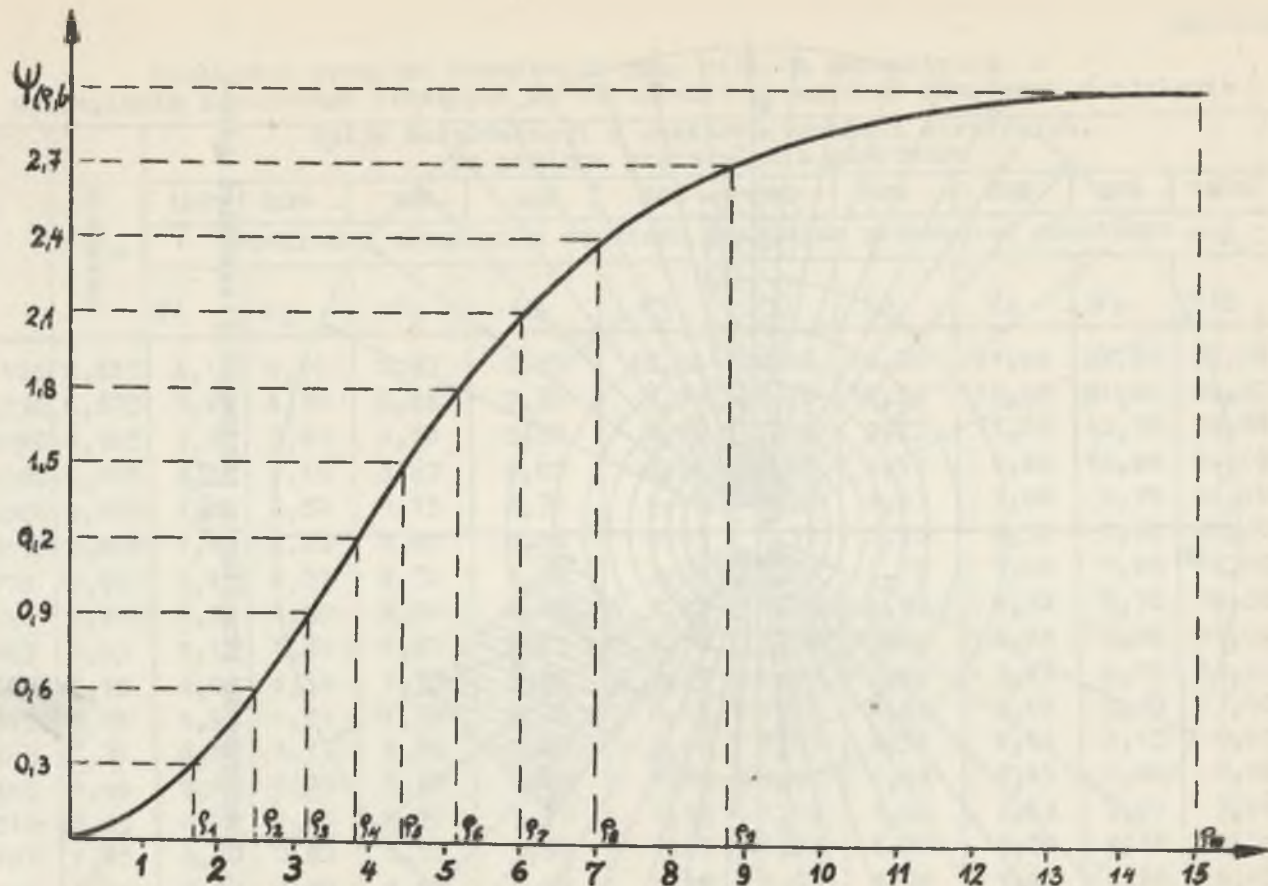
$$\epsilon_z = a \cdot g \cdot \frac{db}{dz} \cdot \frac{K(M-P)}{200} \quad (14)$$

Ruchy górotworu wywołane eksploatacją górnictwem w filarze ochronnym szybu oddziałują na obudowę szybową nie tylko w kierunku pionowym, ale również w kierunku poziomym. Wielkość przesunięć poziomych rozpatrywanego punktu A w kierunku osi x pod wpływem planowanej lub prowadzonej eksploatacji określa równanie [1]:

