

Antoni KOT

Krzysztof OPAŁKA

SPOSÓB UWZGLĘDNIANIA AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW
W METODACH PROGNOZOWANIA WPŁYWÓW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono sposób uwzględniania aktywacji starych zrobów w metodach prognozowania wpływów eksploatacji górniczej, opracowany na podstawie badań modelowych z zastosowaniem materiałów ekwiwalentnych i wyników pomiarów geodezyjnych.

Podano podstawowe pojęcia i trzy typy aktywacji eksploatacji dokonanych. Określono przestrzeń występowania aktywacji oraz sposób obliczania współczynników aktywacji eksploatacji dokonanych.

Przy prognozowaniu wpływów eksploatacji górniczej na deformacje powierzchni, gdy znane są projektowane krawędzie eksploatacji i kolejność wybierania pokładów, aktywacje starych zrobów należy uwzględniać poprzez dodanie do deformacji powodowanych projektowaną eksploatacją (D_p) deformacji powodowanych nieckami aktywacyjnymi wcześniej dokonanych eksploatacji ($\sum D_a$).

$$D = D_p + \sum D_a$$

Współczynnik aktywacji starych zrobów należy określać wzorem:

$$a_{a_n} = \eta (1-a) e^{0,0003H + 0,04g - 0,005z - 0,3}$$

gdzie:

H - głębokość aktualnej eksploatacji, m,

g - grubość aktualnie eksploatowanego pokładu, m,

z - odległość pionowa pokładu aktywującego od aktywowanego, m,

a - współczynnik eksploatacyjny pokładu aktywowanego, określony w oparciu o zasady podane w rozdziale 5,

η - współczynnik zależny od typu i krotności procesu aktywacji równy:

0,6 - dla aktywacji przez podebranie po raz pierwszy,

0,2 - dla aktywacji przez podebranie po raz drugi,

0,1 - dla aktywacji przez podebranie po raz trzeci,

0,2 - dla aktywacji przez nadebranie oraz aktywacji bocznej w tym samym pokładzie.

Współczynniki aktywacji starych zrobów można także określać przy użyciu nomogramu przedstawionego w artykule.

1. WSTĘP

W polskim górnictwie węglowym nastąpił wzrost koncentracji wydobycia i wzrosła średnia głębokość eksploatacji, prowadzonej najczęściej w górotworze naruszonym wcześniejszymi eksploatacjami.

Równocześnie wyniki obserwacji geodezyjnych wykazują w wielu przypadkach występowanie różnic między prognozowanymi a pomierzonymi deformacjami powierzchni.

Istotną przyczyną tych różnic jest zjawisko aktywacji starych zrobów, a więc wznowienie wpływów eksploatacji po okresie ich uspokojenia.

Proces aktywacji eksploatacji dokonanych występuje praktycznie wszędzie tam, gdzie prowadzona jest eksploatacja w górotworze wcześniej naruszonym robotami górniczymi, rozumiany jest jako proces deformacji górotworu i powierzchni, powodowany zmianami objętościowymi w przestrzeniach wcześniej wybranych i w ich otoczeniu. Podstawową przyczyną aktywacji starych zrobów jest zmiana stanu naprężeń i odkształceń wokół prowadzonej eksploatacji górniczej. Przejawia się ona przemieszczającą się falą ciśnień eksploatacyjnych i polem przemieszczeń dynamicznych. Jeśli w strefie tych zmian znajdują się stare zroby, wówczas spowodują one aktywację tych zrobów, czego efektem będzie dodatkowa niecka aktywacji. Równocześnie wskutek aktywacji starych zrobów występuje wzrost wskaźników deformacji górotworu i powierzchni, wzrost prędkości przebiegu procesów ruchu górotworu oraz zmian zasięgu wpływów głównych.

Aktywacja starych zrobów ma duże znaczenie praktyczne, szczególnie w przypadku eksploatacji prowadzonej w filarach ochronnych.

Uwzględnianie jej umożliwia dokładniejsze opracowanie prognoz wpływów eksploatacji górniczej, tym samym pozwala na dalsze doskonalenie technologii wybierania pod obiektami inżynierskimi i przeprowadzenie analiz nad możliwościami przystąpienia do eksploatacji w rejonach, w których, ze względu na ochronę powierzchni, do takiej eksploatacji nie przystępowano.

Dotychczas w prognozowaniu wpływów eksploatacji górniczej na deformacje górotworu i powierzchni nie uwzględniano w pełnym zakresie aktywacji starych zrobów. W nielicznych przypadkach efekt końcowy prognozowania wpływów, zbliżony do efektu uwzględniania aktywacji, uzyskano poprzez zwiększanie współczynnika eksploatacyjnego "a" i zmianę parametrów teorii ruchów górotworu w miarę prowadzenia kolejnych eksploatacji w tym samym rejonie.

Według przedstawionego sposobu wpływu aktywacji eksploatacji dokonanych można uwzględniać stosując dowolną teorię statystyczno-całkową ruchów górotworu, zakładając, że we wcześniej dokonanych eksploatacjach występuje jakby dodatkowa eksploatacja o ustalonych empirycznie wartościach współczynników eksploatacyjnych równych współczynnikom aktywacji.

Należy przy tym przestrzegać zasady uwzględniania w parametrach teorii ruchów górotworu zmian własności górotworu wskutek prowadzenia kolejnych eksploatacji górniczych.

W niniejszym artykule dla określania prognoz wpływów eksploatacji górniczych z uwzględnieniem aktywacji starych zrobów, stosuje się teorię ruchów górotworu S. Knothe'go, mając na uwadze powszechność jej stosowania.

