ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979

Seria: GÓRNICTWO z. 88 Nr kol. 571

Teodor LUBINA

WPŁYW ZMIENNOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA SZCZELINOWATOŚCI NA WARTOŚCI PRZESUNIĘĆ POZIOMYCH NA PODSTAWIE POMIARÓW Z REJONU KOPALNI "K"

Streszczenie. W pracy przeprowadzono próbę przedstawienia zmienności współczynnika szczelinowatości Su(x) w postaci empirycznego wzoru analitycznego na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych z rejonu kopalni "K".

Przeprowadzono analizę wartości przesunięć poziomych w przypadku przyjęcia Su(x) = const.

1. Wstęp

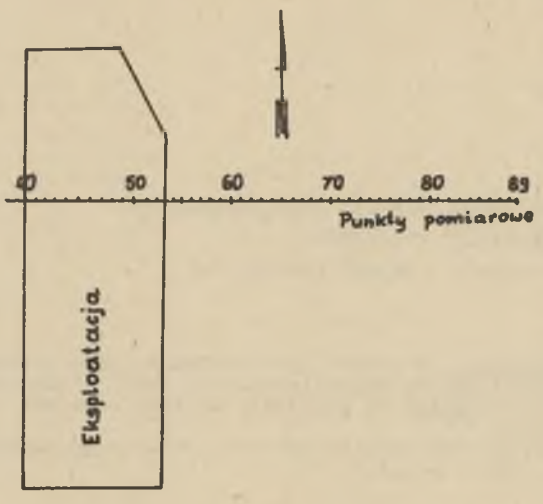
Według założeń teorii statystyczno-całkowej T. Kochmańskiego [3] niecką poeksploatacyjną opisują trzy parametry: "a", "b" i "r_0". Wprowadzono również czwarty parametr "d" - tzw. obrzeże pola eksploatacyjnego [2, 9, 13, 14]. Proces całkowania odbywa się po powierzchni poziomego rzutu pola eksploatacyjnego zmniejszonego na brzegach o wartość tzw. obrzeża "d".

Prowadzone ostatnio szczegółowe analizy deformacji powierzchni terenu i górotworu wskazują na celowość i konieczność wprowadzenia dalszych parametrów lub współczynników w celu precyzyjniejszego opisu procesu deformacji. Wprowadzono więc m.in. "współczynnik szczelinowatości" i uzmienniono parametr r_0.

W niniejszej pracy przeprowadzono próbę przedstawienia zmienności współczynnika szczelinowatości Su(x) w postaci wzorów analitycznych funkcji ciągłych - wzorów empirycznych na podstawie wyników pomiarów z kop. "K".

2. Charakterystyka eksploatacji górniczej i pomiarów geodezyjnych

Partię o kształcie jak na rys. 1 o średniej grubości g = 1,50 m zalegają na średniej głębokości H = 92 m eksploatowano systemem ścianowym z zawałem stropu. Średni kąt nachylenia pokładu wynosi ok. 3°. Wpływ eksploatacji rejestrowano wykonując okresowe pomiary geodezyjne punktów obserwacyjnych na powierzchni terenu. Usytuowanie punktów linii pomiarowej względem eksploatacji przedstawiono na rys. 1. Odległości między punktami wynoszą średnio 5 m.



Rys. 1. Szkic pola eksploatacyjnego i usytuowanie punktów pomiarowych na powierzchni terenu

Analizę końcowych wartości osiadań przeprowadzono w pracach [8,10] wyznaczając wartość parametrów "a" i "r_o" teorii T. Kochmańskiego. Natomiast analizę końcowych wartości przesunięć poziomych przedstawiono w pracy [11] wyznaczając m.in. wartość "współczynnika szczelinowatości" Su(x).

3. Zależność wartości współczynnuka szczelinowatości Su od odległości poziomej x

W odróżnieniu od współczynnika szczelinowatości "Sx" obliczonego na podstawie wyników pomiarów odkształceń poziomych [6] współczynnik szczelinowatości z wartości przesunięć poziomych oznaczono jako "Su" podobnie jak to zrobiono w pracy [17]. Wartość "Su" obliczono wg wzoru:

$$Su = \frac{U_{zm}}{U_{teor}} \qquad (1)$$

gdzie:

u_{zm} - wartość przesunięcia poziomego wg pomiarów w terenie (indeks zm = zmierzone),

u_{teor} - wartość przesunięcia poziomego obliczona teoretycznie wg wzorów podanych m.in. w pracach [3, 4, 13, 14, 15].

