

Antoni KOT  
Krzysztof OPAŁKA

## WPLYW AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW NA DEFORMACJE POWIERZCHNI W ŚWIETLE OBSERWACJI GEODEZYJNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono dotychczasowe wyniki własnych badań nad aktywacją starych zrobów. Omówiono ich przyczyny i skutki. Podano szereg przykładów aktywacji starych zrobów stwierdzonych obserwacjami geodezyjnymi. Określono wpływ aktywacji starych zrobów na wskaźniki deformacji powierzchni.

### 1. WPROWADZENIE

Wpływy podziemnej eksploatacji górniczej na deformację górotworu, mimo wieloletnich badań, nie są jeszcze w pełni naukowo rozpracowane i kryją w sobie szereg problemów. Takim trudnym do rozwiązania problemem jest uwzględnienie, przy prognozowaniu wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię, aktywacji starych zrobów.

Z zagadnieniem tym spotykamy się coraz częściej a będzie ono powszechne, gdyż wraz z rozwojem eksploatacji węgla kamiennego schodzimy na coraz większe głębokości i prowadzimy eksploatację w górotworze z reguły naruszonymi wpływami wcześniejszej eksploatacji. Aktywacja starych zrobów powoduje ilościowe i jakościowe zmiany przebiegu zjawiska ruchów górotworu wywołanego eksploatacją górniczą. Zwiększa się na ogół wartość współczynnika eksploatacji, a więc i wskaźników deformacji, zasięg wpływów zmniejsza się a czas trwania procesów ruchów ulega skróceniu.

Na nieco inny przebieg zjawiska ruchów górotworu w górotworze naruszonym wcześniejszą eksploatacją zwracano uwagę w szeregu krajach, jednak jak dotąd nie ma jego pełnej analizy. W artykule niniejszym sygnalizujemy rozpoczęcie prac nad tym zagadnieniem i przedstawiamy niektóre ich wyniki.

### 2. ZAGADNIENIE AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW

Pod pojęciem aktywacji starych zrobów rozumie się ponowne ujawnianie się wpływów eksploatacji górniczej po okresie ich uspokojenia. Ta definicja przyjęta w zasadzie za [2] odpowiada pojęciom stosowanym w ZSRR [1]. W Polsce częściej używa się pojęcia reaktywacji starych zrobów.

Pokład aktywizujący to pokład, w którym prowadzi się rozpatrywaną eksploatację.

Przez pokład aktywowany rozumiemy stare zroby w zasięgu wpływów pokładu aktywizującego.

Skutki aktywacji mogą być różne. W przypadku aktywacji płytko zalegających wybranych pokładów mogą powstać deformacje nieciągłe w postaci, np. zapadisk lub szczelin. Znaczne deformacje mogą wywołać (przykład ul. Bełojanica w Chorzowie) aktywowane pokłady, w których stosowano systemy filarowe. Najczęściej aktywacja starych zrobów przejawia się zwiększeniem wskaźników deformacji wywołanych pokładem aktywizującym w stosunku do deformacji jakie by wystąpiły, gdyby nie było starych zrobów.

Z warunków, które umożliwiają wystąpienie aktywacji starych zrobów należałoby wymienić:

- rozluźnienie skał nad wybraną przestrzenią,
- wypiętrzenie skał spągowych,
- występowanie pustek w przestrzeni wybranej, wynikających z tworzenia się sklepień wspornikowych nad pozostawionymi resztkami pokładów (filary oporowe, nogi i płoty), względnie z innych przyczyn wynikających z systemu wybierania i warunków górniczo-geologicznych,
- utworzenie się strefy ugięcia przy granicy calizny ze starymi zrobami.

Bezpośrednią przyczyną aktywacji starych zrobów jest naruszenie stanu równowagi powstałego po uspokojeniu się ruchów górotworu. Może ono być wywołane również przyczynami pozaeksploatacyjnymi (wymycie lub rozgniecenie filarów oporowych, pożary w starych zrobach, wstrząsy tektoniczne i tąpnięcia), względnie eksploatacją w sąsiadującym ze starymi zrobami rejonie.