Sposób dotyczy eksploatacji dokonanych zawałowych pokładów poziomych i słabo nachylonych.

2. DEFINICJE PODSTAWOWYCH POJĘĆ I TYPY AKTYWACJI EKSPLOATACJI DOKONANYCH

Przez aktywację starych zrobów albo aktywację eksploatacji dokonanych rozumie się zmiany w procesie deformacji górotworu i powierzchni, powodowane zmianami objętościowymi w przestrzeniach wcześniej wybranych na skutek zmian stanu naprężeń i odkształceń, przejawiające się w postaci niecek aktywacji wcześniej wybranych partii pokładów.

Pokładem aktywującym nazywa się pokład, w którym prowadzona jest eksploatacja górnicza i względem którego określa się dodatkowe skutki eksploatacji górniczej powodowane obecnością w jego obszarze wpływów wcześniej dokonanych eksploatacji.

Pokładem aktywowanym nazywa się partię pokładu wcześniej wybraną, która znalazła się w obszarze wpływów aktualnie prowadzonej eksploatacji.

Stopień naruszenia górotworu oznacza stan wywołany eksploatacją kolejnych pokładów w tym samym rejonie. Miarą tego stopnia jest liczba pokładów wcześniej wybranych w danym rejonie górotworu (n).

Współczynnik aktywacji eksploatacji dokonanej, to przyrost współczynnika osiadania w pokładzie aktywowanym określony związkiem:

$$a_a = \frac{W_a}{g_a}$$

(11)

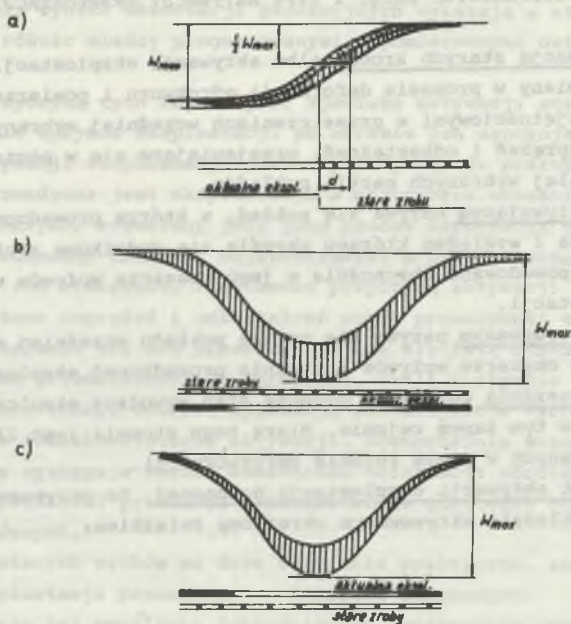
gdzie:

W_a - przyrost obniżeń powodowanych aktywacją starych zrobów,
 g_a - wyeksploatowana grubość pokładu aktywowanego.

Wyróżnia się następujące typy aktywacji starych zrobów:

- a) aktywacja boczna - aktywacja w tym samym pokładzie ujawniająca się przy eksploatacji w pobliżu starych zrobów i której skutkiem pas warstw wspornikowych powstały przy caliźnie od strony starych zrobów zadziała, jak wybrana przestrzeń, a przylegające stare zroby ulegają uszczelnieniu,
- b) aktywacja przez podebranie - aktywacja mająca miejsce w pokładzie aktywowanym w przypadku zakłócenia stanu równowagi przez pokład aktywujący, wywołująca zmiany w rozluźnianiu warstw nadległych i wielkości wypiętrzenia spągu oraz zmniejszenia się pustki w wybranej przestrzeni,
- c) aktywacja przez nadebranie - aktywacja starych zrobów przez eksploatację wyżej leżące - mająca miejsce w przypadku bliskich ich odległości i wynikająca z nakładania się stref wypiętrzenia spągu i rozluźnianiu nadległego górotworu.

Schematy poszczególnych typów aktywacji starych zrobów przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schematy wyróżnionych typów aktywacji eksploatacji dokonanej

- a) aktywacja w tym samym pokładzie, b) aktywacja starych zrobów przez podbranie, c) aktywacja starych zrobów przez eksploatację wyżej leżącą

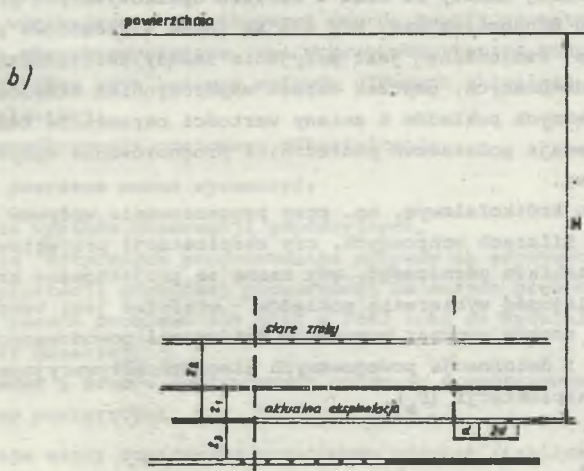
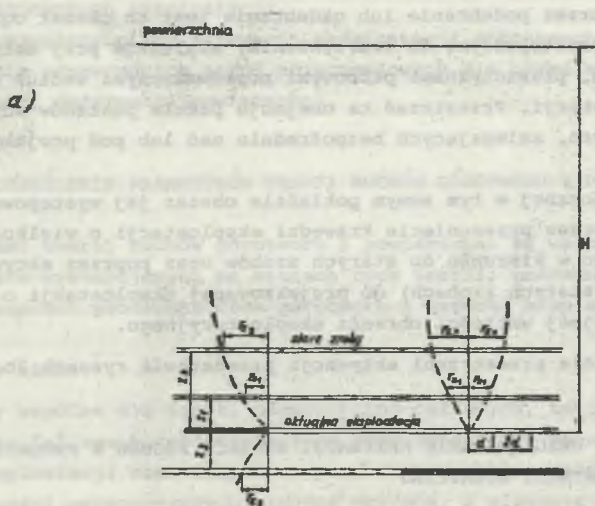
Fig. 1. Diagrams of the selected types of activation of the mining done