Wartości Sx i Su są różne - przyczyny tych różnic są przedmiotem dalszych badań.

Wartości bezwzględnych przesunięć poziomych u_{zm} obliczono z wyników pomiarów odległości między sąsiednimi punktami dwoma drogami [11] :

- w pierwszym przypadku przyjęto punkt 89 jako punkt stały znajdujący się poza zasięgiem wpływów eksploatacji górniczej i począwszy od niego sumowano różnice długości kolejnych przęseł,
- w drugim przypadku wartości przesunięć liczono od punktu 47, w którym występuje największa wartość osiadań a przesunięcia poziome u = 0 - wg teoretycznych założeń i dotychczasowych doświadczeń.

Wartość "U_{teor}" obliczono na maszynie cyfrowej dla r_o = 15 m, 20 m, 30 m, 40 m,i 50 m, przyjmując stałą wartość pochodnej db/dz = -- 0,003934 dla H = 92 m tak jak to wynika ze wzoru na b(z) = b(H) [5].

Na podstawie wzoru (1), przy uwzględnieniu zmienności parametru $r_o(x)$, otrzymano dwa wykresy Su(x):

- rys. 2 - przy założeniu u = 0 w pkt. 89,
- rys. 3 - przy założeniu u = 0 w pkt. 47.

Wartości Su(x) według wykresu jak na rys. 2 próbowano aproksymować niektórymi wzorami analitycznymi funkcji ciągłych, których wykres w układzie współrzędnych prostokątnych zbliżony jest do obrazu zmienności Su(x).Dla przykładu przedstawimy w niniejszym opracowaniu dwie funkcje aproksymacyjne:

$$y = \frac{x}{k_1x^2 + k_2x + k_3}, \tag{2}$$

$$y = k_1x^{k_2} e^{k_3x}; \quad k_2 \neq 0,\ k_3 \neq 0, \tag{3}$$

Jako początek układu współrzędnych przyjęto punkt, w którym wartość przesunięcia poziomego "u" jest równa zero. Na osi liczbowej x oznaczono odległość (w metrach) punktu obliczeniowego od punktu u = 0, natomiast na osi liczbowej y oznaczono wartość współczynnika szczelinowatości s_u.

Współczynniki równania aproksymacyjnego typu (2), obliczone metodą najmniejszych kwadratów, na odcinku od pkt. 49 do pkt. 68 wynoszą:

$$Su(x) = \frac{x}{0{,}00972\ x^2 + 0{,}16\ x - 4{,}54} \tag{4}$$

Błąd średniokwadratowy (odchylenie standardowe) aproksymacji wyników pomiarów funkcji wg równania (4) wynosi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{v^2}{n-1}} = \pm\ 2{,}69 \tag{5}$$

gdzie:

v - różnica między wartością współczynnika szczelinowatości obliczonego wg wzoru empirycznego [(Su) wzór] a wartością współczynnika szczelinowatości wg pomiarów $(Su)_{zm}$:

$$v = (Su)_{wzór} - (Su)_{zm} \tag{6}$$

n - ilość punktów obliczeniowych.

Procentowy błąd względny przy aproksymacji równaniem (4) wynosi:

$$\sigma[\%] = \frac{\sigma}{(Su)_{max}} = 34,9\% \tag{7}$$

Współczynniki równania aproksymacyjnego typu (3), obliczone metodą przeciętnych na odcinku od pkt. 48 do pkt. 81, wynoszą:

$$Su(x) = 0,41\ x^{1,27}\ e^{-0,05\ x} \tag{8}$$

Błąd średniokwadratowy aproksymacji wyników pomiarów funkcją wg równania (8) obliczony według wzoru (5) i (6) wynosi:

$$\sigma = \pm\ 0,5$$

natomiast procentowy błąd względny obliczamy wg wzoru (7) wynosi:

$$\sigma[\%] = \frac{\sigma}{(Su)_{max}} = \pm\ 6,5\%$$

4. Obliczanie wartości przesunięć poziomych przy przyjęciu zmienności Su(x)

Wartości przesunięć poziomych "u" z uwzględnieniem współczynnika szczelinowatości Su(x) i zmienności parametru "r_o" obliczono wg wzoru:

$$u(x) = ag \cdot \frac{db}{dz} \cdot Su(x) \cdot \vartheta\ [b,\ r_o(x)] \tag{9}$$

W tablicy 1 zestawiono wartości przesunięć poziomych u(x) obliczone wg wzoru (9) i wartości u_{zm} obliczone z wyników pomiarów długości przy przyjęciu stałości punktu 89 (rys. 2).

