

Piotr STRZAŁKOWSKI

Politechnika Śląska, Gliwice

WYBRANE ASPEKTY PRZYJMOWANIA WARTOŚCI PARAMETRÓW DLA CELÓW PROGNOZ POEKSPLOATACYJNYCH DEFORMACJI POWIERZCHNI TERENU

Streszczenie. W pracy przedstawiono wartości parametrów teorii W. Budryka-S.Knothe'go wyznaczone na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych prowadzonych nad eksploatacją dokonywaną na głębokościach od 64 m do 830 m. Parametry te identyfikowano dwukrotnie: z uwzględnieniem obrzeża eksploatacyjnego i bez jego uwzględniania. Na tej podstawie dokonano analizy jakości dopasowania wyników obliczeń do rezultatów pomiarów oraz podano zależność pomiędzy wartościami parametru $\text{tg } \beta$ wyznaczanymi z uwzględnieniem i bez uwzględnienia obrzeża. Rozważono także zgodność prognozy stanu deformacji z wynikami pomiarów przy przyjęciu prawdopodobnych wartości parametrów. Wyciągnięto również pewne ogólne wnioski odnośnie do przyjmowania wartości parametrów dla celów prognoz.

SELECTED ASPECTS ASSUME PARAMETERS VALUES FOR TARGET OF PROGNOSIS AFTER EXPLOITATION TERRAIN SURFACE DEFORMATION

Summary. In the paper are shown values of W. Budryk – S. Knothe's parameters determined on the base of surveys results leaded over exploitation performed on depth from 64 m to 830 m. These parameters were identified two times: with exploitation periphery and without it. On this base were made analysis quality matching calculation results to survey results and shown the dependence between $\text{tg } \beta$ parameter values identified with exploitation periphery and without it. There were taken into consideration compatibility prognosis of deformation state with survey results with assume probable parameter values. There were drawn some general conclusions in relation to assume parameter values for prognosis aims.

1. Wprowadzenie

Problematyka prognoz poeksploatacyjnych deformacji powierzchni terenu jest przedmiotem badań prowadzonych od początku XIX w., kiedy to w belgijskim mieście Liege powołano komisję mającą za zadanie określenie związku pomiędzy uszkodzeniami budynków i dokonywaną eksploatacją górniczą. Od tego czasu powstało wiele modeli pozwalających na mniej lub bardziej dokładne obliczanie wartości wskaźników deformacji. Teorie te (modele) mogą być podzielone na kilka grup w zależności od przyjmowanych w nich założeń. Z uwagi na prostotę obliczeń najczęściej stosowane są teorie zaliczane do tzw. teorii geometryczno-

całkowych. Wymienić tu można rozwiązania opracowane przez T. Kochamańskiego [6], W. Budryka-S. Knothego [5], a wcześniej przez Keinhorsta, Flaschenträgera i innych [2, 7]. Wartości parametrów występujących w ich wzorach powinno się wyznaczać na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych. Parametry te wiąże się również z niektórymi wielkościami charakteryzującymi warunki geologiczno-górnice prowadzonej eksploatacji. Znajduje to swe potwierdzenie również w pracach M. Chudka [1, 2] i teorii opracowanej przez niego wspólnie z L. Stefańskim.

Wieloletnie stosowanie teorii geometryczno-całkowych, ich weryfikacja oraz doświadczenia stąd płynące doprowadziły do wprowadzenia pewnych modyfikacji w ich wzorach. W latach 20 badacze niemieccy wprowadzili do obliczeń dodatkowy parametr powodujący równoległe przesuwanie krzywych wskaźników deformacji celem uzyskania lepszej zgodności z wynikami pomiarów. Propozycja ta została także przeniesiona na grunt polski. Kolejnym etapem na drodze polepszenia jakości prognoz było wprowadzenie nieliniowego sumowania się wpływów i zastosowanie funkcji pozwalających na uzyskiwanie asymetrycznych krzywych deformacji. Wymienić tu można prace B. Dzegniuka [3], K. Grenia [4] i J. Zycha [8]. Należy przy tym pamiętać, że niezależnie od jakości samego modelu matematycznego służącego opisowi deformacji, na jakość prognozy podstawowy wpływ mają wartości przyjętych do obliczeń parametrów. Na to zagadnienie zwrócono uwagę w niniejszej pracy.