- a) activation in the same bed, b) activation of old works through bottom extraction, c) activation of old works through mining located higher

3. OKREŚLENIE PRZESTRZENI WYSTĘPOWANIA AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW

Przestrzeń, w której występuje aktywacja starych zrobów, określa obszar występowania zmian stanu naprężeń wywołany ciśnieniami eksploatacyjnymi. W przybliżeniu można ją określać obszarem o zasięgu proporcjonalnym do wpływów głównych. Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że granica występowania istotnych wartości wpływu aktywacji jest $0,6 r_z$ (sześć dziesiętnych promienia zasięgu wpływów w górotworze).

Takie określenie przestrzeni aktywacji eksploatacji dokonanych proponuje się stosować w opracowaniach naukowych przy analizach wpływów eksploatacji pod bardzo czułymi obiektami i przy eksploatacjach pojedynczych pokładów, np. przy rozpatrywaniu możliwości eksploatacji w filarze ochronnym szybu. Ten sposób określania przestrzeni aktywacji eksploatacji dokonanych przedstawia rysunek 2a.



Rys. 2. Sposób określania przestrzeni występowania procesu aktywacji eksploatacji dokonanych

Fig. 2. A way of determining the expanse of the occurrence of the activation process of the mining done

Dla celów ruchowych (przemysłowych) przestrzeń tę określa się w uproszczony sposób, a mianowicie:

- dla aktywacji przez podebranie lub nadebranie jest to obszar ograniczony płaszczyznami prostopadłymi do uwarstwienia, względnie przy małych nachyleniach pokładu, płaszczyznami pionowymi poprowadzonymi wzdłuż granic aktualnej eksploatacji. Przestrzeń ta obejmuje partie pokładów wcześniej wyeksploatowanych, zalegających bezpośrednio nad lub pod projektowaną eksploatacją,
- dla aktywacji bocznej w tym samym pokładzie obszar jej występowania określać należy poprzez przesunięcie krawędzi eksploatacji o wielkość obrzeża eksploatacyjnego w kierunku do starych zrobów oraz poprzez aktywację pola przyległego (w starych zrobach) do projektowanej eksploatacji o szerokości równej podwójnej wartości obrzeża eksploatacyjnego.

Sposób określania przestrzeni aktywacji przedstawia rysunek 2b.

4. ZAŁOŻENIA PRZY UWZGLĘDNIANIU AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW W PROGNOZOWANIU WPŁYWÓW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Sposób uwzględniania aktywacji starych zrobów w prognozowaniu wpływów eksploatacji górniczej zależy od celu i zakresu opracowywanych prognoz.

W prognozowaniu długookresowym, gdy nie są znane szczegółowe projekty eksploatacji złoża, racjonalne jest przyjęcie zasady uwzględniania aktywacji eksploatacji dokonanych, poprzez wzrost współczynnika eksploatacyjnego kolejno eksploatowanych pokładów i zmiany wartości parametrów teorii ruchów górotworu, co zalecają podstawowe podręczniki prognozowania wpływów eksploatacji górniczej.

W prognozowaniu krótkofalowym, np. przy prognozowaniu wpływów eksploatacji prowadzonej w filarach ochronnych, czy eksploatacji projektowanej w ramach planu ruchu zakładu górniczego, gdy znane są projektowane krawędzie eksploatacji i kolejność wybierania pokładów - właściwe jest uwzględnianie aktywacji starych zrobów poprzez sumowanie deformacji powodowanych aktualną eksploatacją (D_p) i deformacji powodowanych niekiedy aktywnymi wcześniej wykonanymi eksploatacjami (D_a).

$$D = D_p + \sum D_a$$

Uwzględnienie aktywacji eksploatacji dokonanych w prognozowaniu wpływów eksploatacji górniczej wymaga:

- określenia przestrzeni, w której może wystąpić aktywacja starych zrobów oraz wyszczególnieniu typów aktywacji, pokładów i kolejności poszczególnych procesów aktywujących,

- określenia przebiegu zmian własności górotworu wraz ze stopniem naruszenia dla umożliwienia doboru parametrów teorii ruchów górotworu dla kolejnych projektowanych eksploatacji,
- ustalenia współczynników aktywacji eksploatacji dokonanych,
- zastosowania odpowiednich metod obliczeniowych dla określenia prognozowanych wartości deformacji powierzchni.

5. DOBÓR I OKREŚLENIE PARAMETRÓW TEORII RUCHÓW GÓROTWORU I POWIERZCHNI

Parametrami teorii ruchów górotworu i powierzchni są wartości liczbowe współczynników występujących we wzorach tych teorii, pośrednio charakteryzujących własności geomechaniczne górotworu i warunki eksploatacji górniczej.