W zależności od położenia pokładu aktywizującego i aktywowanego można wyróżnić szereg typowych układów, w których następuje aktywizacja starych zrobów i których przebieg aktywacji różni się znacznie:

1. Aktywacja w tym samym pokładzie ujawnia się przy eksploatacji do starych zrobów, w pobliżu ich granicy. Skutkiem takiej eksploatacji przylogające stare zroby ulegają uszczelnieniu, a powstały przy caliznie od strony starych zrobów pas warstw wspornikowych zadziała jak wybrana przestrzeń. Wpływy eksploatacji w tym samym pokładzie prowadzonej przy starych zrobach przesuwają się w stronę starych zrobów, co bardzo często ma dodatni wpływ na utrzymanie chronionych obiektów na powierzchni.

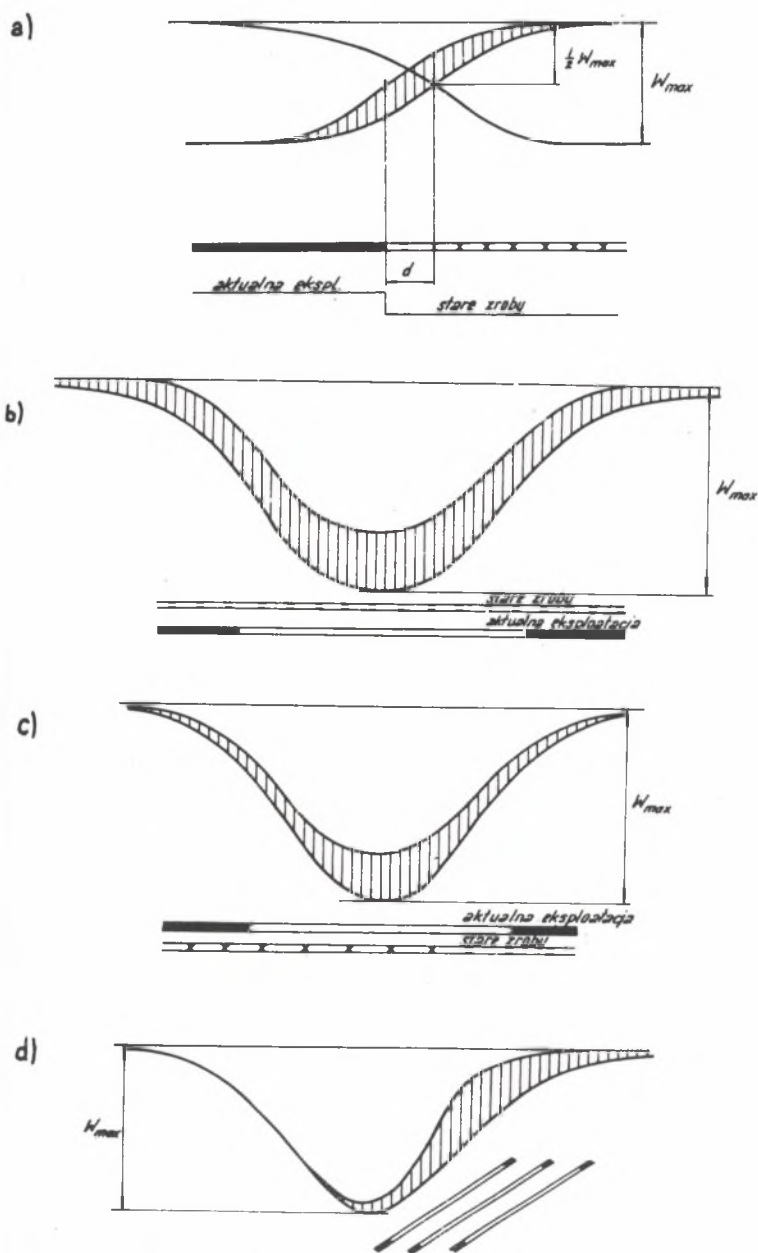
Szerzej omawia to zagadnienie praca [2].