2. Analiza wyników pomiarów geodezyjnych

W ramach pracy rozpatrywano wyniki pomiarów geodezyjnych prowadzonych nad eksploatacją górnica dokonywaną systemem ścianowym z zawalem stropu na głębokościach od 64 m do 830 m. W tablicy 1 przedstawiono podstawowe informacje charakteryzujące warunki geologiczno-górnice prowadzonych robót. Dysponując stosownym oprogramowaniem komputerowym, wyznaczono na podstawie wyników pomiarów wartości parametrów teorii W. Budryka - S. Knothego. Identyfikację parametrów przeprowadzono dwukrotnie :

- Wyznaczono wartości parametrów: α – współczynnik kierowania stropem, $\tan \beta$ - tangens kąta zasięgu wpływów głównych.
- Wyznaczono wartości parametrów: α – współczynnik kierowania stropem, $\tan \beta$ - tangens kąta zasięgu wpływów głównych, d – obrzeże eksploatacyjne.

W tabeli 1 przedstawiono wyniki obliczeń w postaci wartości parametrów oraz błędów procentowych osiadań dla dwóch powyższych wariantów obliczeń dla poszczególnych przykładów.

Analizując wyniki przedstawione w tabeli 1, należy zauważyć, co następuje:

- Lepszą zgodność przebiegu osiadań uzyskano w przypadku uwzględniania w obliczeniach obrzeża.
- W przypadku pól eksploatacyjnych dostatecznie dużych w stosunku do promienia zasięgu wpływów (tzw. „nieskończona półpłaszczyzna” – przykłady o numerach od 1 do 5) wartości parametrów przy uwzględnianiu obrzeża i bez jego uwzględniania niewiele różniły się od siebie. W przypadkach eksploatacji małych pól w stosunku do promienia zasięgu wpływów (przykłady o numerach od 6 do 18) wystąpiły duże różnice w wartościach parametrów: a i $\operatorname{tg} \beta$. Zmniejszając pola eksploatacyjne o wartość obrzeża, uzyskiwano duże wartości parametru a . Fakt ten winien być uwzględniany przy dokonywaniu prognoz, bowiem z uwagi na głębokość prowadzonej eksploatacji rzadko mamy do czynienia z tzw. zagadnieniem płaskim.
- Na uwagę zasługuje fakt otrzymania zróżnicowanych wartości parametru $\operatorname{tg} \beta$ z tych samych rejonów prowadzenia eksploatacji, a nawet z dwóch linii zlokalizowanych nad tą samą ścianą (linie z terenu KWK „Czeczott”).

Analiza statystyczna otrzymanych wyników obliczeń doprowadziła do wniosku, że istnieje zależność liniowa pomiędzy wartościami parametru $\operatorname{tg} \beta$ wyznaczanymi z uwzględnieniem obrzeża i bez jego uwzględniania. Zależność tę pokazano na rys. 1. Posiada ona następującą postać:

$$\operatorname{tg} \beta_o = 0.7775 \operatorname{tg} \beta, \quad (1)$$

gdzie:

$\operatorname{tg} \beta_o$ - parametr wyznaczony z uwzględnieniem obrzeża,

$\operatorname{tg} \beta$ - parametr wyznaczony bez uwzględnienia obrzeża.

Wartość współczynnika korelacji wielokrotnej wyniosła $R=0.92$.