Należą do nich:

- a) parametry wspólne dla teorii geometryczno-całkowych, takie jak:
 - parametr "a" zwany współczynnikiem eksploatacyjnym aktualnie prowadzonej eksploatacji oraz dodatkowe parametry umożliwiające zwiększenie dokładności opracowywanych prognoz wpływów, a mianowicie:
 - wielkość obrzeża "d",
 - współczynnik dewiacji " μ ",
- b) parametry wynikające z podstawowych wzorów teorii geometryczno-całkowych i dla nich charakterystyczne, np. w przypadku teorii Budryk-Knothe:
 - $\tan \beta$ - tangens kąta zasięgu wpływów głównych aktualnie prowadzonej eksploatacji,
 - B' - współczynnik poziomego odkształcenia.

Parametry powyższe można wyznaczyć:

- na podstawie wyników obserwacji geodezyjnych,
- na podstawie "Wytocznych prognozowania wpływów na górotwór i powierzchnie terenu eksploatacji górniczej prowadzonej na dużych głębokościach" opracowanych w ramach problemu 119 MGIE w 1982 roku na Wydziale Górniczym Politechniki Śląskiej,
- według zaleceń i wzorów empirycznych podanych w podstawowych podręcznikach ochrony powierzchni.

Tego rodzaju wzory empiryczne opracowano również (tablica 1) w Instytucie Techniki Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej na podstawie wyników badań modelowych i obserwacji geodezyjnych określonych metodami statystyki matematycznej (analizy prowadzone z uwzględnieniem starych zrobów).

Współczynnik eksploatacyjny aktualnej eksploatacji "a"

Zaleca się wyznaczać z wyników pomiarów obniżeń punktów obserwacyjnych lub poprzez analogie z sąsiednich rejonów o zbliżonych warunkach geologiczno-górnictwowych i tego samego stopnia naruszenia górotworu:

Tablica 1

Dobór parametrów teorii Budryk-Knothe

Wzory empiryczne parametrów teorii Budryk-Knothe				
Parametry	Wzory			
a	$0,8 \cdot e^{-0,0001 f_H - 0,02 f + 0,1 \sqrt{(n+1)}} + \frac{0,1 f}{\sqrt{f_z^2 + f^2}}$			
tg β	$2,0 \cdot e^{+0,0005 f_H - 0,1 f - 0,005 f_r + 0,15 \cdot \sqrt{(n+1)}}$			
d	$\frac{f_r + 5 f}{2 \sqrt{(n+1)}}$			
$B' = \frac{B}{r}$	$0,32 \cdot e^{-0,001 f_H + 0,05 f + 0,15 \sqrt{(n+1)}}$			
r_z	$\frac{H}{\text{tg} \beta} \cdot \left(\frac{z}{H} \right)^{\sqrt{\frac{n+1}{2f}}}$			
Przyjęte oznaczenia i zalecane wartości wskaźników				
Oznaczenie	Wzór, określenie	Wartości wskaźników		
f_H	$f_H = \frac{H}{g}$ - wskaźnik głębokości	Charakteryzuje głębokość eksploatacji i grubość wybranego pokładu		
f_z	$f_z = \frac{z}{g}$ - wskaźnik odległości od stropu pokładu	Charakteryzuje odległość analizowanego poziomu od stropu pokładu i jego grubość		
f	$f = \frac{R_c}{1000 \frac{N}{\text{cm}^2}}$ - wskaźnik zwieźłości nadległego górotworu, gdzie: R_c - średnia ważona wytrzymałość na ściskanie warstw nadległego górotworu	Dla skał Zagłębia Gómośląskiego rodzaj skały		
f_r	$f_r = \frac{R_r}{10 \frac{N}{\text{cm}^2}}$ - wskaźnik wytrzymał. warstw stropowych gdzie: R_r - wytrzymałość na rozrywanie warstw stropowych	f	f_r	
		łupki plastyczne	0,8	5
		łupki ilaste, łiwce	2	10
		łupki ilasto-piaszczyste	2,5	15
		łupki, zwirowce	3	20
		mułowce	4	25
		piaskowce gruboziarniste	5	35
		piaskowce średnioziarniste	5,5	45
		piaskowce drobnoziarniste i mialkowo-ziarniste	7	55
n	- stopień naruszenia górotworu	Ilość wcześniej wybranych pokładów	n	
		0 (górotwór nienaruszony)	0	0
		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
	

- dla niecek pełnych wg wzoru:

$$a = \frac{w_{\max}}{g}$$

- dla niecek niepełnych należy uwzględniać funkcje wpływu.

W przypadku braku wyników obserwacji geodezyjnych należy wyznaczać parametr "a" wg "Wytycznych", zwracając szczególną uwagę na wartości wskaźników charakteryzujących górotwór, względnie ustalać ze wzoru z tablicy 1.

Parametr $\operatorname{tg}\beta$, d, μ

Zaleca się wyznaczać z warunku na minimum różnicy między niecką pomierzoną a niecką teoretyczną, opisaną równaniem konkretnej teorii geometryczno-całkowej. W przypadku braku wyników obserwacji geodezyjnych można wyznaczać powyższe parametry w oparciu o wspomniane już "Wytyczne", względnie ze wzorów z tablicy 1.

Wartości parametru $\operatorname{tg}\beta$ przyjmuje się takie same dla niecki powstałej pod wpływem aktualnej eksploatacji, jak i dla niecek aktywacji.

