ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1974

Seria: Górnictwo z. 64 Nr kol. 425

Kazimierz Podgórski
Maksymilian Tarabura
Engelbert Woźnica

WPŁYW PRĘDKOŚCI WYBIERANIA POKŁADU NA INTENSYWNOŚĆ RUCHÓW GÓROTWORU

Streszczenie. Wykorzystując wyniki pomiarów i dotychczasowe osiągnięcia w tym zakresie wyprowadzono oryginalne wzory podające rozkład prędkości osiadania i przebieg niecki osiadania w zależności od głębokości, współczynników charakteryzujących górotwór i prędkości eksploatacji.

1. Wstęp

Przebieg deformacji górotworu wynikający z przeprowadzonej eksploatacji był określany przez szereg badaczy tak krajowych jak i zagranicznych [1].

W niniejszej pracy rozszerzono teorię St. Knothego na ustalanie rozkładu prędkości osiadania i tworzenia się niecki osiadania rejonów eksploatacji rud żelaza okręgu częstochowsko-łęczyckiego. Przy teoretycznym ujęciu tego zagadnienia wykorzystano liczne obserwacje podane w pracy doktorskiej Z. Ślęzańskiego [4].

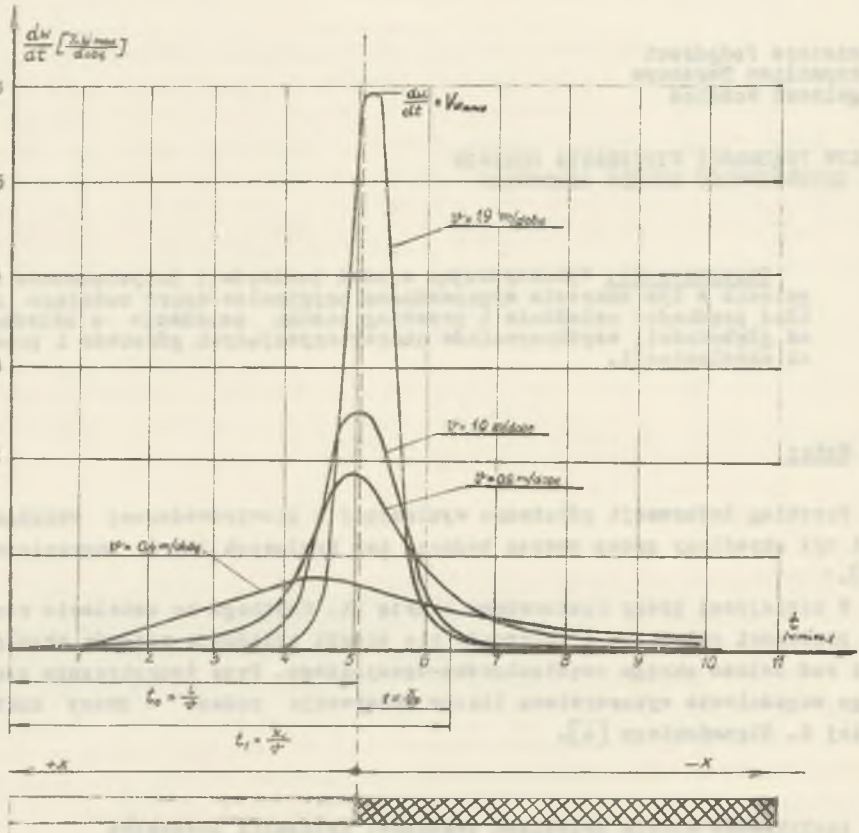
2. Analityczne ujęcie przebiegu prędkości osiadania górotworu

Przeprowadzone obserwacje ruchów górotworu podane przez Z. Ślęzańskiego w pracy [4] wskazują, że prędkość osiadania górotworu zależy od odległości poziomej od frontu eksploatacji i głębokości. Stwierdzono, że największe prędkości osiadania górotworu występują bezpośrednio nad krawędzią eksploatacji (rys. 1) i ze wzrostem głębokości maleją (rys. 2) [4].

Analizując zaobserwowane przebiegi stwierdzono, że rozkład prędkości osiadania górotworu w zależności od postępu eksploatacji jest zbliżony do krzywej rozkładu normalnego Gausa.

Równanie rozkładu normalnego prawdopodobieństwa błędu losowego posiada postać:

$$n(\xi) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(y-y_0)^2}{2\sigma^2}}$$

