

Jan Zych

SPÓSÓB EKSPLOATACJI POD CZUŁYMI OBIEKTAMI O NIEDUŻYCH WYMIARACH
W RZUCIE POZIOMYM

Streszczenie. W artykule podano sposób eksploatacji filarów ochronnych pod czułymi obiektami, eliminujący do minimum możliwość wystąpienia w tych obiektach odkształceń poziomych. Sposób ten polega na podzieleniu płaszczyzny wokół chronionego obiektu na trzy odpowiednio dobrane obszary eksploatacyjne: wewnętrzny w kształcie koła, którego środek pokrywa się ze środkiem chronionego obiektu, środkowy i zewnętrzny w kształcie pierścieni kołowych oraz zastosowaniu w tych obszarach frontów eksploatacyjnych o ściśle określonych kształtach.

Eksploatację filarów ochronnych ze względu na ochronę obiektów na powierzchni prowadzi się w sposób planowy, aby wywołała ona możliwie małe deformacje obiektów.

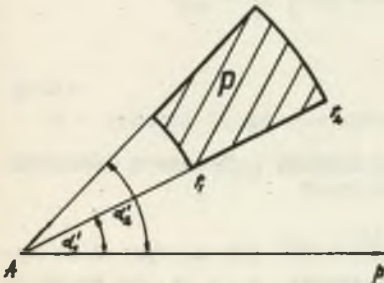
Do stosowanych najczęściej sposobów eksploatacji należą: eksploatacja pasami 50% z podsadzką hydrauliczną, względnie eksploatacja systemem ściannym również z podsadzką hydrauliczną.

Pierwszy sposób powoduje wprawdzie małe deformacje L₀ powierzchni, ale wadą jego jest to, że następuje strata połowy złoża. Prócz tego sposób ten prowadzi do powstawania wzmoczonych naprężeń w górotworze, które mogą być przyczyną tupań.

Drugi sposób nie wszędzie może być zastosowany ze względu na to, że powoduje większe wskaźniki deformacji niż eksploatacja pasami.

W poszukiwaniu nowych sposobów eksploatacji filarów ochronnych przeprowadzamy następujące rozważania teoretyczne.

Wzór na odkształcenie poziome [2] na powierzchni w dowolnym kierunku p, pod wpływem eksploatacji w kształcie wycinka pierścienia kołowego jak na rys. 1 posiada postać



Rys. 1. Eksploatacja w kształcie wycinka pierścienia kołowego

$$\varepsilon_p = -a \cdot g \frac{db}{dz} \left[\Delta \mu' \frac{\Delta(\alpha' + \frac{1}{2} \sin 2\alpha')}{2\alpha} - \Delta \mu'' \frac{\Delta \alpha'}{2\alpha} \right], \quad (1)$$

gdzie

a - współczynnik eksploatacyjny,

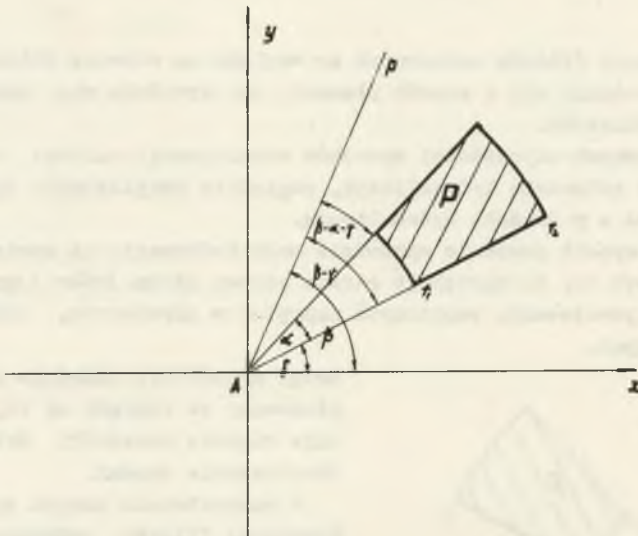
g - grubość pokładu,

$\frac{db}{dz}$ - pochodna, obliczona dla powierzchni wg wzoru empirycznego

$$\frac{db}{dz} = -\frac{C}{H} \quad (2)$$

$\mu' = \mu'(\varrho, b)$, $\mu'' = \mu''(\varrho, b)$ - funkcje radialne odkształcenia poziomego, zależne przy stałym b i r_0 od promienia bezwymiarowego ϱ , obliczone w tabelach,

$\Delta\alpha'$ - kąt ograniczający wycinek pierścienia kołowego,
(uwaga: w oznaczeniach kątów wprowadzono wskaźnik ' dla odróżnienia od oznaczeń kątów na rys. 2).



