ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Seria: GÓRNICTWO z. 54 Nr kol. 355

Mgr inż. Teodor Lubina

WYZNACZANIE PARAMETRÓW TEORII T. KOCHMAŃSKIEGO METODĄ STYCZNYCH DO PROFILU NIECKI OSIADANIA

Streszczenie. Przedstawiono prostą metodę wyznaczania parametrów teorii ruchów punktów górotworu T.Kochmańskiego oraz wartość pozornego przesunięcia frontu górniczego dla eksploatacji w kształcie zbliżonym do nieskończonej półpłaszczyzny. Wykorzystano fakt symetrii profilu niecki osiadania dla punktów nad eksploatacją i poza eksploatacją, a tym samym równoległość stycznych do tej krzywej. Korzystając z tablic funkcji osiadań teorii T. Kochmańskiego wyliczono wymiary pola eksploatacyjnego przyjmowane praktycznie jako nieskończona półpłaszczyzna. Wskazano również na możliwość zastosowania powyższej metody do obliczania parametrów "a" i tg β teorii. W. Budryk - S. Knothe.

1. Wstęp

Jednym z istotnych zagadnień przy projektowaniu eksploatacji górniczej jest umiejętność przewidywania jej wpływów na powierzchnię i górotwór. Zagadnienie to jest trudne i jednocześnie niezwykle ważne w aspekcie racjonalnej gospodarki złożem i ochrony powierzchni. Przewidywane wartości wskaźników deformacji zależą m.in. od wartości przyjętych do obliczeń parametrów stosowanej teorii. Dlatego dla każdego górotworu powinno się indywidualnie wyznaczać parametry danej teorii. Dostatecznie ścisłe parametry charakteryzujące dany górotwór są również potrzebne w przypadku analizowania np. niecek dynamicznych czy tzw. czynnika czasu.

Wyznaczenie wartości parametrów z deformacji powierzchni i górotworu spowodowanych odbudową górniczą można przyjmować do obliczeń przewidywanych wpływów projektowanej eksploatacji w przypadku, gdy znajduje się ona niedaleko od eksploatacji, na podstawie której wyznaczono parametry, to znaczy - charakter geologiczny górotworu (w tym również tektonika i stosunki hydrogeologiczne) jest podobny.

W dotychczasowej literaturze podano szereg metod wyznaczania parametrów dla teorii T. Kochmańskiego z wyników obserwacji wpływów eksploatacji górniczej.

W pracy [8] opisano metodę graficzną opracowaną przez W. Batkiewicza, pozwalającą wyznaczyć parametry z wyników osiadań kilku punktów. T. Kochmański [9] podaje sposób obliczania wartości parametrów z nachyleń niecki osiadania metodą kolejnych przybliżeń. W. Batkiewicz przedstawił w pracy

[1] metodę tzw. różniczkową wyznaczania parametrów a, b i r_0 z pomierzonych wartości osiadań górotworu i powierzchni uwzględniając warunek minimum sumy kwadratów błędów ([vv] = minimum).

J. Zych [17] rozszerzył metodę różniczkową wykorzystując grafikony J. Magdziorza [15] do obliczania parametrów z osiadań i przesunięć poziomych punktów. A. Kot w pracach [12], [13], [14] wyznacza parametry a i r_0 z osiadań i przesunięć punktów przy zastosowaniu warunku [pvv] = minimum.

Obok wyżej podanych rachunkowych metod istnieje jeszcze metoda wyznaczania parametrów przy zastosowaniu analogu fotoelektrycznego [4], [5][6], którą opisano w pracy [7]. Znaczna automatyzacja procesu obliczeniowego na analogu eliminuje w poważnym stopniu uciążliwe i czasochłonne prace rachunkowe. Zdaniem autora - jest to najbardziej "ekonomiczny" sposób analizy wpływów eksploatacji i wyznaczania parametrów.

W niniejszej publikacji przedstawiono prostą metodę obliczenia parametrów teorii T. Kochmańskiego, z uwzględnieniem pozornego przesunięcia frontu górniczego, przy pomocy tablic funkcji osiadań [8] dla eksploatacji w kształcie zbliżonym do nieskończonej półpłaszczyzny.