Różnice $v = u_{zm} - u(x)$ w poszczególnych punktach sumowano w przedziale od pkt. 48 do 73.

Tablica 1

Obliczone i zmierzone wartości przesunięć poziomych przy przyjęciu stałości punktu 89

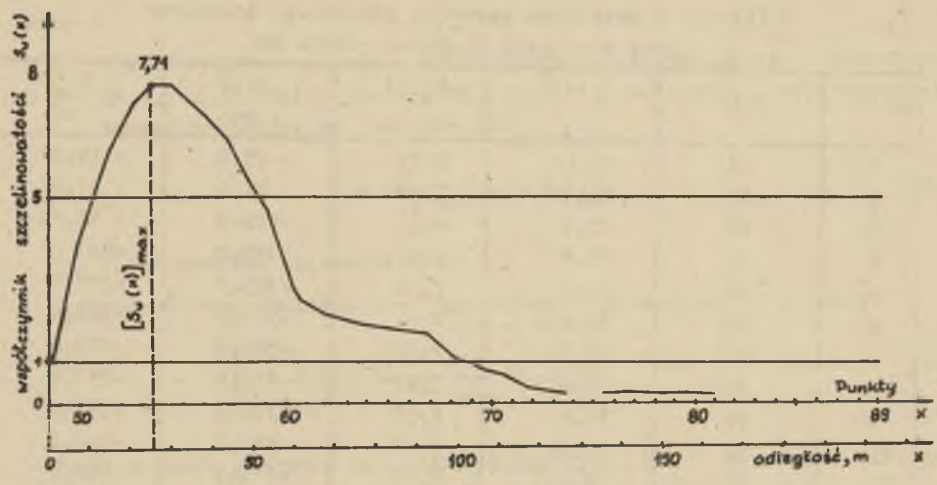
Lp.	Pkt	$r_o(x)$ m	$S_u(x)$	U(x) mm	U_{zm} mm
1	48	15,0	0,75	- 13,0	- 13,0
2	49	15,0	3,48	- 81,1	- 81,0
3	50	15,0	4,95	-150,9	- 15,10
4	51	15,0	6,25	-240,0	-240,0
5	52	15,0	7,30	-305,1	-305,0
6	53	15,0	7,71	-326,1	-326,0
7	54	15,0	7,68	-304,9	-305,0
8	55	15,0	7,27	-253,0	-253,0
9	56	15,0	6,75	-179,5	-198,0
10	57	15,0	6,00	-141,6	-148,0
11	58	16,5	5,15	-113,4	-104,0
12	59	18,0	3,90	- 83,0	- 77,0
13	60	20,0	2,58	- 55,9	- 56,0
14	61	21,0	2,20	- 44,1	- 44,0
15	62	22,5	2,00	- 39,2	- 34,0
16	63	24,0	1,90	- 35,9	- 27,0
17	64	25,0	1,82	- 32,3	- 19,0
18	65	26,0	1,75	- 28,6	- 17,0
19	66	27,0	1,65	- 25,1	- 14,0
20	67	28,5	1,35	- 20,3	- 14,0
21	68	29,5	1,00	- 13,8	- 11,0
22	69	30,0	0,74	- 9,0	- 9,0
23	70	31,0	0,67	- 9,7	- 7,0
24	71	33,0	0,38	- 5,2	- 4,0
25	72	33,9	0,29	- 3,8	- 3,0
26	73	35,5	0,12	- 1,7	- 1,0

Błąd standardowy wynosi:

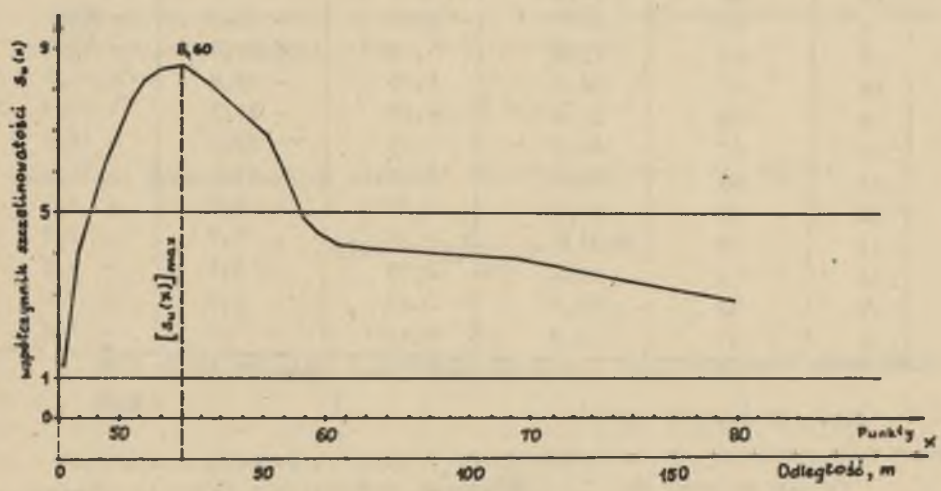
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{26} v^2}{n-1}} = \pm 6{,}64 \text{ mm} \tag{10}$$

Błąd procentowy w stosunku do maksymalnej wartości przesunięć poziomych wynosi:

$$\sigma[\%] = \frac{\sigma}{(u_{zm})_{max}} = \pm 2{,}0\% \tag{11}$$



Rys. 2. Wykres wartości współczynnika szczelinowatości Su(x) przy przyjęciu stałości punktu 89



Rys. 3. Wykres wartości współczynnika szczelinowatości Su(x) przy przyjęciu stałości punktu 47

W tablicy 2 zestawiono wartości U(x) obliczone wg wzoru (9) i wartości u_{zm} obliczone z wyników pomiarów przy przyjęciu stałości punktu 47 (rys. 3). Podobnie jak wyżej różnice $v = u_{zm} - u(x)$ w poszczególnych punktach sumowano w przedziale od pkt. 48 do pkt. 76.

Tablica 2

Obliczone i zmierzone wartości przesunięć poziomych przy przyjęciu stałości punktu 47

Lp.	Pkt	r_o m	$S_u(x)$	U(x) mm	U_{zm} mm
1	48	15,0	4,00	- 54,0	- 54,0
2	49	15,0	5,65	-122,0	-122,0
3	50	15,0	7,70	-192,0	-192,0
4	51	15,0	7,80	-281,0	-281,0
5	52	15,0	8,45	-345,0	-346,0
6	53	15,0	8,60	-367,0	-367,0
7	54	15,0	8,30	-346,0	-346,0
8	55	15,0	7,80	-294,0	-294,0
9	56	15,0	7,45	-239,0	-239,0
10	57	15,0	6,95	-189,0	-189,0
11	58	16,5	5,65	-144,1	-145,0
12	59	18,0	4,75	-113,7	-118,0
13	60	20,0	4,30	- 90,0	- 97,0
14	61	21,0	4,15	- 90,0	- 85,0
15	62	22,5	4,10	- 79,0	- 75,0
16	63	24,0	4,05	- 74,7	- 68,0
17	64	25,0	4,00	- 71,2	- 60,0
18	65	26,0	3,97	- 67,8	- 58,0
19	66	27,0	3,94	- 60,8	- 55,0
20	67	28,5	3,90	- 57,8	- 55,0
21	68	29,5	3,85	- 55,1	- 52,0
22	69	30,0	3,82	- 49,6	- 50,0
23	70	31,0	3,73	- 47,6	- 48,0
24	71	33,0	3,60	- 47,3	- 45,0
25	72	33,9	3,50	- 42,9	- 44,0
26	73	35,5	3,45	- 44,7	- 42,0
27	74	36,5	3,35	- 39,1	- 41,0
28	75	37,9	3,25	- 38,1	- 40,0
29	76	40,0	3,20	- 38,0	- 38,0