2. Aktywacja starych zrobów przez podebranie ma miejsce w przypadku zakłócenia stanu równowagi w pokładzie aktywowanym przez pokład aktywizujący, wybierany w tym samym rejonie.

Aktywacja w tym przypadku będzie zależeć od:

- systemu wybierania stosowanego w pokładzie aktywowanym i aktywizującym,
- odległości między pokładami i głębokości ich zalegania,
- wielkości wybranej przestrzeni w pokładzie aktywowanym i aktywizującym,
- rodzaju górotworu.

Oprócz faktu, że proces ruchów górotworu wywołanego eksploatacją w



- a - aktywacja w tym samym pokładzie
- b - aktywacja starych zrobów przez podebranie
- c - aktywacja starych zrobów przez eksploatację wyżej leżącą
- d - aktywacja pokładów w eksploatowanej więźce pokładów nachylonych

Rys. 1. Schematy różnych przypadków aktywacji starych zrobów

pokładzie aktywizującym odbywa się w górotworze o innych już własnościach, ruchy górotworu wynikają głównie z uwagi na:

- zmianę rozluzowania warstw nadległych,
- zmianę wielkości wypiętrzenia spągu,
- zmniejszenia się pustek w wybranej przestrzeni.

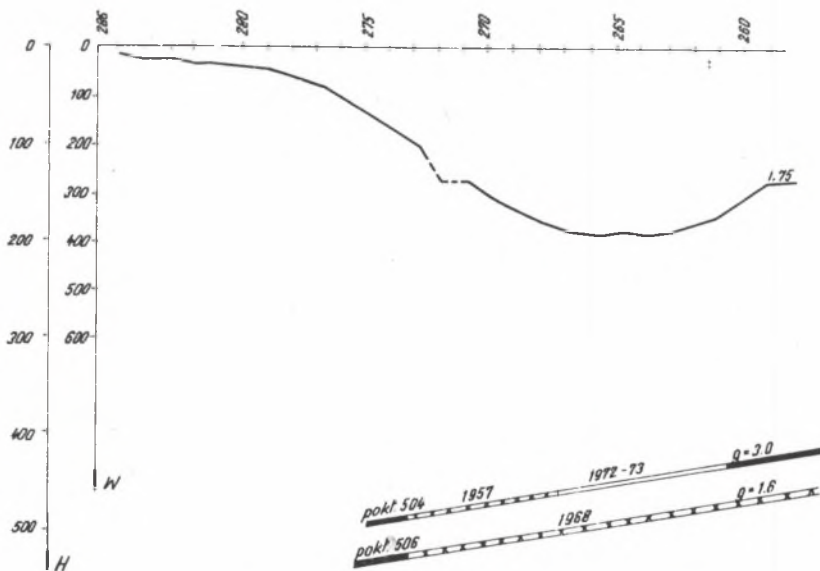
Przypadek aktywacji starych zrobów przez odebranie jest najbardziej typowym w górnictwie.

3. Aktywacja starych zrobów przez eksploatację wyżej leżące może mieć miejsce w przypadku bliskich ich odległości wzajemnych. Nakładać się bowiem będą strefy wypiętrzenia spągu i strefy rozluzowania nadległego górotworu.
4. Aktywacja starych zrobów w wiązkach pokładów nachylonych jest zagadnieniem znacznie trudniejszym od przeanalizowania z uwagi na trudności w opisie zjawiska ruchów górotworu nawet dla pojedynczych pokładów w górotworze nienaruszonym oraz z faktu, że strefy aktywacji sąsiednich pokładów wzajemnie się przenikają.