Parametr B - proponuje się przyjmować do czasu przeprowadzenia pełnych badań przebiegu jego zmienności, jak w dotychczasowej praktyce prognozowania wpływów równy:

$$B = 0,4 r$$

6. SPOSÓB OKREŚLANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW AKTYWACJI EKSPLOATACJI DOKONANYCH

Przy prognozowaniu wpływów pod chronionymi obiektami, w filarach ochronnych szybów, w prognozach opracowanych w ramach planu ruchu zakładu górniczego, gdy znane są projektowane krawędzie eksploatacji i kolejność wybierania pokładów, to:

- aktywacje starych zrobów należy uwzględniać poprzez sumowanie deformacji powodowanych nieckami aktywacyjnymi wcześniej dokonanych eksploatacji.

Współczynnik aktywacji starych zrobów określa się wzorem:

$$a_{a_n} = \eta (1-a) e^{0,0003H + 0,04g - 0,005z - 0,3} \quad (2)$$

gdzie:

H - głębokość aktualnej eksploatacji, m,

g - grubość aktualnie eksploatowanego pokładu, m,

z - odległość pionowa pokładu aktywującego od aktywowanego, m,

a - współczynnik eksploatacyjny pokładu aktywowanego, określony w oparciu o zasady podane w rozdziale 5,

- η - współczynnik zależny od typu i krotności procesu aktywacji równy:
- 0,6 - dla aktywacji przez podebranie po raz pierwszy,
 - 0,2 - dla aktywacji przez podebranie po raz drugi,
 - 0,1 - dla aktywacji przez podebranie po raz trzeci,
 - 0,2 - dla aktywacji przez nadebranie oraz aktywacji bocznej w tym samym pokładzie.

Celem graficznego przedstawienia wzoru (2) i praktycznego jego wykorzystania, sporządzono nomogram współczynnika aktywacji dla następujących przedziałów zmienności:

$$100 \leq h \leq 900 \text{ m}$$

$$0 \leq g \leq 5 \text{ m}$$

$$0 \leq z \leq 500 \text{ m.}$$

Korzystanie z nomogramu polega na:

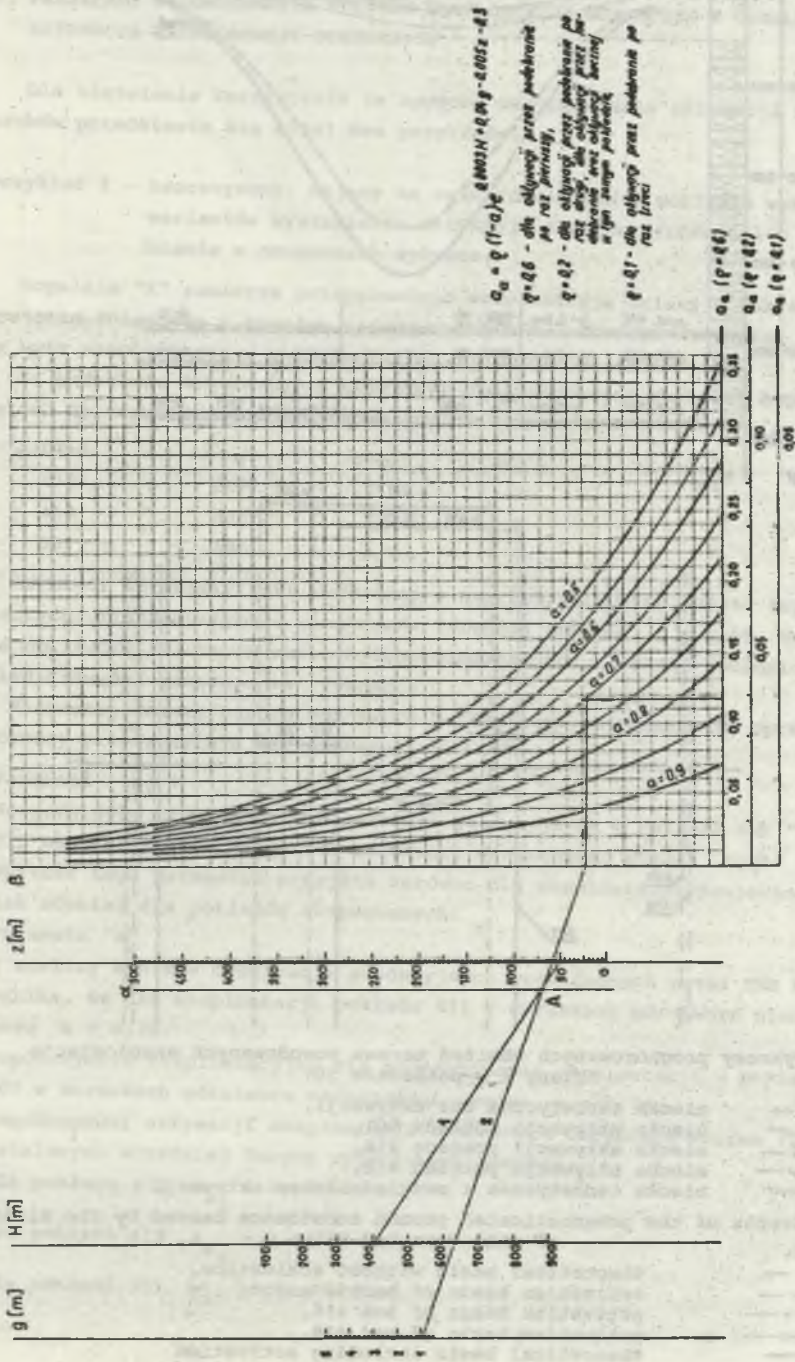
- połączeniu prostą punktów o zadanych wartościach na skalach H i z i zaznaczeniu punktu A na skali pomocniczej α ,
- poprowadzeniu prostej przez punkt A oraz punkt o zadanej wartości na skali g do przecięcia się ze skalą pomocniczą β ,
- przeniesieniu równolegle do skali a_a punktu ze skali β na krzywą odpowiadającą współczynnikowi osiadania, a następnie odrzutowaniu na odpowiednią skalę a_a i odczytaniu wartości współczynnika aktywacji.