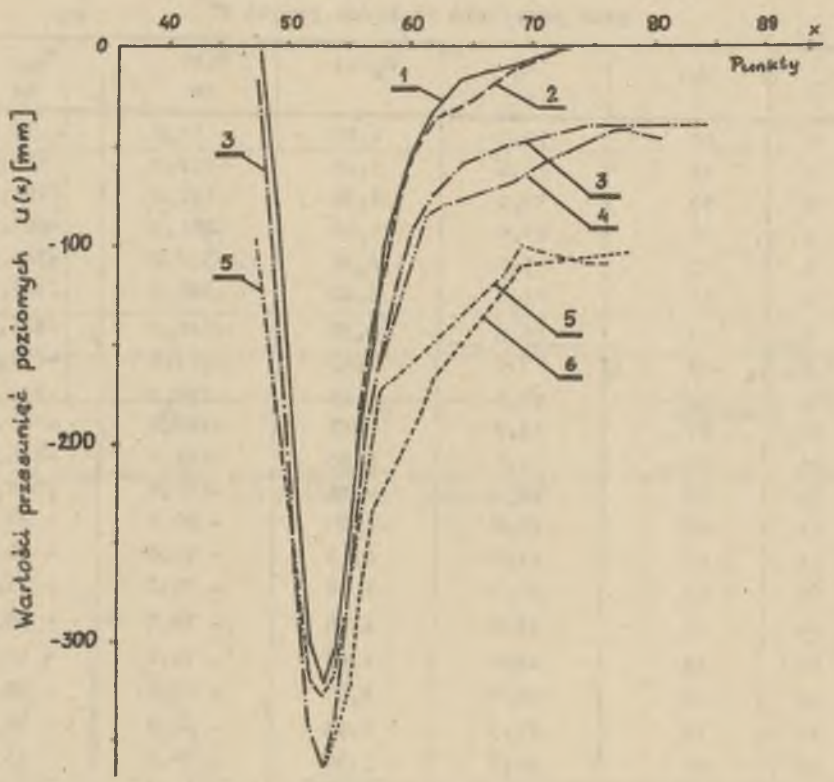
Błąd standardowy obliczony wg wzoru (10) wynosi:

$$\sigma = \pm 4{,}0 \text{ mm}$$

Błąd procentowy wg wzoru (11) wynosi:

$$\sigma[\%] = \frac{4{,}0 \text{ mm}}{367 \text{ mm}} \cdot 100\% = \pm 1{,}1\%$$

Wartości u_{zm} i wartości obliczone u(x) zilustrowano na wykresie (rys. 4).



Rys. 4. Wykres wartości przesunięć poziomych u(x)

1 - wg pomiarów przy przyjęciu stałości punktu 89, 2 - wg pomiarów przy przyjęciu stałości punktu 47, 3 - obliczonych przy przyjęciu Su(x) wg wzoru (8) i stałości pkt 89, 4 - obliczonych przy przyjęciu zmienności Su(x) i stałości punktu 47, 5 - obliczonych przy przyjęciu Su(x) = 7,71 = const 6 - obliczonych przy przyjęciu Su(x) = 8,60 = const

Należy podkreślić, że średni błąd w granicach 1-2% uzyskano dla połowy (druga połowa jest symetryczna) pełnego profilu niecki osiadania.

Świadczy to o poprawności wzorów teorii T. Kochmańskiego, przy uwzględnieniu modyfikacji w postaci zmienności $r_0(x)$ i Su(x) aproksymujących zjawisko deformacji górotworu pod wpływem eksploatacji. Uzyskane w niniejszym opracowaniu przybliżenia wartości teoretycznych do wartości zmierzonych należy uznać jako wystarczające tak dla celów praktycznych jak i teoretycznych.

5. Obliczenie wartości przesunięć poziomych przy przyjęciu stałej wartości Su(x)

Obliczmy błąd, jaki popełniamy przyjmując Su(x) = const. zamiast wartości Su(x) wynikających z wykresu (rys. 2 i 3). Przyjmijmy maksymalną wartość Su(x) dla całego profilu niecki osiadania (od pkt. 48 do pkt 76):

$$Su(x) = [Su(x)]_{max} = const.$$

Wyniki obliczeń dla $[Su(x)]_{max} = 7,71$ przy przyjęciu stałości punktu 89 (rys. 2) zestawiono w tablicy 3 (kolumna 4-6).