Schematy różnych przypadków aktywacji starych zrobów przedstawiono na rys. 1.

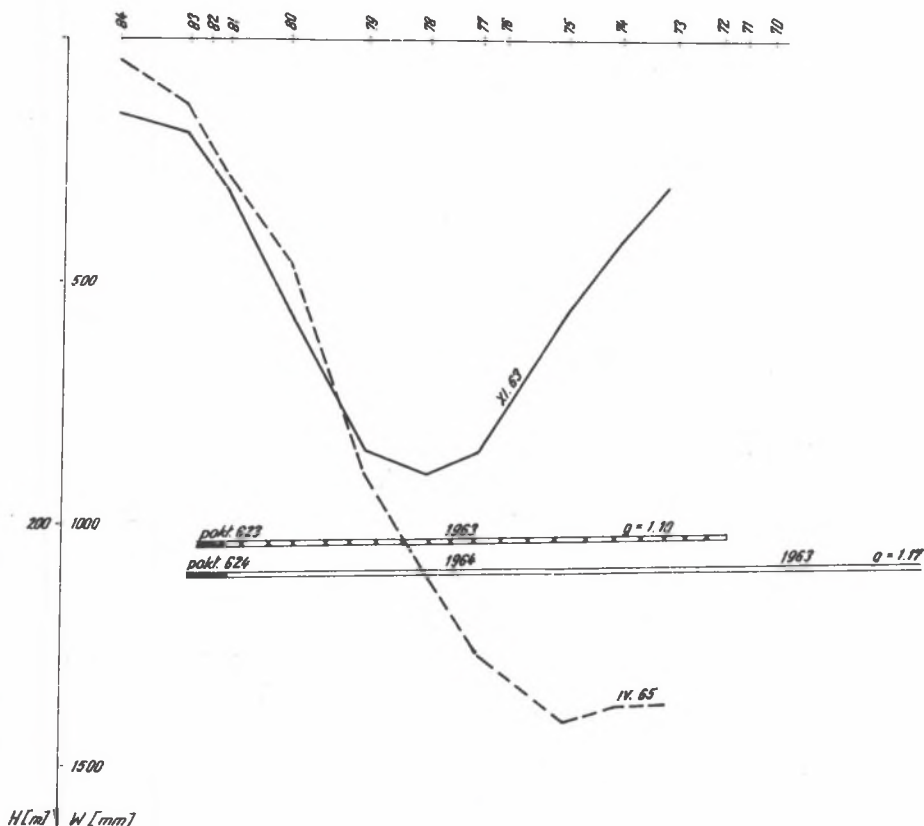
### 3. PRZYKŁADY AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW

Przykładem aktywacji w tym samym pokładzie jest eksploatacja pokładu 504 w O.G. kop. "P" (rys. 2). Pokład 504 po raz pierwszy wybierany był w 1957 r. systemem ścianowym na zawał. Od strony wzniosu powtórnie rozpoczęto eksploatację w latach 1972-1973 tym samym systemem.



Rys. 2. Profil niecki obniżeniowej wywołanej eksploatacją pokładu 504 kopalni "P"