Na rysunku 3 podano nomogram i sposób posługiwania się nim dla następujących warunków geologiczno-górnicznych eksploatacji:

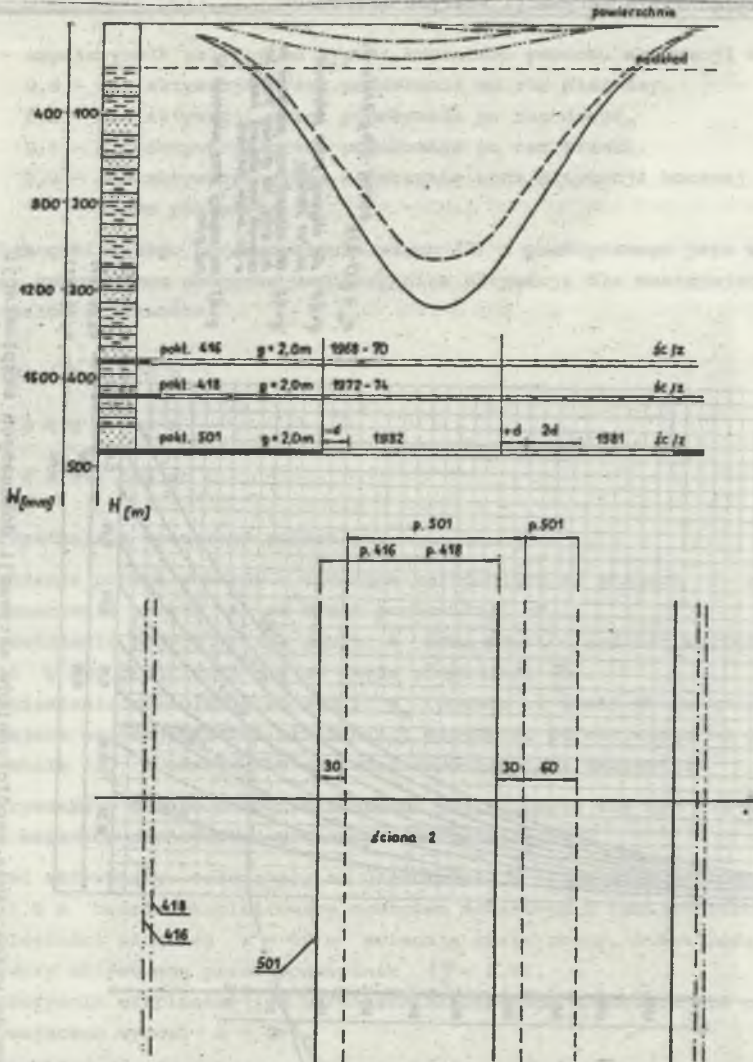
- pokład aktywujący, zalegający na głębokości $H = 400 \text{ m}$ o grubości $g = 1,0 \text{ m}$ będzie eksploatowany systemem ścianowym z zawałem stropu,
- w odległości pionowej $z = 50 \text{ m}$ zalegają stare zroby, które będą po raz pierwszy aktywowane przez podebranie ($\eta = 0,6$),
- współczynnik eksploatacji w warunkach naruszonego górotworu dla pokładu aktywującego wynosi $a = 0,7$.

Określony za pomocą nomogramu współczynnik aktywacji wynosi:

$$a_{a_1} = 0,12$$



Rys. 3. Nomogram do wyznaczania współczynników aktywacji dokonanych eksploatacji
 Fig. 3. A nomogram for determining the coefficients of activation of the mining done



Rys. 4. Wykresy prognozowanych obniżen terenu powodowanych eksploatacją ściany 2 w pokładzie 501

- — — — — niecka teoretyczna bez aktywacji,
- · - · - niecka aktywacji pokładu 501,
- · · - · - niecka aktywacji pokładu 416,
- · · · - · - niecka aktywacji pokładu 418,
- — — — — niecka teoretyczna z uwzględnieniem aktywacji

Fig. 4. Graphs of the prognosticated ground subsidence caused by the mining of wall 2 in bed 501

- — — — — theoretical basin without activation,
- · - · - activation basin of bed 501,
- · · - · - activation basin of bed 416,
- · · · - · - activation basin of bed 418,
- — — — — theoretical basin including activation

7. PRZYKŁADY PROGNOZOWANIA WPŁYWÓW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ Z UWZGLĘDNIENIEM AKTYWACJI EKSPLOATACJI DOKONANYCH

Dla ułatwienia korzystania ze sposobu uwzględniania aktywacji starych zrobów przedstawia się niżej dwa przykłady.

Przykład I - teoretyczny, mający na celu zobrazowanie możliwie wszystkich wariantów wystąpienia aktywacji starych zrobów i ich uwzględniania w prognozach wpływów.

Kopalnia "K" zamierza przeprowadzić eksploatację ściany 2 pokładu 501 systemem ścianowym z zawałem stropu w rejonie, w którym wcześniej prowadzona była eksploatacja w pokładach 416, 418 oraz 501 (ściana 1).

Na podstawie dokumentacji mierniczo-geologicznej i ruchowej kopalni ustalono następujące dane wyjściowe:

pokład	H(m)	g(m)	$\alpha(^{\circ})$
416	380	2,0	0
418	420	2,0	0
501	480	2,0	0

Górotwór karboński jest zbudowany z naprzemianległych warstw łupków ilastych, piaszczystych i piaskowców (średnia wartość $f = 2,5$). Wyklucza się możliwość istotnych zmian hydrogeologicznych. Przekrój geologiczny oraz układ krawędzi pokazano na rysunku 4.