Rys. 2. Eksploatacja w kształcie wycinka pierścienia kołowego w układzie współrzędnych prostokątnych

Do dalszych rozważań przyjmujemy oznaczenia kątów jak na rys. 2. Na rysunku 2 dany jest układ współrzędnych prostokątnych x, y, z ze środkiem w punkcie A , leżącym na powierzchni. Dana jest eksploatacja P w kształcie wycinka pierścienia kołowego o kącie α , przy czym $0 < \alpha \leq 2\pi$. Półprosta p oznacza dowolny kierunek, w którym chcemy obliczyć dany wskaźnik deformacji. Natomiast β oznacza kąt między osią x a danym kierunkiem p , przy czym $0 \leq \beta \leq 2\pi$.

Wycinek koła o kącie środkowym α ograniczony jest dwoma promieniami, które tworzą z osią x kąty φ i $\varphi + \alpha$, przy czym $0 < \varphi < 2\pi$. W związku ze zmianą oznaczeń kątowych zachodzą związki

$$\alpha'_1 = \beta - \alpha - \varphi; \quad \alpha'_2 = \beta - \varphi; \quad \Delta\alpha' = \alpha. \quad (3)$$

Poza tym przyjmijmy następujące oznaczenia:

$$C_E = -a g \frac{db}{dz} \frac{1}{4\pi} \quad (4)$$

$$\lambda' = \frac{\partial \varphi(\varphi, b)}{\partial b} = -2(\mu' - \mu''). \quad (5)$$

W związku z powyższym (4) i (5) wzór (1) przybierze formę

$$\varepsilon_p = C_E [\Delta\mu' \Delta \sin 2\alpha' - \Delta\lambda' \Delta \bar{\alpha}'], \quad (6)$$

a po przyjęciu oznaczeń kątów jak na rys. 2 i po przekształceniu otrzymamy

$$\varepsilon_p = C_E [2\Delta\mu' \sin\alpha \cos(2\beta - \alpha - 2\varphi) - \Delta\lambda' \bar{\alpha}']. \quad (7)$$

Operując się na zasadzie superpozycji dla n wycinków pierścienia kołowego, każdy o kącie środkowym α i promieniach r_1, r_2 możemy napisać ogólny wzór na odkształcenie poziome

$$\varepsilon_{pn} = C_E \left[2\Delta\mu' \sin\alpha \sum_{k=1}^n \cos(2\beta - \alpha - 2\varphi_k) - \Delta\lambda' \bar{\alpha} \cdot n \right], \quad (8)$$

gdzie

n - oznacza ilość wycinków koła,

Oznaczmy przez K_n funkcję kątową

$$K_n = \sin\alpha \sum_{k=1}^n \cos(2\beta - \alpha - 2\varphi_k). \quad (9)$$

Stąd możemy napisać, że

$$\varepsilon_{pn1} = 2 C_E \Delta\mu' K_n \quad (10)$$

oraz

$$\varepsilon_{pn2} = - C_E \Delta\lambda' \bar{\alpha} \cdot n, \quad (11)$$

przy czym

$$\varepsilon_{pn} = \varepsilon_{pn1} + \varepsilon_{pn2}. \quad (12)$$

Przeprowadźmy poniżej analizę wzorów (10) i (11).

Z wzoru (4) wynika, że $C_E \neq 0$. Z własności funkcji μ' wynika, że $\Delta\mu' \neq 0$. Zatem $\varepsilon_{pn1} = 0$, gdy funkcja kąтова $K_n = 0$.

Mając na względzie możliwość praktycznego zastosowania wniosków wynikających z niniejszych rozważań udowodnimy następujące twierdzenie:

Funkcja kąтова $K_n = 0$, jeżeli istnieje taki kąt φ_0 , że kąt φ_k , zawarty między osią x a k -tym wycinkiem koła równy jest

$$\varphi_k = \varphi_0 \cdot k. \quad (13)$$

Dowód tego twierdzenia przy użyciu liczb zespolonych został przeprowadzony w pracy [4]. W wyniku przeprowadzonego dowodu otrzymano dwa rozwiązania