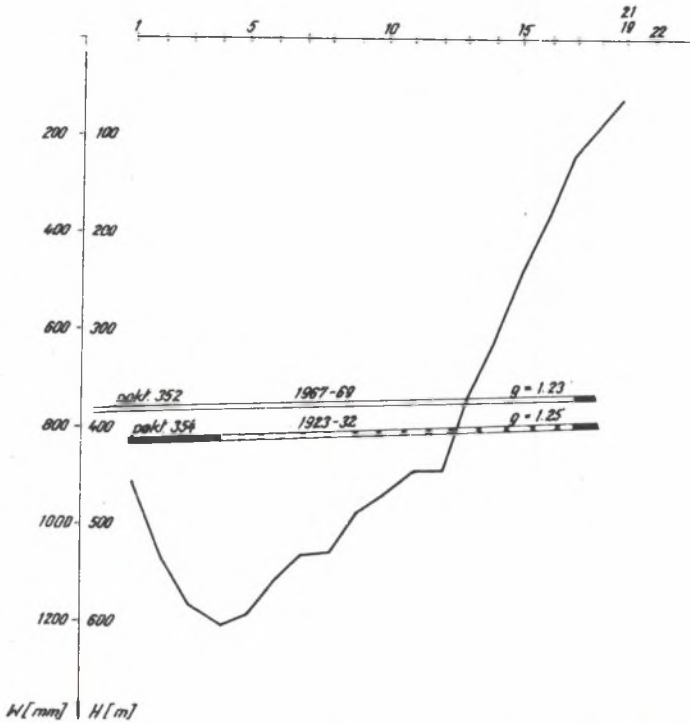
Powstała niecka, mimo nieznacznego nachylenia pokładu jest od strony upadu wyraźnie przesunięta w kierunku starych zrobów. Punkt przegięcia profilu niecki przesunięty jest na zewnątrz przestrzeni wyeksploatowanej.



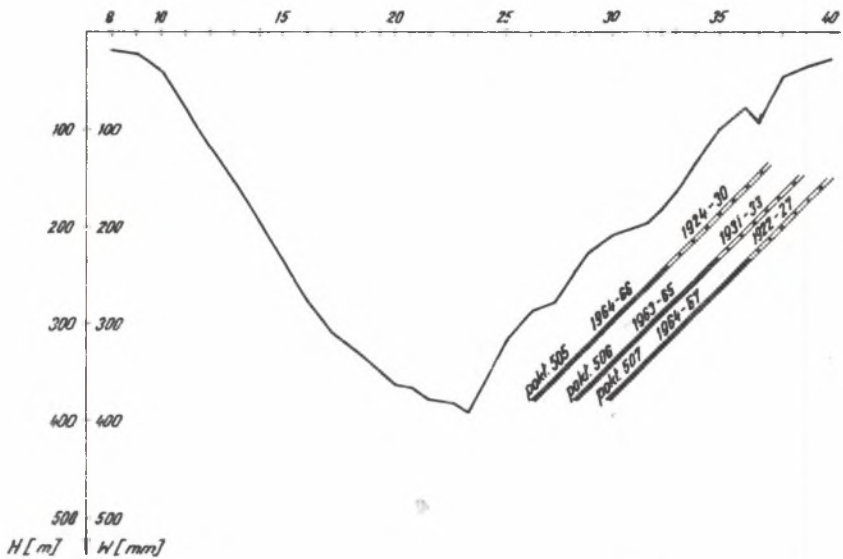
Rys. 3. Profil niecki obniżeniowej wywołanej eksploatacją pokładu 624 kopalni "M"

Aktywację starych zrobów przez podebranie w warunkach kopalni "M" przedstawiono na rys. 3. Pokład aktywowany 623 o grubości 1,10 m wybierano w roku 1963 systemem ścianowym z zawałem stropu. Pokład aktywizujący 624 eksploatowano w 1964 r. tym samym systemem. W stropie pokładów zalega łupek ilasto-piaszczysty, a w spągu łupek ilasty względnie piaskowiec. Odległość między pokładami około 10 m. Obliczane wartości współczynnika eksploatacji "a" przekraczają wartość  $a > 1$ . Parametr " $r_0$ " zmniejszył się przez co i zasięg niecki wyraźnie zmniejszył się.

Aktywację starych zrobów przez wybranie pokładu wyżej leżącego przedstawia rys. 4. W kopalni "C" w pokładzie 354 na głębokości około 400 m w 1929-32 roku prowadzono eksploatację systemem zabierkowym. Pokład 352 o grubości 1,28 m zalegający powyżej pokładu 354 w odległości 30 m eksplo-



Rys. 4. Profil niecki obniżeniowej wywołanej eksploatacją pokładów 352 i 354 kopalni "C"



Rys. 5. Profil niecki obniżeniowej wywołanej eksploatacją pokładów 505, 506, 507 kopalni "J"

atowano w latach 1967-1969 systemem ścianowym z zaważem stropu. W stropie eksploatowanych pokładów najczęściej zalegały łupki piaszczyste i ilaste, a w spągu łupki piaszczyste. Ustalona wartość współczynnika eksploatacji dla zaważu  $a = 0,98$ .