2. Parametry teorii T. Kochmańskiego

W teorii T. Kochmańskiego [8] poeksploatacyjną niecką statyczną charakteryzują trzy parametry:

a - współczynnik eksploatacyjny zależny od systemu eksploatacji, sposobu kierowania stropem, czystości wybierania, wielkości kroku podsadzania, wielkości pola eksploatacyjnego itd.,

b(z) - parametr ujmujący głównie wpływ głębokości eksploatacji "z". obrazuje on niejako przebieg zjawiska, przenoszenia się zaburzeń do źródła, tzn. od stropu eksploatowanego pokładu do powierzchni terenu. Parametr ten jest niezależny od rodzaju górotworu, systemu eksploatacji itp.

r_0 - charakteryzuje głównie wpływ składu geologicznego górotworu nad eksploatowanym pokładem. Jest on zależny od rodzaju skał, dotychczasowej eksploatacji w górotworze, od systemu eksploatacji, od zaburzeń tektonicznych, stosunków hydrogeologicznych itp.

Parametr b obliczamy według wzoru empirycznego określonego przez T Kochmańskiego w pracy [11]:

$$b(z) = \frac{5 - 1.12 \log z}{1 + 0,672 \log z} \tag{1}$$

Wzór ten wiąże obydwa dotąd stosowane wzory T. Kochmańskiego [8], [1],[2] dla powierzchni:

$$\begin{aligned} b(H) &= 2,69 - 0,75 \log H, \quad \text{dla } H \leq 450 \text{ m}, \\ b(H) &= 2,06 - 0,50 \log H, \quad \text{dla } H > 450 \text{ m}. \end{aligned} \tag{2}$$

(gdzie: H - średnia głębokość zalegania eksploatowanego pokładu), i uwzględnia równocześnie zmienną "z" - wysokość nad pokładem, gdzie $1 < z \leqslant H$. Wzór (1) pozwala obliczyć parametr "b" dla powierzchni (z = H) i równocześnie wartości parametru wewnątrz górotworu na dowolnej wysokości "z" nad eksploatowanym pokładem.

Jak wykazały analizy licznych niecek osiadania [1], wzór empiryczny określający parametr "b" dla powierzchni terenu jest dostatecznie dokładny dla celów praktycznych i teoretycznych. Dla uproszczenia procesu obliczeniowego, bez większej straty dla dokładności, można otrzymane wartości parametru "b" z wzoru (1) zaokrąglić do najbliższej wartości, dla której jest stabelaryzowana funkcja np. osiadań (b = 0,5; 0,6;, 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 2,0) [1], [8].

Do wyznaczania parametrów teorii potrzebna jest również znajomość wartości teoretycznego przesunięcia frontu eksploatacyjnego "d" spowodowana niecałkowitym zawalaniem, bądź łagodnie uginającym się wspornikiem w pobliżu krawędzi eksploatacji (np. czoła ściany, chodnika).

Dla eksploatacji systemem zawałowym, przy występowaniu stosunkowo mocnych i zwięzłych skał w stropie pokładu, wartość d dochodzi do 30-40 m, natomiast dla skał słabych d = 0÷5 m. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że przez teoretyczne lub pozorne przesunięcie frontu eksploatacji rozumie autor odległość punktu przegięcia niecki osiadania od rzutu krawędzi eksploatacji na powierzchnię terenu.

Przyjmując parametr b zgodnie ze wzorem (1) pozostają do wyznaczania wartości a, r_o i d.

3. Wyznaczanie parametrów w przypadku występowania w_{max}

Maksymalną wartość osiadania w_{max} osiąga punkt wtedy, gdy pole wyeksploatowanego pokładu pod nim jest zbliżone do nieskończonej płaszczyzny W praktyce wielkość takiego pola jest skończona i można ją wyliczyć przy pomocy tablic funkcji osiadań [8].

W przypadku stwierdzenia pomiarami geodezyjnymi, wartości osiadań maksymalnych przynajmniej dla trzech punktów (uwzględniając błąd niwelacji) można, zgodnie ze wzorem:

$$w_{max} = a \cdot g \tag{3}$$

wyliczyć parametr "a" znając średnią grubość pokładu g. Nad teoretyczną krawędzią eksploatacji osiadanie na powierzchni wynosi połowę wartości maksymalnego osiadania. Przyjmując, że w pobliżu punktu przegięcia niecki wartości osiadań tworzą linię prostą - można wyznaczyć teoretyczną krawędź eksploatacji, nad którą występuje osiadanie:

$$w = \frac{1}{2} w_{max}$$

i tym samym odległość "d" między rzeczywistą a pozorną krawędzią frontu górniczego (rys. 1 i 2).