$$\varphi_{01} = \frac{\pi}{n} \quad \text{dla } n > 2 \quad (14)$$

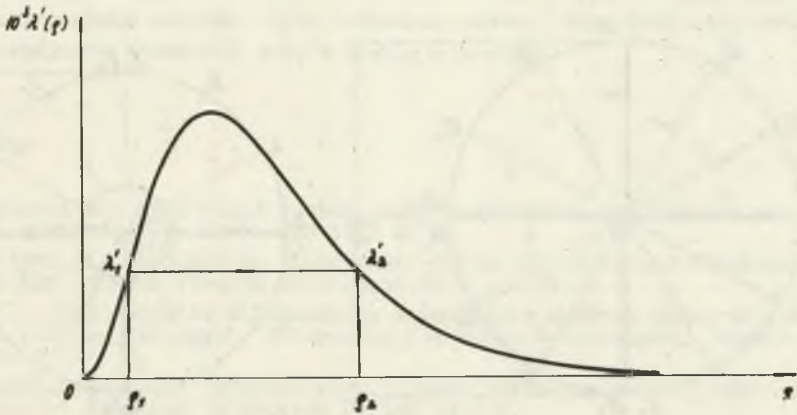
oraz

$$\varphi_{02} = \frac{2\pi}{n} \quad \text{dla } n \geq 3. \quad (15)$$

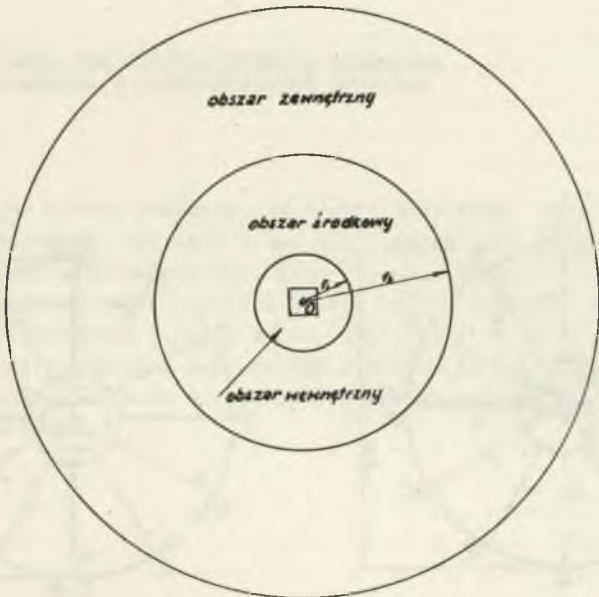
Wynika z tego, że zerowanie funkcji kątovej K_n może nastąpić tylko dla $n > 1$, tj. dla co najmniej dwóch wycinków pierścienia kołowego, czyli dla dwóch frontów eksploatacyjnych.

Tak więc z wzoru (14) wynika, że przy dwóch wycinkach pierścienia kołowego, przesuwające się wokół punktu A , z tą samą prędkością i w tym samym kierunku fronty, muszą być wzajemnie prostopadłe (rys. 6). Wówczas $\varepsilon_{pn1} = 0$. Na rysunkach cyframi rzymskimi oznaczono czynne równocześnie fronty, natomiast cyframi arabskimi oznaczono poszczególne stany frontów. Z wzoru (15) wynika, że trzy przesunięte względem siebie o 120° (rys. 7), względnie cztery wzajemnie prostopadłe (rys. 5, 8) fronty, obracające się wokół punktu A z tą samą prędkością kątową i w tym samym kierunku, powodują również zerowanie się składowej ε_{pn1} .

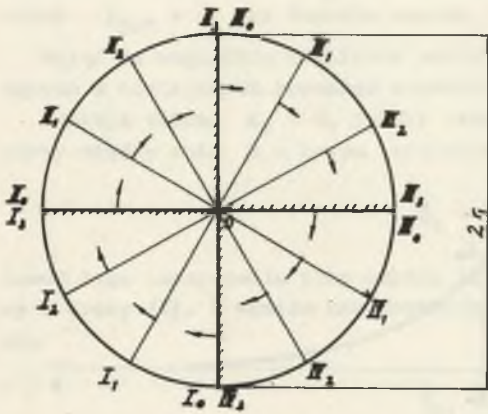
Druga składowa wzoru na odkształcenie - ε_{pn2} jest równa zero wtedy, gdy $\Delta\lambda' = 0$, tzn. gdy $\lambda'_1 = \lambda'_2$, czyli gdy eksploatacja ograniczona jest promieniami ϱ_1 i ϱ_2 (rys. 3). Jeden z promieni np. ϱ_1 możemy przyjąć dowolnie (dla dowolnej wartości λ'_1), wówczas drugi promień przy warunku $\lambda'_1 = \lambda'_2$ odczytujemy z wykresu. Promienie ϱ_1 i ϱ_2 dzielą nam w ten sposób płaszczyznę wokół punktu A na trzy obszary (rys. 4): wewnętrzny o promieniu r_1 , środkowy o promieniu zewnętrznym r_2 i zewnętrzny. Zerowanie składowej ε_{pn2} w punkcie A następuje przy eksploatacji obszaru