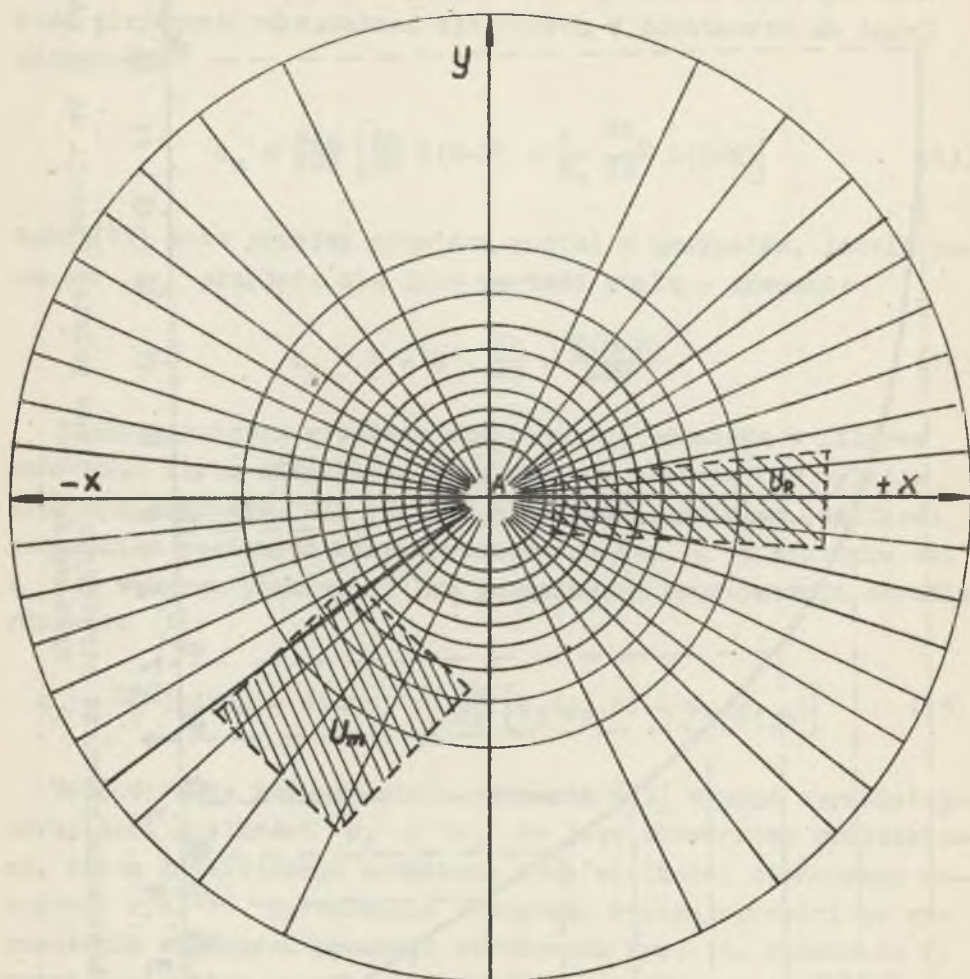
$$u_x = \frac{-ag}{2} (\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1) r_0 \frac{db}{dz} [\psi_2(\varrho_2, b) - \psi_1(\varrho_1, b)] \quad (15)$$

Bezpośrednie korzystanie z równania (15) wymaga uprzedniego określenia wielkości ψ_1 i ψ_2 co jest stosunkowo pracochłonne. Celem łatwiejszego ustalania tych wielkości opracowano nomogramy rys. 11. Opracowanie nomogramu wymaga uprzedniego wyznaczenia wielkości promieni strefowych rys. 10. Promienie te wyznaczone w ten sposób, że wykreślono według pracy [1] [2] przebieg funkcji ψ ; podzielono największą jej wartość na 10 jednakowych części i odczytano odpowiadające temu podziałowi promienie strefowe, które zestawiono w tabelicy 3. Promieniami strefowymi odczytanymi z tabelicy 3 dla danego parametru b , pomnożonymi przez parametr r_0 w skali mapy pokładu, wykreślono na nomogramie rys. 11 strefy jednakowych wpływów.