Wartość osiadań w punkcie oddalonym od teoretycznej krawędzi eksploatacji o odległość x obliczamy wg wzoru:

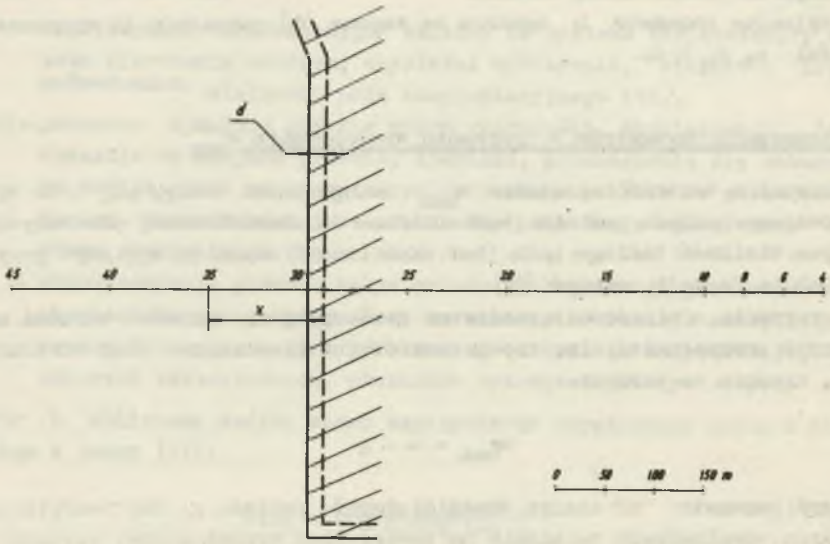
$$w = a \cdot g \cdot \varphi(b, \xi), \tag{4}$$

gdzie

- w - osiadanie punktu w mm,
- $\varphi(b, \xi)$ - stabelaryzowane wartości funkcji osiadań [8],
- g - średnia grubość pokładu, w metrach,
- b - parametr teorii T. Kochmańskiego,
- a - współczynnik eksploatacji, parametr teorii,
- ξ - bezwymiarowa odległość punktu od teoretycznej krawędzi eksploatacji

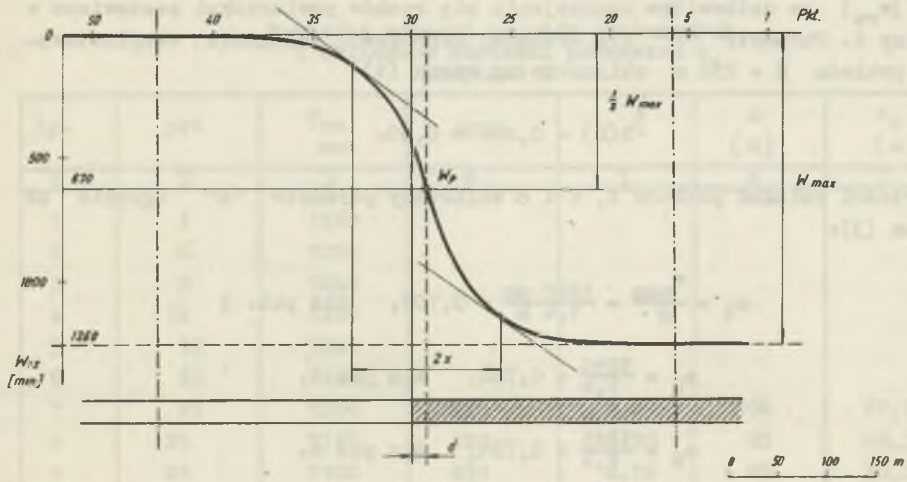
$$\xi = \frac{x}{r_o} \tag{6}$$

- r_o - parametr teorii T. Kochmańskiego,
- x - odległość punktu od teoretycznej krawędzi eksploatacji w metrach (rys. 1 i 2).



Rys. 1. Kształt linii frontu górniczego i usytuowanie punktów pomiarowych na powierzchni - przykład 1

d - pozorne przesunięcie frontu górniczego, x - odległość punktu pomiarowego od teoretycznego frontu eksploatacyjnego



Rys. 2. Przekrój przez nieckę osiadania wzdłuż linii punktów pomiarowych przykład 1

w_p - punkt przegięcia

Przekształcając wzór (5) i przedstawiając jako "w" rzeczywistą zmierzoną wartość osiadań w danym punkcie - "w_{rz}" - obliczamy:

$$\varphi(b, \xi) = \frac{w_{rz}}{ag} \tag{7}$$

i znajdujemy dla danego b w tablicach [8] dla prostokątnego układu współrzędnych ($\eta = \infty$) wartość współrzędnej ξ. Po podstawieniu do wzoru(6) wyliczamy wartość parametru r_o.