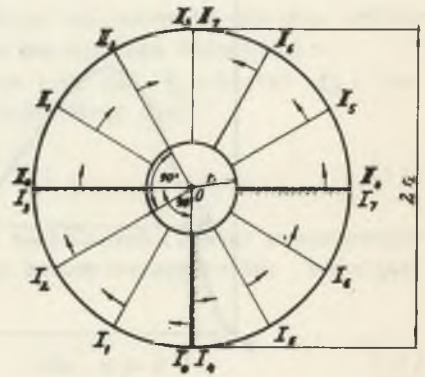
Rys. 3. Przebieg zmienności funkcji () dla danego parametru b



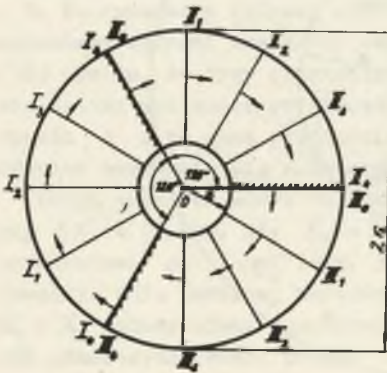
Rys. 4. Podział płaszczyzny wokół punktu A na obszary eksploatacyjne



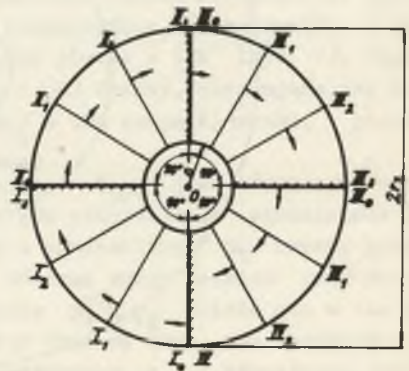
Rys. 5. Eksploatacja obszaru wewnętrznego czterema frontami



Rys. 6. Dwa wzajemnie prostopadłe fronty eksploatacji



Rys. 7. Trzy przesunięte względem siebie o 120° fronty eksploatacji



Rys. 8. Cztery wzajemnie prostopadłe fronty eksploatacji

środkowego dwoma, trzeba lub czterema frontami jak na rys. 6 do 8. Eksploatując równocześnie obszar wewnętrzny i zewnętrzny w ten sam sposób uzyskujemy również zerowanie się składowej ξ_{pn2} .

Reasumując powyższe możliwa jest taka eksploatacja, przy której odkształcenie poziome ξ_{pn} w punkcie A jest równe zero we wszystkich kierunkach. Jeżeli nie jest możliwa równoczesna eksploatacja w obszarze wewnętrznym i zewnętrznym, wówczas promień r_1 można przyjąć tak, aby występujące odkształcenie poziome było dowolnie małe. Kolejność eksploatacji w poszczególnych obszarach jest w zasadzie dowolna.

LITERATURA

1. Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. Warszawa PWN 1956 r.
2. Magdziorz J.: Nowe metody obliczania ruchów górotworu nad eksploatacją górniczą. Ochrona Terenów Górniczych Nr 11, 1970 r.
3. Zych J.: Zastosowanie eksploatacji w kształcie wycinka koła do wybierania filarów szybowych. Referat na XXI Sesję Naukową AGH, Kraków 27 listopad 1971 r.
4. Zych J.: Nowe metody eksploatacji filarów szybowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo Z. 52, 1972 r.
5. Zych J.: Sposób eksploatacji złoż pokładowych przy zastosowaniu ściśle określonego kształtu frontu odbudowy. Zgłoszenie patentowe Nr P 153 413 z dnia 10.II.1972 r.

СПОСОБ ЭКСПЛОАТАЦИИ ПОД ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С НЕБОЛЬШИМИ РАЗМЕРАМИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ

Р е з ю м е

В статье подан способ эксплуатации предохранительных целиков под чувствительными объектами, сводящий к минимуму возможность появления горизонтальных деформаций в этих объектах. Этот способ заключается в делении плоскости вокруг предохраняемого объекта на три соответствующие эксплуатационные территории: внутреннюю в форме круга, центр которой совпадает с центром предохраняемого объекта, центральную и внешнюю в форме круговых колец, а также в применении на этих территориях эксплуатационных фронтов с точно определёнными формами.

A WAY OF MINING UNDER SENSITIVE OBJECTS OF SMALL SIZE
IN HORIZONTAL PROJECTION

S u m m a r y

The paper presents a way of exploiting protecting pillars beneath sensitive objects, while eliminating to a minimum the possibility of horizontal deformations of these objects. This method consists in the division of the plane around the protected object into three properly selected areas of exploitation: the inner circular one, the centre of which coincides with the centre of the object to be protected, the intermediate area and the outer ring-shaped area in each of which some strictly defined shape of coal-face has to be applied.