Tablica 3

Wartości przesunięć poziomych przy przyjęciu stałej wartości współczynnika szczelinowatości

Lp.	Pkt	r_o m	U(x) mm	U_{zm} mm	V^2	U(x) mm	U_{zm} mm	V^2
			$S_u(x) = [S_u(x)]_{max} = 7,71$			$S_u(x) = \|S_u(x)\|_{max} = 8,60$		
1	48	15,0	-135,4	- 13	14981,76	-116,1	- 54	3856,41
2	49	15,0	-179,6	- 81	9721,96	-185,8	-122	4070,44
3	50	15,0	-235,3	-151	7106,49	-214,5	-192	506,25
4	51	15,0	-296,0	-240	3136,00	-309,8	-281	829,44
5	52	15,0	-322,3	-305	299,29	-352,1	-356	37,21
6	53	15,0	-326,1	-326	0,01	-367,0	-367	0
7	54	15,0	-306,2	-305	1,44	-358,5	-346	156,25
8	55	15,0	-268,4	-253	237,16	-324,2	-324,2	912,04
9	56	15,0	-205,7	-198	59,29	-275,9	-239	1361,61
10	57	15,0	-181,8	-148	1142,44	-233,9	-189	2016,01
11	58	16,5	-169,9	-104	4342,81	-219,3	-145	5550,25
12	59	18,0	-164,1	- 77	7586,41	-205,9	-118	7726,41
13	60	20,0	-167,4	- 56	10485,76	-180,1	- 97	6905,61
14	61	21,0	-154,4	- 44	12188,16	-185,6	- 85	10302,25
15	62	22,5	-151,0	- 34	13689,00	-165,6	- 75	8208,36
16	63	24,0	-145,5	- 27	14042,25	-158,6	- 68	8208,36
17	64	25,0	-136,5	- 19	13806,25	-153,1	- 80	8667,61
18	65	26,0	-125,8	- 17	11837,44	-146,9	- 58	7903,21
19	66	27,0	-117,1	- 14	10629,61	-132,8	- 55	6052,84
20	67	28,5	-115,7	- 14	10342,89	-127,5	- 55	5256,82
21	68	29,5	-106,2	- 11	9063,04	-123,2	- 52	5069,44
22	69	30,0	- 93,8	- 9	7191,04	-111,6	- 50	3794,56
23	70	31,0	-111,7	- 7	10062,09	-109,7	- 48	3806,89
24	71	33,0	-105,0	- 4	10201,00	-113,0	- 45	4624,54
25	72	33,9	-101,0	- 3	9604,00	-105,0	- 44	3769,96
26	73	35,5	-109,7	- 1	11815,69	-111,5	- 42	4830,25
27	74	36,5				-100,4	-41	3528,36
28	75	37,9				-102,7	- 40	3931,29
29	76	40,0				-102,2	- 38	4121,64

Błąd standardowy obliczony wg wzoru (10) wynosi:

$$\sigma = \pm 90,4 \text{ mm}$$

natomiast błąd procentowy obliczony wg wzoru (11) wynosi:

$$\sigma[\%] = \pm 27{,}2\%$$

Wyniki obliczeń dla $[Su(x)]_{max} = 8{,}60$ przy przyjęciu stałości punktu 47 (rys. 3) zestawiono w tablicy 3 (kolumna 7-9).

Błąd standardowy obliczony wg wzoru (10) wynosi:

$$\sigma = \pm 67{,}1 \text{ mm},$$

natomiast błąd procentowy obliczony wg wzoru (11) wynosi:

$$\sigma[\%] = \pm 18{,}3\%$$

Znacznie mniejszy jest błąd w przypadku, gdy obliczamy wartości przesunięć poziomych nie dla całego profilu niecki osiadania ale dla części niecki ograniczonej, np. do punktu, w którym występuje przesunięcie poziome równe 10% lub 20% wartości przesunięcia maksymalnego.

6. Wnioski

1. Zmienność współczynnika szczelinowatości Su(x) w płaszczyźnie poziomej (x,y), który wprowadzono do zmodyfikowanej teorii T. Kochmańskiego można przedstawić w postaci empirycznego wzoru analitycznego, przy czym dobrze aproksymuje tę zależność funkcja ciągła typu eksponencjalnego:

$$Su(x) = k_1 \cdot x^{k_2} \cdot e^{k_3 x}$$

gdzie: k_1, k_2 i k_3 - współczynniki wyznaczone na drodze empirycznych wyników pomiarów dotychczasowych wpływów.

2. W przypadku prognozowania wartości przesunięć poziomych dla eksploatacji górniczej przechodzącej w niewielkiej odległości od chronionego obiektu lub bezpośrednio pod obiektem, można przyjmować do obliczeń stałą wartość współczynnika szczelinowatości Su(x) równą maksymalnej jej wartości dla całego profilu niecki osiadania. Błąd, jaki popełniamy przy takim przyjęciu Su(x) = const., jest niewielki.