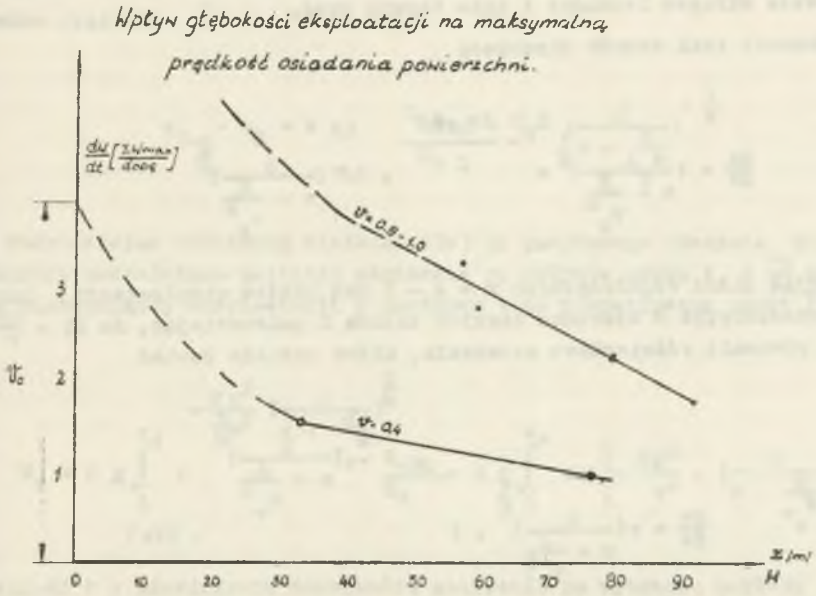


Rys. 1. Kształtowanie się prędkości osiadania punktów w zależności od postępu ściany i czasu

Podstawiając za $y = t$; $y_0 = t_0$, $\xi = \sigma$, $t = \frac{x_1}{v}$, $t_0 = \frac{l}{v}$

otrzymano

$$\frac{dw}{dt} = \frac{1}{\xi\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-t_0)^2}{2\xi^2}} = \frac{1}{\xi\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_1-l)^2}{2v^2\xi^2}}$$



Rys. 2. Wpływ głębokości eksploatacji na maksymalną prędkość górotworu

Maksymalna wielkość prędkości osiadania $\frac{dw}{dt} = \frac{dw_o}{dt} = V_{w\ max}$ występuje nad krawędzią eksploatacji lub przy przewadze skał zwięzłych przesunięta jest w kierunku wybranej przestrzeni i wynosi dla $t = t_o$

$$\frac{dw}{dt} = \frac{dw_o}{dt} = \frac{1}{\xi\sqrt{2\pi}} = V_{w\ max}$$

Zależność między głębokością, prędkością eksploatacji a prędkością osiadania przedstawioną na rys. 2 [4] można ująć wzorem [3]

$$\frac{dw}{dt} = \frac{dw_o}{dt} = \left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^n}}\right)^{\frac{1}{n}}$$

gdzie:

- z – odległość w pionie rozpatrywanego punktu od eksploatowanego pokładu,
- v_o – prędkość osiadania stropu dla z = o,
- d – współczynnik charakteryzujący sztywność zginania warstw górotworu i współczynnik lepkości,

m – wykładnik potęgowy funkcji wpływu czasu zależny od sposobu kierowania stropem lepkości i kąta tarcia skał.

Z porównania tych wzorów otrzymano

$$\frac{dw}{dt} = \left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{1}{m}} e^{-\frac{(x_1-l)^2}{2v^2}} \cdot 2\pi \left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{2}{m}}$$

Przyjmując układ współrzędnych $x = x - l$ nad czołem eksploatacji lub punktem przesuniętym w kierunku starych zrobów i podstawiając, że $dt = \frac{dx}{v}$ otrzymano równanie różniczkowe osiadania, które posiada postać

$$\frac{dw}{dx} = v\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{1}{m}} \cdot e^{-\frac{\pi x^2}{v^2} \cdot \left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{2}{m}}} \cdot C(w)$$

gdzie:

C(w) – wielkość zależna od osiadania końcowego.

Po scałkowaniu tego równania otrzymano

$$W_t = C(w) \cdot v\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{1}{m}} \cdot \int_l^{x_1} e^{-\frac{\pi x^2}{v^2}\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{2}{m}}} dx$$

Dla $x = \pm\infty$ obniżenie równa się obniżeniu końcowemu a całka

$$\int_l^{\infty} e^{-\frac{\pi x^2}{v^2}\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_o^m}}\right)^{\frac{2}{m}}} dx = 1$$

wynika stąd, że

$$w_{t\infty} = w_k = a\,g; \qquad C(w) = \frac{a\,g}{v}\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_0^m}}\right)^{-\frac{1}{m}}$$

Podstawiając obliczoną wielkość C(w) do powyższego równania otrzymano równanie zezwalające obliczyć obniżenie po upływie czasu $t_1 = \frac{x_1}{v}$ od wpływów postępującej eksploatacji z postępem v na rozpatrywany punkt [3].

$$W_t = a\,g\int_1^{x_1} e^{-\frac{\pi x^2}{v^2}\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_0^m}}\right)^{\frac{2}{m}}}\,dx = a\,g\int_1^{x_1} \exp\left[-\frac{\pi x^2}{v^2}\cdot\left(\frac{d}{z + \frac{d}{v_0^m}}\right)^{\frac{2}{m}}\right]dx$$

Wielkość a g przedstawia maksymalne obniżenie po wybraniu pokładu o grubości g, współczynniku kierowania stropem a. Podany wzór jest słuszny z chwilą przejścia tworzącego się sklepienia nad eksploatacją na powierzchnię. Tam gdzie wybierane pola są małe i wytworzone sklepienie ciśnień hamuje ruch górotworu, powyższych wzorów nie można stosować, gdyż dają wyniki zawyżone.