Parametry teorii ruchów górotworu S. Knotheego konieczne dla opracowania prognozy przedstawiają się następująco:

- Parametr $\text{tg} \beta$

Na podstawie prowadzonych obserwacji geodezyjnych w rejonie KWK "K" $\text{tg} \beta$ dla eksploatacji w warunkach górotworu naruszonego wynosi $\text{tg} \beta = 2,0$. Wartość tego parametru przyjęto zarówno dla eksploatacji projektowanej, jak również dla pokładów aktywowanych.

- Parametr "a"

Z analizy wyników obserwacji geodezyjnych prowadzonych przez TMG kopalni wynika, że dla eksploatacji pokładu 416 w warunkach górotworu nienaruszonego $a = 0,70$.

Współczynnik eksploatacyjny dla projektowanej eksploatacji w pokładzie 501 w warunkach górotworu naruszonego wynosi $a = 0,74$.

Współczynniki aktywacji eksploatacji dokonanych określone wzorem (2) dla ustalonych wcześniej danych wyjściowych wynoszą:

dla pokładu 416 $a_{a_2} = 0,04$

dla pokładu 418 $a_{a_1} = 0,10$

dla pokładu 501 a_{a_1} boczna = 0,05.

- Przesunięcie krawędzi eksploatacji do wybranej przestrzeni "d". Mając na uwadze przekrój geologiczny oraz wcześniejsze analizy z sąsiedniego rejonu, dla eksploatacji pokładu 501 ściany 2 przyjęto:

$$d = 30 \text{ m}$$

Obliczenia przeprowadzono na analogu pojemnościowym.

W pierwszej kolejności wyznaczono nieckę obniżeniową projektowanej eksploatacji. Następnie wyznaczono:

- nieckę aktywacji bocznej (pokład 501),
- nieckę aktywacji przez podebranie (pokład 418),
- nieckę aktywacji przez podebranie (pokład 416).

Poszczególne niecki obniżeniowe zsumowano i otrzymano nieckę, jaka powstanie na skutek eksploatacji ściany 2 pokładu 501 z uwzględnieniem starych zrobów (rysunek 4). W podobny sposób przebiega obliczenie pozostałych rodzajów deformacji powierzchni.

Przykład II - rzeczywisty, mający na celu porównanie prognozowanych obniżeń z pomierzonymi.

W obszarze górniczym KWK "Z" zaprojektowano eksploatację partii pokładu 407/1 zalegającego na głębokości $H_{\text{gr}} = 350 \text{ m}$, grubości 1,36 m, systemem ścianowym na zawał. W rejonie tym wcześniej wybrano pokład 405/2 o grubości 3,5 m zalegający na głębokości 310 m.

W budowie geologicznej rejonu biorą udział utwory czwartorzędu, trzeciorzędu, triasu i karbonu.

W karbonie występują warstwy orzeskie, rudzkie i siodłowe. Średnia miąższość nadkładu wynosi 60 m, nachylenie pokładów 6° . Dla konkretnego stanu górotworu i eksploatacji, na podstawie analizy wyników obserwacji geodezyjnych z sąsiedniego rejonu i zaleceń podanych w pracy określono następujące parametry teorii S. Knothego:

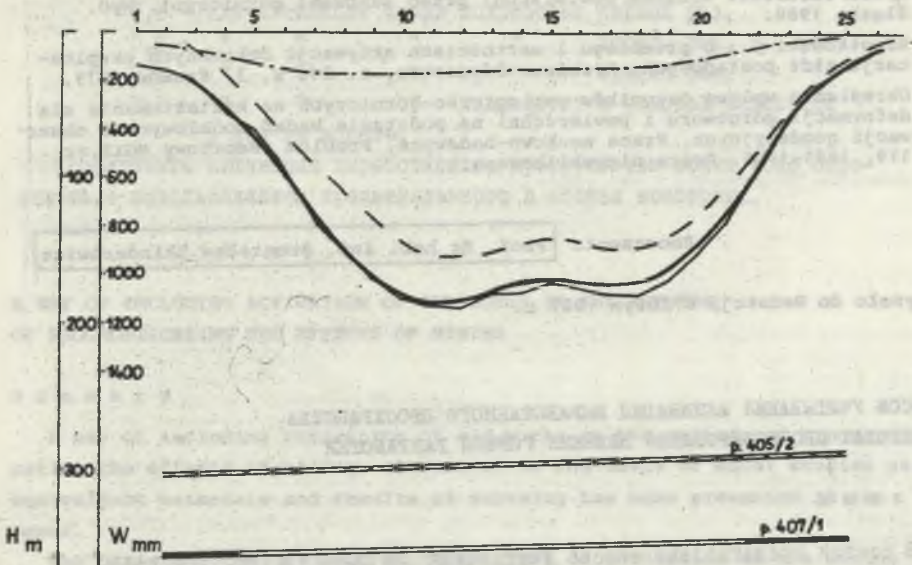
dla eksploatowanego pokładu 407/1	$a = 0,79$	$\text{tg } \beta = 1,95,$
dla aktywowanego pokładu 405/2	$a_a = 0,07$	$\text{tg } \beta = 1,95.$

Obliczenia niecek obniżeniowych przeprowadzono na analogu pojemnościowym w wersji opracowanej przez Politechnikę Śląską, dostosowanym do teorii S. Knothego.