W podobny sposób obliczamy parametr r_o z wartości osiadań innych punktów. W przypadku, gdy otrzymamy różne wartości parametru r_o dla różnych punktów, należy obliczyć średnią arytmetyczną tych wartości przy przyjęciu wagi p = 1,0 dla każdego punktu [1]. Przy takim przyjęciu wag należy wyeliminować z obliczeń punkty, w których osiadanie osiąga wartość zbliżoną do w_{max}, jak również punkt, w którym występuje 1/2 w_{max}. Zilustrujmy powyższy sposób wyznaczania parametrów teorii T. Kochmańskiego na przykładzie.

Przykład 1

Pokład węgla kamiennego o średniej grubości g = 1,6 m zalegający w przybliżeniu poziomo na głębokość ok. 250 m wyeksploatowano systemem ścianowym z zawałem stropu.

Kształt pola eksploatacyjnego zbliżony do nieskończonej półpłaszczyzny i usytuowanie punktów linii obserwacyjnej na powierzchni przedstawia rys. 1. Odległość między punktami wynosi ok. 20 m. Wyniki pomiarów obniżeń punk-

tów (w_{rz}) po całkowitym uspokojeniu się ruchów powierzchni zestawiono w tablicy 1. Parametr "b" dla średniej głębokości zalegania eksploatowanego pokładu H = 250 m obliczono wg wzoru (1)

$$b(H) = 0,886 \approx 0,90.$$

Z wartości osiadań punktów 4, 6 i 8 obliczamy parametr "a" zgodnie ze wzorem (3):

$$a_4 = \frac{w_{max}}{g} = \frac{1260 \text{ mm}}{1,6 \text{ m}} = 0,788, \quad \text{dla pkt. 4}$$

$$a_6 = \frac{1250}{1,6} = 0,780, \quad \text{dla pkt 6,}$$

$$a_8 = \frac{1265}{1,6} = 0,790, \quad \text{dla pkt 8.}$$

Do dalszych obliczeń przyjmujemy średnią wartość:

$$a = 0,786 \approx 0,79.$$

Przekrój przez niecką osiadania wzdłuż linii punktów pomiarowych z zaznaczoną pozycją linii frontu eksploatacyjnego przedstawiono na rys. 2. Znając wartość:

$$\frac{1}{2} w_{max} = \frac{1}{2} \cdot 0,79 \cdot 1,6 = 630 \text{ mm}$$

odczytano z wykresu (rys. 2) pozorne przesunięcie frontu górniczego d=14 m

Dla kilku punktów obliczono wartości funkcji φ z tablic [8] i następnie parametr r_o zgodnie z wzorami (6) i (7). Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy 1. Średnia wartość parametru r_o obliczona z punktów 24,25.... 36 i 37 wynosi 28,6 m.

4. Wyznaczanie teoretycznego przesunięcia frontu eksploatacyjnego "d" i parametrów "a", r_o metodą stycznych

W przypadku, kiedy nie znamy wartości maksymalnego osiadania w_{max}, wtedy należy wyznaczyć z przekroju niecki punkt przegięcia krzywej osiadania w którym, jak wiadomo, wartość osiadania wynosi 1/2 w_{max}. Graficznie trudno od razu wyznaczyć punkt przegięcia krzywej osiadań na wykresie, ponieważ wartości osiadań tworzą linię prostą (rys. 2). Wykorzystamy tu symetrię krzywej osiadań. Wykres krzywej osiadań punktów nad eksploatacją jest symetryczny względem punktu przegięcia do krzywej osiadań punktów poza eksploatacją (rys. 2). Wynika to z postaci wzoru funkcji osiadań[8] Stycz-

Tablica 1

Wartości osiadań punktów pomiarowych
i obliczone wartości parametru r_o
przykład 1