W miarę wzrostu prędkości wybierania zasięg wpływó głównych ulega zmniejszeniu i przesunięciu w kierunku wybranej przestrzeni oraz ulega przesunięciu maksimum prędkości osiadania. I tak np. przy zmianie prędkości osiadania z V = 0,4 m/dobę do V = 1,9 m/dobę zmniejszył się promień zasięgu wpływów głównych nad calizną około 2 razy, natomiast prędkość osiadania powierzchni terenu nad krawędzią eksploatacji wzrosła około 7 razy [4]. Zmiana promienia zasięgu wpływów głównych jest funkcją postępu wybierania. Promień zasięgu wpływów głównych jest znacznie mniejszy nad calizną i rośnie nad wybraną przestrzenią. Maksimum prędkości osiadania jak i promień zasięgu wpływów głównych ulegają przesunięciu w kierunku podsadzki. Wraz ze zmniejszeniem się wytrzymałości warstw górotworu i wzrostem plastyczności rośnie prędkość osiadania. Analiza przebiegu osiadania górotworu z przewagą skał karbońskich i górotworu z przewagą warstw ilastych wskazuje, że może wystąpić tu około 22 krotny wzrost prędkości osiadania. Znaczny wzrost prędkości osiadania występuje szczególnie przy płytkiej eksploatacji z przewagą warstw ilastych i mogą wystąpić pionowe szczeliny przy powierzchni terenu po przekroczeniu krytycznej prędkości wybierania. Zjawiska takie występiły podczas wybierania pokładów przez kopalnie ROW.

3. Wnioski

Jak wynika z dokonanych obserwacji i ich określonego ujęcia [4] wraz ze wzrostem prędkości eksploatacji w kopalniach rud żelaza rejonu częstochowsko-kłobuckiego i łęczyckiego występuje znaczny wzrost prędkości osiadania nad czołem ściany.

Pomiary te rozszerzyły zakres wiedzy o intensywności wpływów eksploatacji górniczej. Analityczne ujęcie tych wpływów zezwoli na taki dobór prędkości eksploatacji, przy której nie ulegną uszkodzeniu budynki o odpowiednio wytrzymałych fundamentach, ze względu na rozpełzywanie gruntu pod fundamentami. Im większa odległość prowadzonej eksploatacji od chronionego obiektu tym mniejsza jest prędkość osiadania górotworu. Wielkość przesunięcia wpływów dla górotworu zbudowanego z warstw ilastych, piaszczystych łupkowych, można przyjąć równą zero p = 0. Natomiast przesunięcie wpływów należy uwzględnić tam, gdzie nad pokładem zalegają warstwy sztywne piaskowca, łupka piaszczystego.

Podane wzory zostały wyprowadzone dla przypadku, gdzie można pominąć pływ krawędzi zatrzymanej eksploatacji, którą orientacyjnie można przyjąć 2l. Dla mniejszej odległości od 2l występuje widoczne wzajemne oddziaływanie krawędzi wybieranego pokładu. Przeprowadzona przez T. Lubinę w pracy doktorskiej [2] analiza zachowania się górotworu w początkowym okresie wybierania w świetle teorii T. Kochmańskiego wykazała, że występuje znaczny wpływ odległości ściany na przebieg osiadania górotworu.

LITERATURA

[1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu (skrypt Pol. Śl.) Gliwice 1973 r.

[2] Lubina T.: Wybrane zagadnienia wpływu czynnika czasu na deformacje górotworu. Praca doktorska, Gliwice 1973 r.

[3] Podgórski K.: Rozważania na temat upodatnienia obudowy szybów i wlotów podszybii na wpływy eksploatacji górniczej 1972 r. (nie publikowana - Instytut Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni).

[4] Ślęzański Z.: Wpływ głównych parametrów geologiczno-górniczych eksploatacji ścianowej w kopalniach rudy żelaza rejonów częstochowsko-kłobuckiego i łęczyckiego na odkształcenie górotworu. Praca doktorska, Gliwice 1972 r.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАСТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Р е з ю м е

Используя результаты измерений оседания горных пород во времени, а также полученные до сих пор результаты в этой области были выведены оригинальные формулы, подающие распад скорости оседания и проход мульды оседания в зависимости от глубины коэффицентов, характеризующих горный массив и от скорости эксплуатации.

THE EFFECT OF THE SPEED OF COAL BED EXTRACTION UPON THE INTENSITY OF OROGENIC MOVEMENTS

S u m m a r y

Basing on the results of measurements concerning the mining subsidence in time, as well as on the hitherto achievements in this line, there have been developed original formulae for the determination of the distribution of the speed of subsidence and of the out-lay of the subsidence trough as being dependent on the depth, on the coefficients which characterize the given orogen and on the speed of extraction.