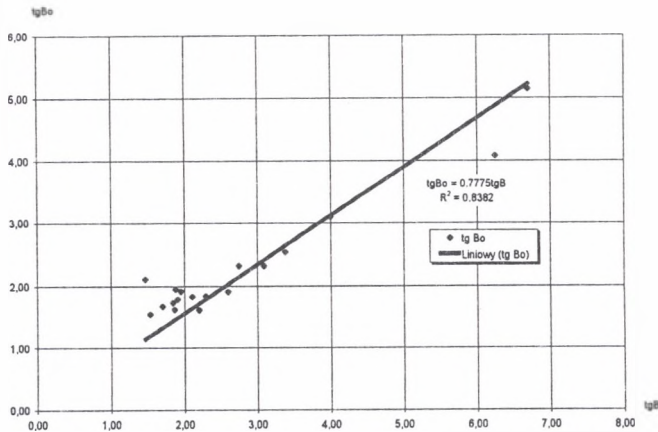
Uzyskane wyniki obliczeń mogłyby prowadzić do wniosku, że mając na uwadze jakość prognoz deformacji, korzystnie jest stosować obrzeże eksploatacyjne. Podkreślić jednak należy, że w analizowanych przypadkach dopasowywano wyniki obliczeń do znanych rezultatów pomiarów geodezyjnych. Miała zatem miejsce tzw. reproгноza. Interesujące

wydaje się natomiast, jaką zgodność z wynikami pomiarów uzyskać można wykonując prognozę wskaźników deformacji. Zagadnienie to zilustrowano poniższym przykładem.

Tabela 1

Zbiorcze zestawienie wyników obliczeń

Lp.	Kopalnia, linia	H, m	r, m	tg B	a	mw, %	r, m	tg Bo	a	d, m	mw, %
1	Jan Kanty 3/1	64	34	1.88	0.7	7.27	33	1.94	0.77	7.3	1.04
2	Jan Kanty 4/1	64	35	1.85	0.85	5.46	37	1.73	0.83	7.7	1.21
3	Jan Kanty 5/1	70	41	1.71	0.65	6.72	42	1.67	0.71	7.9	1.53
4	Jan Kanty 4/2	84	44	1.91	0.75	6.96	47	1.79	0.85	9.3	1.84
5	Jan Kanty 5/2	84	43	1.95	0.74	5.32	44	1.91	0.79	6.9	1.84
6	Dębieńsko B-L	160	109	1.47	0.67	7.67	76	2.11	0.8	18	2.05
7	Zabrze 1	220	143	1.54	0.85	1.7	143	1.54	0.85	0	1.7
8	Zabrze 2	220	65	3.38	0.57	6.63	87	2.53	0.9	21.8	3.85
9	Chwałowice 1	275	89	3.09	0.62	3.2	119	2.31	0.84	20.8	1.34
10	ZG Wojkowice	330	127	2.6	0.55	5.94	174	1.9	0.81	42	3.27
11	Murcki 3	348	186	1.87	0.31	9.54	215	1.62	0.72	43.8	9.41
12	Murcki 4	375	178	2.11	0.8	2.71	205	1.83	0.9	15	2.18
13	Gliwice 3	375	56	6.70	0.42	6.51	73	5.14	0.83	24.6	3.43
14	Gliwice 4	375	60	6.25	0.32	3.66	92	4.08	0.86	31.8	1.11
15	Borynia	420	105	4.00	0.43	7.16	136	3.09	0.87	42.8	3.43
16	Czeczott 1	500	227	2.2	0.33	9.96	310	1.61	0.95	75.8	2.03
17	Czeczott 2	500	182	2.75	0.32	9.9	216	2.31	0.95	91.7	4.75
18	Miechowice	830	362	2.29	0.78	5.06	453	1.83	0.95	63.8	1.1



Rys. 1. Zależność pomiędzy parametrem $\lg \beta$ wyznaczonym z obrzeżem i bez obrzeża

3. Analiza prawdopodobnej jakości prognozy

Mając na uwadze poczynione wyżej spostrzeżenia, dokonano obliczeń wartości osiadań dla linii z terenu KWK „Miechowice”. Wartości parametrów uzyskane na podstawie wyników pomiarów wyniosły:

$a = 0.78$, $\lg \beta = 2.29$, $d = 0$, przy wartości błędu procentowego $m = 5.06\%$,

$a = 0.95$, $\lg \beta = 1.83$, $d = 64\text{m}$, przy wartości błędu procentowego $m = 1.10\%$.

Wyniki obliczeń zilustrowano graficznie na rys. 2.