Lp.	pkt	w_{rz} mm	φ	ξ	x [m]	r_o [m]
1	2	3	4	5	6	7
1	4	1260				
2	6	1250				
3	8	1265				
4	12	1250				
5	18	1241				
6	22	1232				
7	24	1200	950	3,69	106	27,7
8	25	1165	920	2,90	85	28,3
9	26	1100	870	2,16	65	30,0
10	27	1000	790	1,41	45	32,9
11	28	910	720	0,97	25	25,8
12	29	690	545	0,18	5	27,8
13	30	465	368	0,54	-15	27,7
14	31	296	234	1,23	-35	28,4
15	32	180	142	2,02	-55	27,2
16	33	120	95	2,70	-75	27,8
17	34	77	61	3,40	-96	28,2
18	35	55	43,4	3,90	-114	29,2
19	36	40	31,6	4,40	-135	30,6
20	37	20	15,8	5,50	-155	28,2
21	38	10	7,9	10,0	-175	17,5
22	40	5	3,9	10,0	-215	21,5
23	44	0	-	-		
24	48	-	-	-		

na do krzywej osiadań w punkcie oddalonym od teoretycznego brzegu eksploatacji (tym samym od punktu przegięcia) o odległość x nad eksploatacją jest równoległa do stycznej w punkcie oddalonym również o odległość x ale poza eksploatacją. Wykorzystując powyższą własność wystarczy poprowadzić styczną w jednym punkcie (nad eksploatacją) i przesuwając równolegle znaleźć punkt styczności na drugiej gałęzi krzywej (poza eksploatacją). Odległość między punktami wynosi 2x, dzieląc ją więc na pół znajdziemy punkt przegięcia krzywej osiadań. Wartość osiadania w punkcie przegięcia odczytamy z wykresu (rys. 2).

Korzystając z zależności

$$w_p = \frac{w_{max}}{2}, \tag{8}$$

można obliczyć wartość parametru "a":

$$a = \frac{2\,w_p}{g}, \tag{9}$$

gdzie w_p oznacza wartość osiadania w punkcie przegięcia. Punkt przegięcia określa równocześnie teoretyczne przesunięcie brzegu eksploatacji "d" (rys. 2).

Wartości parametru r_o obliczamy podobnie jak przedstawiono to w rozdziale 3. Sposób graficznego wyznaczania wartości "d" i "a" dla przykładu 1 przedstawiono na rys. 2. Srednie wartości obliczone z kilku punktów wynoszą:

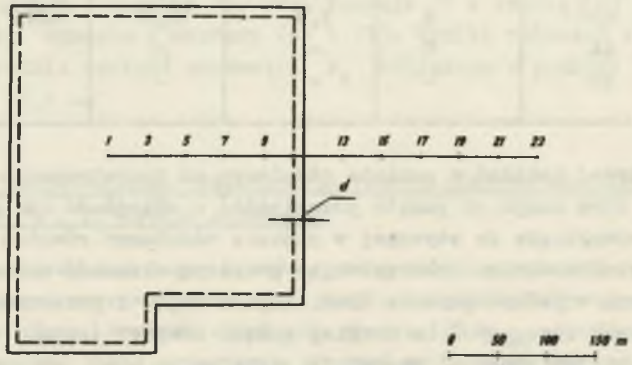
d = 15 m - teoretyczne przesunięcie frontu eksploatacyjnego,
a = 0,81 i r_o = 29,9 m.

Przykład 2

Pokład o grubości ok. 1,8 m zalegający na głębokości ok. 160 m eksploatowano systemem ścianowym z zawałem stropu. Zarys pola eksploatacyjnego z usytuowaniem punktów pomiarowych na powierzchni przedstawiono na rys. 3 Odległość między punktami wynosi ok. 20 m.

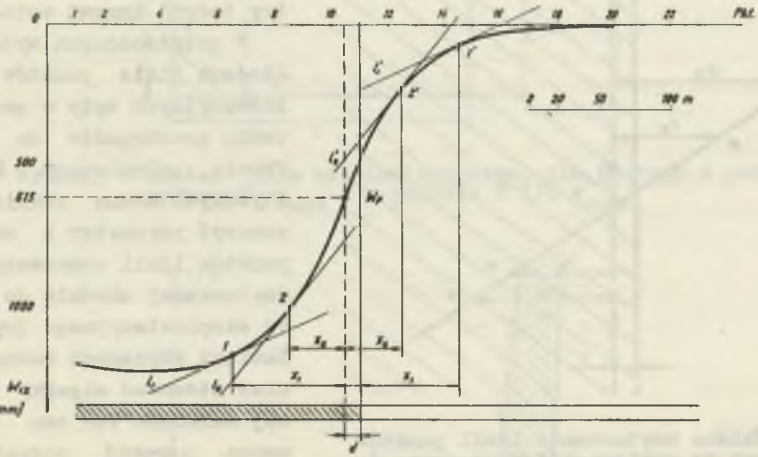
Wartość parametru "b" dla H = 160 m obliczono ze wzoru (1):

$$b(H) = 1{,}020 \approx 1{,}00$$



Rys. 3. Kształt pola eksploatacyjnego i usytuowanie punktów pomiarowych na powierzchni - przykład 2

Przekrój przez nieckę osiadania wzdłuż linii punktów pomiarowych przedstawiono na rys. 4. Ponieważ nie znamy wartości w_{max}, obliczymy parametr a, r_o i d metodą stycznych. W tym celu wykreślamy styczną w punkcie 1 i znajdujemy drugi punkt styczności 1' dla stycznej l_1' równoległej do l_1 (rys. 4).