Strefy te podzielono na sektory według wielkości kątów α podanych w tabelicy 4. (Wartości kątów α ustalono w ten sposób,



Rys. 10. Sposób wyznaczania promieni strefowych przez podział funkcji na 10 równych części



Rys. 11. Nomogram do określania poziomych przesunięć górotworu

Wielkości promieni strefowych przy różnych parametrach b
dla wykreślenia nomogramów służących do określania przesunięć górotworu w poziomie

L	Parametr b	Wpływ eksploatacji w obszarze promieni strefowych na poziome przesunięcia górotworu									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
		Wielkości promieni w strefach poziomych przesunięć górotworu $\varrho = \frac{r}{r_0}$									
		ϱ_1	ϱ_2	ϱ_3	ϱ_4	ϱ_5	ϱ_6	ϱ_7	ϱ_8	ϱ_9	ϱ_{10}
14,1100	0,625	4,15	6,12	7,97	9,87	12,00	14,30	17,35	21,00	23,30	45,00
9,6130	0,675	3,22	4,70	6,25	7,70	9,30	11,40	13,50	16,55	21,80	30,00
5,8990	0,725	2,57	3,45	4,50	5,50	6,57	7,68	9,23	11,00	13,70	25,00
4,4500	0,775	2,22	3,15	3,67	4,85	5,72	6,75	7,97	9,60	12,20	20,00
2,8200	0,825	1,80	2,50	3,15	3,78	4,42	5,15	6,07	7,08	8,70	16,00
2,2150	0,875	1,60	2,25	2,80	3,35	3,85	4,57	5,35	4,32	7,82	15,00
1,770	0,925	1,45	2,02	2,52	3,00	3,50	9,82	4,75	5,40	7,05	14,00
1,346	0,975	1,32	1,80	2,20	2,63	3,05	3,50	4,07	4,32	5,70	12,00
0,967	1,05	1,18	1,60	1,97	2,25	2,70	3,10	3,60	4,25	5,25	11,00
0,669	1,15	1,03	1,38	1,70	1,98	2,25	2,60	3,00	3,45	4,25	10,00
0,5150	1,25	1,93	1,23	1,53	1,73	2,03	2,32	2,63	3,05	3,70	7,00
0,363	1,35	0,88	1,15	1,35	1,60	1,80	2,03	2,30	2,63	3,15	6,00
0,284	1,45	0,80	1,05	1,27	1,45	1,65	1,87	2,12	2,43	2,88	5,50
0,216	1,55	0,77	1,00	1,20	1,37	1,55	1,72	1,95	2,23	2,63	5,00
0,181	1,65	0,70	0,95	1,13	1,30	1,45	1,63	1,80	2,05	2,38	4,50
0,140	1,75	0,70	0,90	1,08	1,23	1,38	1,53	1,70	1,90	2,20	4,00
0,118	1,85	0,07	0,77	1,03	1,20	1,33	1,45	1,63	1,80	2,68	3,70
0,090	2,0	0,63	0,88	1,00	1,13	1,25	1,37	1,50	1,80	1,90	3,50

Tablica 4

Kąty ograniczające sektory nomogramów służących do określania poziomych przesunięć górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej

Sektory dodatnie		Sektory ujemne	
Nr kolejny sektora	Wielkość kątów ograniczających sektor	Nr kolejny sektora	Wielkość kątów ograniczających sektor
1	0°00' - 5°46'	1	0°00' - 5°46'
2	5°46' - 11°33'	2	5°46' - 11°33'
3	11°33' - 17°27'	3	11°33' - 17°27'
4	17°27' - 23°35'	4	17°27' - 23°35'
5	23°35' - 30°00'	5	23°35' - 30°00'
6	30°00' - 36°53'	6	30°00' - 36°53'
7	36°53' - 44°26'	7	36°53' - 44°26'
8	44°26' - 53°08'	8	44°26' - 53°08'
9	53°08' - 64°09'	9	53°08' - 64°09'
10	64°09' - 90°00'	10	64°09' - 90°00'
11	90°00' - 64°09'	11	90°00' - 64°09'
12	64°09' - 53°08'	12	64°09' - 53°08'
13	53°08' - 44°26'	13	53°08' - 44°26'
14	44°26' - 36°53'	14	44°26' - 36°53'
15	36°53' - 30°00'	15	36°53' - 30°00'
16	30°00' - 23°35'	16	30°00' - 23°35'
17	23°35' - 17°27'	17	23°35' - 17°27'
18	17°27' - 11°33'	18	17°27' - 11°33'
19	11°33' - 5°46'	19	11°33' - 5°46'
20	5°46' - 0°00'	20	5°46' - 0°00'

że maksymalną wielkość $\sin \alpha \max = 1$ podzielono na 10 równych części i odczytano odpowiadające temu podziałowi wielkości kątów α , które zestawiono w tablicy 4). Taka konstrukcja nomogramu rys. 11 sprawia, że dokonywane za jego pomocą odczyty są funkcjami $(\psi_2 - \psi_1)$ oraz $(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$. Sposób praktycznego korzystania z nomogramu (rys. 11) przedstawia się następująco:

Nomogram nakłada się na plan pokładu tak, aby punkt przecięcia się osi x , y pokrywał się z punktem A w którym mamy określić wielkość poziomych przesunięć górotworu, przy czym dodatnia strona osi x powinna być skierowana w kierunku w którym te przesunięcia poziome są ustalane. Na tak nałożonym nomogramie odczytuje się ilość segmentów pokrywających się z planowaną eksploatacją po stronie osi y po której przebiega dodatni kierunek osi x oraz oddzielnie ilość segmentów po stronie osi y z ujemnymi wartościami osi x . Ilość segmentów po stronie osi y z dodatnimi wartościami osi x oznaczono przez u_p , natomiast po stronie ujemnych wartości osi x przez u_m .

Tak obliczoną ilość segmentów oraz odczytaną z tablicy 3 $\psi_{\max} = \Sigma$ wstawiamy do wzoru (15), z którego otrzymuje się zależność (16) pozwalającą obliczyć poziome przesunięcia górotworu i obudowy szybu.

$$u = - a \cdot g \cdot r_0 \frac{db}{dz} \cdot \Sigma \frac{u_p - u_m}{200} \quad (16)$$

Celem znalezienia największej wartości u w danym punkcie, należy ilości segmentów a raczej ich różnice ($u_p - u_m$) ustalić dla różnych kierunków osi x na planie pokładu; przy czym dla punktów leżących na granicy prowadzonej eksploatacji lub poza nią w kierunku calizny, największa wartość różnicy ($u_p - u_m$) osiągnięta jest w przybliżeniu wówczas, gdy dodatni kierunek osi x pokrywa się z osią przechodzącą przez środek ciężkości wybranej powierzchni węgla w pokładzie, leżącej najbliżej względem rozpatrywanego punktu. Dla ustalenia wielkości poziomych odkształceń właściwych w miejscu projektowanego szybu pod wpływem planowanej eksploatacji należy ustalić wzorem (11) wielkości przesunięć poziomych (u_1 i u_2) w 2 punktach odległych względem siebie o Δr . Z wielkości u_1 , u_2 i Δr ustalonych dla tego samego kierunku osi x można obliczyć wielkości poziomych odkształceń właściwych ze wzoru (17)

$$\epsilon_x = \frac{u_2 - u_1}{\Delta r} \quad (17)$$

Podane w pracy wzory oraz przedstawione sposoby praktycznego ich zastosowania poprzez korzystanie z opracowanych tabel, wykresów, nomogramów pozwalają obliczyć deformacje górotworu i obudowy szybu pod wpływem planowanej eksploatacji w szybowym filarze ochronnym. Oblizone wielkości możliwych deformacji górotworu i obudowy szybu na zaprojektowanie odpowiedniego sposobu upodatniania obudowy szybowej wg jednej z podanych w pracy alternatyw - tak, aby obudowa mogła odkształcać się w sposób z góry przewidziany bez zakłóceń w pełnieniu przez eksploatawany szyb przeznaczonych mu funkcji. Upodatnienie obudowy należy wykonywać szczególnie na kontaktach grubych skał zwiezłych i słabych, gdzie może powstać rozwarstwienie. Wielkość pionowego przemieszczenia skał w miejscu rozwarstwienia może wynieść:

$$\Delta_s = \left(\frac{h_s}{2} \epsilon_z + h_m \epsilon_z \right) \quad (18)$$

gdzie:

h_s - miąższość skał sztywnych,

h_m - miąższ skał słabych.

Celem zapobieżenia spękaniu obudowy pod wpływem przesunięcia skał w wartość Δ_s , należy w tym miejscu upodatnić obudowę wg jednego ze sposobów podanych w pracy. Wykonane upodatnienie powinno również zabezpieczać obudowę przed możliwością jej zniszczenia pod wpływem naprężeń ścinających, gdyż na granicy warstw sztywnych i mało sztywnych ujawniają się pod wpływem prowadzonej eksploatacji - znaczne siły ścinające wynikające z dążności do względnego przesunięcia się warstw. Wielkość względnego przesunięcia dwóch odcinków upodatnionej obudowy na kontakcie dwóch warstw można obliczyć ze wzoru (16). W tym celu do wzoru (16) należy wstawić w miejsce r_0 parametry charakterystyczne dla skały sztywnej i mało sztywnej r_{os} oraz r_{om} i obliczyć kolejno przy tych parametrach przesunięcia obu warstw u_s i u_{ms} (sztywnej i mniej sztywnej) w otoczeniu szybu.