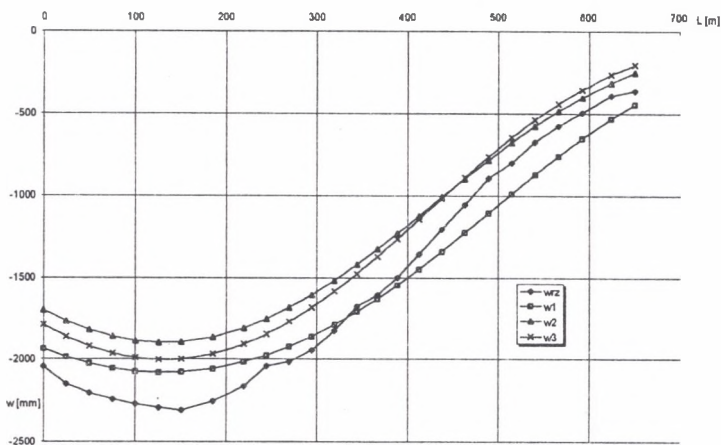
Rozważając, jakie wartości parametrów przyjęto by jako prawdopodobne (typowe) do prognozy, założono:

- najczęściej przyjmowana do prognoz dla eksploatacji zawałowej jest wartość parametru $a = 0.8$,
- że można uznać, iż przy dobrej znajomości parametru $\lg \beta$ przyjęto by $\lg \beta = 1.8$, a przy mniejszej $\lg \beta = 2.0$ jako typowy,
- przy dobrym rozeznaniu co do wartości obrzeża eksploatacyjnego można przyjąć $d = 65 \text{ m}$.

Ostatecznie obliczenia wykonano przy przyjęciu następujących wartości parametrów:

1. $a = 0.8$, $\text{tg } \beta = 1.8$, $d = 0$, przy wartości błędu procentowego $m = 6.51\%$,
2. $a = 0.8$, $\text{tg } \beta = 1.8$, $d = 65$ m, przy wartości błędu procentowego $m = 12.31\%$,
3. $a = 0.8$, $\text{tg } \beta = 2.0$, $d = 65$ m, przy wartości błędu procentowego $m = 9.77\%$.

Wyniki obliczeń zilustrowano na rys. 3, stosując numerację wariantów obliczeń jak wyżej.



Rys. 2. Wykresy osiadań uzyskanych z pomiarów i obliczonych z terenu KWK „Miechowice”

Przedstawione wyniki obliczeń nasuwają następujące spostrzeżenia:

- Spośród zaprezentowanych trzech wariantów obliczeń najlepszą zgodność z wynikami pomiarów uzyskano nie stosując obrzeża eksploatacyjnego, pomimo to że wartość parametru $\text{tg } \beta$ przyjęto taką jaka odpowiada wyznaczonej na podstawie wyników pomiarów przy uwzględnieniu obrzeża.
- Stosunkowo duże wartości błędów procentowych uzyskane dla wariantów obliczeń, w których uwzględniono obrzeże, wynikają oczywiście z zaniżonej wartości parametru a przyjętej do obliczeń w stosunku do wartości uzyskanej z pomiarów. W powszechnym przekonaniu wartość $a = 0.8$ jest jednak jak najbardziej „typowa”, natomiast $a = 0.95$ nie zostałaby prawdopodobnie przyjęta do prognoz. Jak widać z tabeli 1, dla małych pól eksploatacji w stosunku do promienia zasięgu wpływów głównych, uzyskane na podstawie wyników pomiarów wartości tego parametru były duże przy uwzględnianiu obrzeża (ok. 0.9) i małe bez uwzględniania obrzeża (ok. 0.3 – 0.6).