Rys. 4. Przekrój przez nieckę osiadania wzdłuż linii punktów pomiarowych przykład 2

Podobnie konstruujemy styczne dla innych punktów. Wyznaczona w ten sposób średnia wartość x określa punkt przegięcia i tym samym "a według wzoru (9) oraz wartość teoretycznego przesunięcia frontu eksploatacyjnego d" Wartość osiadania w punkcie przegięcia wynosi w_p = 615 mm, a więc a=0,68 natomiast d = 11 m. Parametr r_o obliczamy według wzorów (7) i (6). Wartość średnia obliczona z kilku punktów:

$$r_o = 31{,}2 \text{ m}$$

Wartość parametru r_o można również wyliczyć, zakładając prostą proporcjonalność między osiadaniem punktu a parametrem r_o:

$$\frac{w_{rz}}{w_{prz}} = \frac{ag \cdot \varphi_{rz}}{ag \cdot \varphi_{prz}} = \frac{(r_o)_{rz}}{(r_o)_{prz}}, \tag{10}$$

gdzie

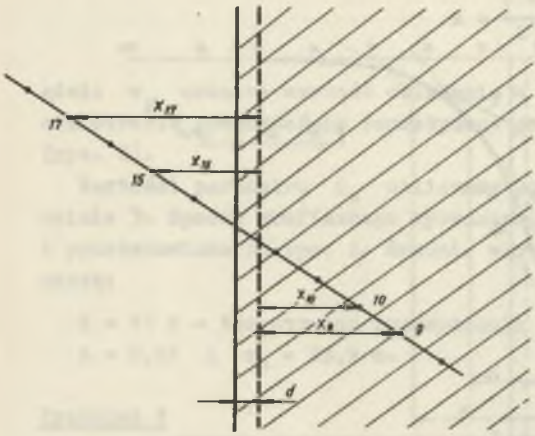
w_{rz} - zmierzona wartość osiadania punktu,

w_{prz} - obliczona teoretycznie wartość osiadania punktu przy przyjęciu przybliżonego (w granicach ± 20 m) parametru r_o,

$(r_o)_{rz}$ - szukana wartość parametru r_o,

$(r_o)_{prz}$ - przyjęta wartość parametru r_o do obliczenia w_{prz},
φ - stabelaryzowane wartości funkcji osiadań [8].

Empiryczny związek (10) został stwierdzony przy wyznaczaniu parametrów z wielu niecek osiadań.



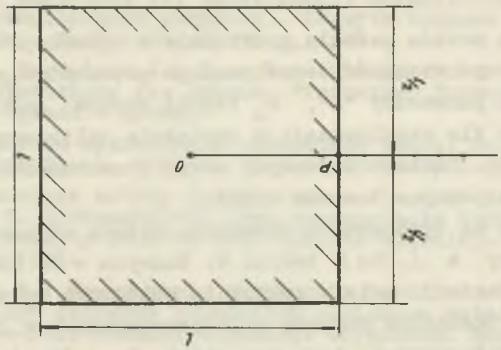
Rys. 5. Skośne usytuowanie linii punktów pomiarowych na powierzchni w stosunku do linii frontu eksploatacyjnego

Bardzo zbliżone wyniki otrzymano obliczając parametry teorii innymi metodami.