Różnica obliczonych przesunięć

$$u = u_g - u_{ms} \quad (19)$$

daje przesunięcie względne dwóch odcinków obudowy w miejscu kontaktu skał zwięzłych i słabych. Poza miejscami kontaktów grubych warstw sztywnych i mniej sztywnych należy obudowę szybową upodatniać w odpowiednich odległościach od 2 do 10 m wzdłuż tych odcinków projektowanego szybu w których wielkości przesunięć oraz pionowych i poziomych odkształceń obliczone wzorami (9), (12), (13) i (14) wypadają tak duże, że mogłyby spowodować przekroczenie doraźnej wytrzymałości obudowy szybowej na naprężenie ściskające, rozrywające i ścinające.

Aby deformacje górotworu oraz obudowy szybu pod wpływem prowadzonej eksploatacji w filarze przyszybowym były możliwe małe należy przestrzegać właściwego sposobu wybierania kopaliny użytecznej w bezpośrednim sąsiedztwie szybu jak i w dalszych partiach pokładu.

Przy prowadzeniu eksploatacji zaleca się przestrzegać wytycznych odnośnie prowadzenia eksploatacji w filarach ochronnych szybów podanych w [5], i [6].

Z a k o ń c z e n i e

W filarach ochronnych szybów zalegają duże zasoby kopaliny użytecznej udostępnione robotami górniczymi. Wybieranie tych zasobów wymaga uprzedniego upodatnienia obudowy szybowej celem jej zabezpieczenia przed zniszczeniem pod wpływem ruchów górotworu. Wykonanie takiego upodatnienia obudowy w istniejących i eksploatowanych szymbach jest bardzo utrudnione.

W związku z tym już w czasie głębiania szybu zachodzi konieczność odpowiedniego zabezpieczenia jego obudowy przed zniszczeniem ruchami górotworu pod wpływem eksploatacji w szybowym filarze ochronnym.

Zabezpieczenie takie może być rozwiązane zależnie od lokalnych warunków odnośnie budowy geologicznej górotworu w miejscu głębianego szybu wg jednej z podanych w pracy alternatyw.

Podane sposoby zabezpieczenia obudów szybowych mogą zezwolić na prowadzenie eksploatacji w filarach ochronnych szybów – już w początkowej fazie udostępnienia złoża w kopalni, co pozwoli osiągnąć w skali gospodarki narodowej duże oszczędności.

LITERATURA

- [1] Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktu górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PAN, Warszawa 1966 r.
- [2] Praca zbiorowa: metoda eksploatacji w filarze ochronnym szybu północnego – wykonana przez zespół pod kierunkiem prof. Kochmańskiego T. dla kopalni Węgla Kamiennego Miechowice, nieopublikowana.
- [3] Praca zbiorowa: Eksploatacja szybowych filarów ochronnych z przecięciem szybu w eksploatowanym pokładzie, PAN, Kraków 1966 r. Górnictwo 3.
- [4] Sałustowicz A.: Zarys mechaniki górotworu, Katowice, 1965 r.
- [5] Chudek M.: Zabezpieczenie obudowy szybów przy eksploatacji ich filarów ochronnych, Wiaromości Górnicze, 1965 r.
- [6] Podgórski K., Szczepaniak Z.: Nowy sposób upcjatniania obudowy istniejących szybów i podszybi przy wybieraniu filarów ochronnych, Przegląd Górniczy nr 10, 1965 r.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЕПЛЕНИЯ СТВОЛОВ В ОХРАННЫХ ЦЕЛИКАХ ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

Резюме

Разработка угля в охранных целиках стволов требует соответственного проектирования податливости крепи ствола, а также его оборудования.

Способы расширения податливости каменной крепи ствалов приводятся в 4 альтернативах настоящей работы.

В работе подан также способ определения величины деформации горных пород и крепления стволов на основании теории Т. Кохманского.

DESIGNING OF SHAFT LININGS IN PROTECTIVE COAL PILLARS FOR EXPLOITATION

Summary

Coal exploitation in protective shaft coal pillars needs a proper designing of shaft's lining flexibility and its equipment.

The paper gives four kinds of flexibility of brickwork shaft linings.

In the paper there is also given a way of determining the size of the ground's and shaft's lining deformation on the ground of T. KOCHMAŃSKI s theory.