W pierwszej kolejności wyznaczono nieckę obniżeniową projektowanej eksploatacji, a następnie nieckę aktywacji (pokład 405/2).

Na rysunku 5 przedstawiono uproszczony przekrój geologiczny i wykresy poszczególnych niecek.

Porównując nieckę teoretyczną z niecką określoną pomiarami geodezyjnymi stwierdza się ich dużą zgodność.



Rys. 5. Przykład aktywacji eksploatacji dokonanej przez podebranie KWK "Zabrze"

niecka rzeczywista,
niecka teoretyczna bez aktywacji,
niecka aktywacji pokładu 405/2,
niecka teoretyczna z uwzględnieniem aktywacji

Fig. 5. An example of the activation of mining executed through bottom extraction in the "Zabrze" colliery

actual basin,
theoretical basin without activation,
activation basin of bed 405/2,
theoretical basin including activation

LITERATURA

1. Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wyd. Śląsk. Katowice, 1972, s. 415.
2. Knothe S.: Aktywacja starych zrobów i możliwości jej wykorzystania dla zmniejszenia wpływów eksploatacji planowanej w filarach ochronnych. Archiwum Górnictwa, TK, z. 1, 1965, s. 17-27.
3. Kot A.: Badania czynników wpływających na kształtowanie się niecek osiadających wywołanych eksploatacją pokładów nachylonych i stromych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 71, Gliwice 1976, s. 131-140.
4. Kot A., Opałka K.: Wpływ aktywacji starych zrobów na deformację powierzchni w świetle obserwacji geodezyjnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 70, Gliwice 1976.
5. Opałka K.: Wpływ aktywacji eksploatacji dokonanych na kształtowanie się wskaźników deformacji powierzchni terenu. Praca doktorska nieopublikowana, 1983.

6. Praca zbiorowa: Ochrona powierzchni przed szkodami górnictwymi. Wyd. Śląsk, 1980.
7. Szpetkowski S.: O przebiegu i wartościach aktywacji dokonanych eksploatacji złóż pokładowych. Archiwum Górnictwa, t. 24, z. 3, Kraków 1979.
8. Określenie wpływu czynników geologiczno-górnictwowych na kształtowanie się deformacji górotworu i powierzchni na podstawie badań modelowych i obserwacji geodezyjnych. Praca naukowo-badawcza. Problem resortowy MGiE nr 119, 1981-1985. Praca niepublikowana.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Bronisław Skinderowicz

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1987 r.

СПОСОБ УЧИТЫВАНИЯ АКТИВАЦИИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА В МЕТОДАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГОРНОЙ РАЗРАБОТКИ

Резюме

В статье представлено способ учитывания активации выработанного пространства в методах прогнозирования влияния горной разработки, разработанный на основе модельных исследований с применением эквивалентных материалов и результатов геодезических измерений.

Представлено основные понятия и три типа активации совершенной разработки.

При прогнозировании влияния горной разработки на деформирование поверхности, когда известны проектируемые края разработки и порядок извлечения пластов, активации выработанного пространства нужно учитывать через добавление к деформации вызываемых проектируемой разработкой D_p деформации вызываемых мульдями активаций ранее проведенной разработкой $\sum D_a$:

$$D = D_p + \sum D_a$$

Коэффициент активаций выработанного пространства нужно определять по формуле

$$a_n = \eta (1-a) e^{0,003H + 0,04g - 0,005z} - 0,3$$

где: H - глубина настоящей разработки, м,

g - мощность настоящего разработанного пласта, м,

z - вертикальное расстояние активационного пласта от активированного, м,

a - коэффициент разработки активированного пласта определенный на основе представленной в 5 главе,

η - коэффициент зависимый от типа количества процесса активации равно:

0,6 - для активаций через подрезки первый раз,
 0,2 - " " " " второй раз,
 0,1 - " " " " третий раз,
 0,2 - " " " надработку и основной активации
 в том же пласте.

Коэффициенты активаций выработанного пространства можна тоже определить с использованием представленного в статье номограма.

A WAY OF INCLUDING ACTIVATION OF OLD WORKS IN THE METHODS OF PROGNOSTICATING THE EFFECTS OF MINING

Summary

A way of including activation of old works in the methods of prognosticating the effects of mining, elaborated on the basis of model studies using equivalent materials and results of surveying has been presented in the paper.

The basic notions, as well as three types of activation of the mining done have been given. The expanse of activation occurrence, as well as a way of calculating the coefficients of the mining activation done have been determined.

When prognosticating the effects of mining on surface deformation, with known planned mining edges and the sequence of beds extraction, the activation of old works should be taken into account by adding to the deformations caused by the mining planned (D_p), the deformations caused by the activation basins of the previously executed minings ($\sum D_a$).

$$D = D_p + \sum D_a$$

The coefficient of activation of old works should be defined by the formula:

$$a_n = \eta (1-a) \cdot e^{0,0003H + 0,04g - 0,005z - 0,3}$$

where:

- H - depth of the current mining, m,
- g - thickness of the currently mined bed, m,
- z - vertical distance of the activating bed from the activated one, m,
- a - mining coefficient of the activated bed determined on the basis of the principles given in chapter 5,
- η - coefficient dependent on the type and product of the activation process equal to:

- 0,6 - for activation through bottom extracting for the first time,
- 0,2 - for activation through bottom extracting for the second time,
- 0,1 - for activation through bottom extracting for the third time,
- 0,2 - for activation through top extracting and side activation in the same bed.

The coefficients of activation of old works can also be determined using a nomogram presented in the paper.