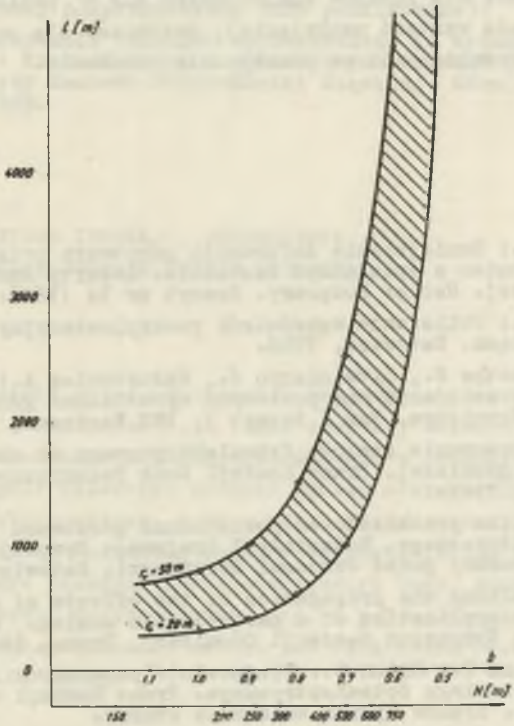
W przytoczonych wyżej przykładach linie punktów obserwacyjnych były w przybliżeniu prostopadłe do linii frontu górniczego. Metodą stycznych można również wyznaczyć parametry z osiadań punktów linii obserwacyjnej usytuowanej skośnie do frontu eksploatacyjnego (rys. 5) Zamiast stycznych można również stosować cięciwy krzywej osiadań. Ten sam wynik można uzyskać rozpatrując wartości nachyleń wyznaczone różnicą osiadań między sąsiednimi punktami pomiarowymi. W tym ostatnim przypadku można przyjmować do obliczeń stabelaryzowane wartości funkcji nachyleń [16] dla frontu górniczego o kształcie zbliżonym do nieskończonej półpłaszczyzny.

5. Wymiary pola eksploatacyjnego przyjmowane w praktyce jako nieskończona półpłaszczyzna

Jak już zaznaczono w rozdziale 3, wymiary pola eksploatacyjnego przyjmowane praktycznie jako nieskończona półpłaszczyzna (rys. 6), można wyliczyć korzystając z tablic funkcji osiadań [8] dla teorii T. Kochmańskiego Wielkość pola zależna jest od głębokości zalegania eksploatowanego pokładu i parametru r_o charakteryzującego dany górotwór. Na wykresie (rys.7) przedstawiono zależność l (patrz rys. 6) od parametru b i tym samym od głębokości dla przedziału wartości parametru r_o 20 m do 50 m. Skala głębokości zalegania (H) eksploatowanego pokładu jest skalą logarytmiczną (rys. 7). W punkcie O na rys. 6 wartość osiadania osiągnie w_{max} natomiast w pkt. P osiadanie wyniesie 1/2 w_{max} w przypadku, gdy wymiar l będziemy przyjmowali zgodnie z wykresem (rys. 7).



Rys. 6. Wymiary i kształt pola eksploatacyjnego, dla którego w punkcie O występuje w_{max} a w punkcie P 1/2 w_{max}



Rys. 7. Wykres zależności wymiaru "l" pola eksploatacyjnego od głębokości i wartości parametru r_o

1 - dla parametru r_o = 50 m, 2 - dla parametru r_c = 20 m

6. Wnioski

1. Przedstawiona metoda pozwala graficznie w sposób prosty i stosunkowo szybki wyznaczyć wielkość teoretycznego przesunięcia frontu eksploatacyjnego "d" i parametry "a", r_o teorii ruchów punktów górotworu T. Kochmańskiego dla eksploatacji w kształcie zbliżonym do nieskończonej półpłaszczyzny. Zamiast stycznych można stosować również cięciwy krzywej osiadań uzyskując ten sam efekt.
2. Opierając się na tych samych zasadach, metodą stycznych można wyznaczyć parametry a i tg β teorii W. Budryka - S. Knothego [3] przy założeniu eksploatacji pola w kształcie zbliżonym do nieskończonej półpłaszczyzny. Skończone wymiary pola przyjmowane w praktyce jako nieskończona półpłaszczyzna będą oczywiście inne dla jednej i drugiej teorii wpływów eksploatacji górniczej.
3. Wartość teoretycznego przesunięcia frontu górniczego odgrywa dużą rolę, szczególnie dla punktów znajdujących się w pobliżu krawędzi eksploatacji (duża wartość nachylenia), natomiast dla punktów znacznie oddalonych od krawędzi nie ma praktycznie znaczenia.