4. Podsumowanie i wnioski

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki obliczeń oraz ich analizy upoważniają do sformułowania następujących wniosków i uwag:

1. W przypadkach tzw. reproгноzy lepsze dopasowanie do wyników pomiarów uzyskano przy zastosowaniu obrzeża eksploatacyjnego niż bez jego uwzględniania. Wartości współczynnika kierowania stropem a dla obu rozpatrywanych przypadków (przy uwzględnianiu i bez uwzględniania obrzeża) różniły się znacznie między sobą dla pól eksploatacyjnych o małych wymiarach w stosunku do promienia zasięgu wpływów. Stosowanie obrzeża powodowało znaczny wzrost (w stosunku do ogólnie przyjmowanych) wartości współczynnika kierowania stropem.
2. Przeprowadzone analizy statystyczne pozwalają uznać, że parametr $\operatorname{tg} \beta$ wyznaczony na podstawie pomiarów z uwzględnieniem obrzeża jest równy ok. 0.78 wartości tego parametru wyznaczonej bez uwzględniania obrzeża.
3. Jak widać z przeprowadzonych analiz, w przypadkach prowadzenia eksploatacji na dużych głębokościach samo uwzględnianie w prognozach obrzeża eksploatacyjnego nie daje gwarancji uzyskania wysokiej jakości obliczeń. Pomijając fakt pewnej sztuczności takiego zabiegu, trudno na podstawie przedstawionych przykładów doszukać się zależności obrzeża od wielkości charakteryzujących warunki geologiczno-górnice prowadzonej eksploatacji. Zatem trafne przyjęcie do prognoz wartości tego parametru jest w praktyce trudne. Ponadto przy dokonywaniu prognoz dla większych horyzontów czasowych zachodzi często konieczność uwzględniania znaku obrzeża, co dodatkowo komplikuje obliczenia.

LITERATURA

1. Chudek M., Stefański L.: Teoretyczne ujęcie wpływu podziemnej eksploatacji złóż na deformacje powierzchni przy uwzględnieniu warstwowej budowy górotworu. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, z. 145. Gliwice 1987.
2. Chudek M.: Mechanika górotworu. Skrypt Pol. Śl., Gliwice 1981.

3. Dżegniuk B.: Niektóre efekty nieliniowe w procesie osiadania nad eksploatacją górnictw. Zeszyty Naukowe AGH. Geodezja z. 34. Kraków 1975.
4. Greń K.: Próba ujęcia asymetrii wpływów eksploatacji górnictw przy poziomym zaleganiu pokładu. PAN Oddz. w Krakowie. Prace Komisji Górniczo - Geodezyjnej PAN. Geodezja z. 29. Kraków 1981.
5. Knothe S.: Prognozowanie wpływów eksploatacji górnictw. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1984.
6. Kochmański T.: Całkowita teoria ruchów górnictw nad eksploatacją złoża pokładowego na podstawie pomiarów geodezyjnych. Geodezja i Kartografia. T. 4, z. 2. Warszawa 1955.
7. Praca zbiorowa: Ochrona powierzchni przed szkodami górnictwymi. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1980.
8. Zych J.: Metoda prognozowania wpływów eksploatacji górnictw na powierzchnie terenu uwzględniająca asymetryczny przebieg procesu deformacji. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, z. 164. Gliwice 1987.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wiesław Piwowarski

Abstract

The problem of acceptance properly determined values of W . Budryk-S. Knothe theory is one of the most important in preparing prognoses of land surface deformations caused by underground mining. There are several methods of determining them. The most accurate one there is determination on the basis of geodesic measurements. Considered theory characterises certain systematic incompatibility with the result of geodesic measurements: the half of maximum subsidence ($0.5w_{\max}$) calculated by it occurs exactly above the extraction edge. In practice subsidence trough is shifted toward extracted area – so the $0.5w_{\max}$ occurs above extracted area. Taking this into account, the employing another parameter called “extraction periphery” has been proposed. It is used in practice, but it meets several problems in more complicated extraction designs.

In the paper, the values of W . Budryk – S. Knothe’s parameters determined on the base of surveys results led over exploitation performed on depth from 64 m to 830 m have been shown. These parameters were identified two times: with extraction periphery and without it. On this base, there were made analyses of calculations results quality in relation to survey results, and the dependence between $\tan \beta$ parameter values identified with exploitation periphery and without it has been considered. Some general conclusions in relation to acceptance of parameter values for prognosis purposes have been drawn.