3. Zmienność wartości współczynnika szczelinowatości Su(x) w płaszczyźnie poziomej należy uwzględniać w przypadkach wskazujących na celowość takiego stosowania, np. w badaniach naukowych, w zagadnieniach wpływu czasu na deformacje, przy minimalizacji deformacji przez kształtowanie pól i frontów górniczych.

LITERATURA

[1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Skrypt uczelniany Politechniki Śląskiej. Gliwice 1968.

[2] Dziura T., Kot A., Trzcionka P.: Przesunięcie krawędzi eksploatacji jako dodatkowy parametr teorii ruchów górotworu S. Knothego i T. Kochmańskiego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo, z. 59. Gliwice 1974.

[3] Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktu górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PWN, Warszawa 1956.

[4] Kochmański T., Magdziorz J.: Zmniejszenie odkształceń przez kształtowanie frontu eksploatacji górniczej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo, z. 39. Gliwice 1969.

[5] Kochmański T., Zych J.: Fizyczne znaczenie parametrów teorii statyczno-całkowej T. Kochmańskiego. Ochrona Terenów Górniczych, nr 23, Katowice 1973.

[6] Kochmański T.: Funkcja szczelinowatości. Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej PAN. Oddz. w Krakowie. Geodezja, z. 20 PWN Warszawa- Kraków 1975.

[7] Kochmański T., Lubina T., Piwowarski W.: Wpływ zmienności parametru r_0 na prognozowanie wartości osiadania powierzchni terenu. Ochrona Terenów Górniczych (praca w druku).

[8] Lubina T.: Uwagi wynikające z analizy dynamicznych niecek osiadania. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej. Geodezja, z. 31. PWN, Warszawa - Kraków 1976.

[9] Lubina T.: Analiza niecki poeksploatacyjnej wywołanej eksploatacją zawałową pokładu nachylonego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Górnictwo z. 59. Gliwice 1974.

[10] Lubina T.: Określenie wartości parametru r_0 z poeksploatacyjnej niecki osiadania. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo z.64. Gliwice 1974.

[11] Lubina T.: Analiza wyników geodezyjnych pomiarów przesunięć poziomych punktów na powierzchni terenu pod wpływem eksploatacji górniczej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo z. 79. Gliwice 1978.

[12] Lubina T.: Wybrane zagadnienia wpływu czynnika czasu na deformacje górotworu. Praca doktorska (maszynopis). Gliwice 1973.

[13] Magdziorz J.: Sposób wyznaczania szerokości obrzeża eksploatacyjnego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo z. 59. Gliwice 1974.

[14] Magdziorz J.: Wybrane zagadnienia teoretyczne prognozowania wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię i górotwór. Praca doktorska (maszynopis). Kraków 1976.

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

[16] Skrodzka G., Próchniak S.: Zależność pochodnej parametru b względem z od głębokości eksploatacji górniczej. Ochrona Terenów Górniczych, nr 28. Katowice 1974.

[17] Zych J.: Analiza wyników obserwacji geodezyjnych z rejonu kopalni "Moszczenica". Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej.Górnictwo z.70. Gliwice 1976.

[18] Zych J.: Bezpieczna eksploatacja filarów szybowych. Praca doktorska (maszynopis). Gliwice 1972.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕЩИНОВАТОСТИ НА ВЕЛИЧИНЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПЕРЕДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ИЗ РАЙОНА ШАХТЫ "К"

Р е з ю м е

В докладе создана препозиция представления переменности коэффициента трещиноватости Su(x) при помощи эмпирическо-аналитической формулы на основе анализа результатов геодезийных измерений из района шахты "К".

Переведен также анализ величины горизонтальных передвижений принимая во внимание: Su(x) = const.

CHANGEABILITY OF THE INTERSTICE COEFFICIENT AS INFLUENCING HORIZONTAL SHIFT VALUES ON THE BASIS OF MEASUREMENTS RESULTS IN THE K. COLLIERY AREA

S u m m a r y

The paper presents an attempt to describe the changeability of the interstice coefficient Su(x) in the form of an analytical formula based on surveying results in the K. colliery area.

An analysis has been carried out of horizontal shift values assuming that Su(x) = const.