LITERATURA

1. Batkiewicz W.: Zmniejszanie deformacji górotworu przez prowadzenie eksploatacji frontem o specjalnym kształcie. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej. Seria: Rozprawy. Zeszyt nr 54 (128). Kraków, 1965.
2. Batkiewicz W.: Obliczanie wskaźników poeksploatacyjnych deformacji terenu. Wyd. Śląsk. Katowice, 1968.
3. Budryk W., Knothe S., Litwiniszyn J., Sałustowicz A.: Obliczanie elementów niecki osiadania nad poziomymi wyrobiskami górniczymi. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa. Tpm I Zeszyt 1, PWN Warszawa, 1953.
4. Greń K.: Zastosowanie analogu fotoelektrycznego do określania wpływów eksploatacji górniczej. Prace Komisji Nauk Technicznych PAN, Górnictwo nr 1, Kraków, 1965.
5. Greń K.: Analiza przemieszczeń powierzchni górotworu przy użyciu analogu fotoelektrycznego. Materiały I Krajowego Sympozjum na temat: Ochrony Powierzchni przed Szkodami Górniczymi. Katowice, 1969.
6. Greń K.: Modelling the propagation of the effects of mining exploitation with the application of a photoelectic analog. Materiały I Międzynarodowego Sympozjum Geodezji Górniczej, Praha, 1969.
7. Greń K.; Lubina T., Mnich S.: Wyznaczanie parametrów teorii T. Kochmańskiego na analogu fotoelektrycznym. Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej PAN. Oddz. Kraków (praca oddana do druku).
8. Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PWN Warszawa 1956.
9. Kochmański T.: Porównanie dokładności trzech metod obliczania według teorii S.G. Awierszyna, teorii W. Budryk - S. Knothe i teorii T. Kochmańskiego. Prace Głównego Instytutu Górnictwa. Komunikat nr 289. Katowice, 1962.

10. Kochmański T., Magdziorz J.: Zmniejszanie odkształceń przez kształtowanie frontu eksploatacji górniczej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo. Zeszyt 39. Gliwice, 1969.

11. Kochmański T., Magdziorz J.: Neue Berechnungsmethoden der Bodenbewegungen unter Einwirkung des Abbaus. Freiberger Forschungshefte. Markscheidenwesen (praca w druku).

12. Kot A.: Nowa metoda wyznaczania parametrów teorii ruchów punktów górotworu T. Kochmańskiego. Ochrona Terenów Górniczych nr 9, 1970.

13. Kot A.: Zastosowanie metody [pvv] minimum dla obliczania parametrów a b i r teorii T. Kochmańskiego oraz przesunięcie teoretycznego brzegu eksploatacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo.Zeszyt nr 44. Gliwice 1971.

14. Kot A., Lubina T.: Wyznaczanie parametrów teorii T. Kochmańskiego na podstawie wyników pomiarów przesunięć poziomych metodą [pvv] minimum. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo. Zeszyt nr 48 Gliwice 1971.

15. Magdziorz J.: Nowe metody obliczania wskaźników deformacji górotworu. Ochrona Terenów Górniczych nr 11, Katowice 1970.

16. Magdziorz J.: Tablice funkcji $\tau(b, \xi)$ dla frontu górniczego o kształcie nieskończonej półpłaszczyzny (nie publikowane).

17. Zych J.: Zastosowanie rachunku wyrównawczego do wyznaczania parametrów teorii T. Kochmańskiego z pomierzonych osiadań i przesunięć poziomych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo. Zeszyt nr 41, Gliwice 1969.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕОРИИ Т. КОХМАНСКОГО МЕТОДОМ КАСАТЕЛЬНЫХ К ПРОФИЛЮ МУЛЬДЫ ОСЕДАНИЯ

Р е з ю м е

Представлено прямой метод определения параметров теории сдвижений точек горных пород Т. Кохманского, а также величину мнимого сдвижения фронта забоев для эксплоатации в форме приближённой к бесконечной полуплоскости. Использовано факт симметрии профиля мульды оседания для точек над эксплоатацией и вне эксплоатации, а этим самым параллельность касательных к этой кривой. Пользуясь таблицами функций соедания теории Т.Кохманского[8] проведено вычисление размеров эксплоатационного поля, принимаемых практически, как бесконечную полуплоскость (рис. 6 и 7). Показано также возможность применения вышеуказанного метода для вычисления параметров "a" и tgβ теории В. Будрык -С. Кноте.

EVOLUTION OF THE PARAMETERS OF THE KOCHMANSKI THEORY
BY THE METHOD OF TANGENTS TO THE SUBSIDENCE TROUGH PROFILE

S u m m a r y

Simple method of evaluation of the parameters in the theory of Kochmański has been presented as well as values of theoretical displacement of the mining front assumed to be half-plane. Symmetry of the subsidence trough profile, for points over l the field and outside it, and resulting parallelism of tangents to the profile, has been utilized.

The dimensions of the mining field, assumed to be practically half-planar have been calculated by use of the subsidence function tables of the Kochmański theory.

The posibilty has been also indicated of using the method for calculating the parameters "a" and tg β in the theory Budryk-Knothe.