Na przedstawionym profilu niecki można wyróżnić miejsca, w których aktywacja ujawniła się silniej, prawdopodobnie na wskutek likwidacji pustek w pokładach wybranych systemem filarowo-zabierkowym.

Przykładem aktywacji starych zrobów w wiązkach pokładów nachylonych jest eksploatacja w pokładach 505, 506 i 507 w O.G. kopalni "J" (rys. 5).

Pokłady grubości 3,0+4,1 m i nachyleniu  $43^{\circ}$  wybierane były systemem filarowo-ubierkowym. Od strony wzniosu w pokładach istniały stare zrobry z lat 1920-30. W stropie zalega łupek z przerostami piaskowców.

Przedstawiona niecka charakteryzuje się odwróconym kształtem w stosunku do niecek wywołanych eksploatacją pokładów nachylonych oraz charakterystycznymi załamaniem od strony wzniosu pokładu, które mogą być skutkiem zsuwów warstw skalnych po upadzie, ułatwionych przez eksploatację wyższego poziomu.

#### 4. WPŁYW AKTYWACJI STARYCH ZROBÓW NA WSKAŹNIKI DEFORMACJI POWIERZCHNI

Prognozowanie wskaźników deformacji powierzchni wywołanych eksploatacją prowadzoną w górotworze naruszonym wcześniej eksploatacją jest trudne z uwagi na złożoność i zmienność przebiegu zjawiska ruchu górotworu. Często nie mamy również pełnej dokumentacji starych zrobów.

Każda kolejna eksploatacja w danych górotworach, niezależnie od zagadnienia aktywacji, powoduje zmianę parametrów górotworu np. w przypadku teorii S. Knothego występuje wzrost wartości  $tg\beta$ , a dla teorii T. Kochmańskiego parametr  $r_0$  maleje. Zmiana parametrów górotworu powoduje określone następstwa przy prognozowaniu wpływów.

Istotne jest więc określenie przebiegu zmian tych parametrów pod wpływem kolejnych eksploatacji w danym rejonie, z uwzględnieniem zmian składu litologicznego górotworu.

Znając parametry górotworu można przystąpić do prognozowania wpływów w dwojaki sposób:

- a) określamy współczynnik aktywacji dla danych warunków górniczo-geologicznych (różne systemy wybierania pokładu aktywizującego i pokładów aktywowanych oraz ich grubości),

$$a_{akt} = \frac{a}{a_0}, \quad (1)$$

gdzie:

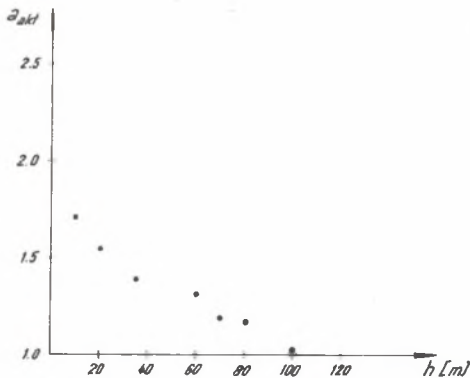
$a_{akt}$  - współczynnik aktywacji,  $a_{akt} \geq 1$ ,

$a_0$  - współczynnik eksploatacji, przeciętny dla danego górotworu i systemu wybierania,

$a$  - współczynnik eksploatacji pokładu w warunkach aktywacji starych zrobów;

b) obliczamy wpływy aktywujących starych zrobów oddzielnie, sumując je następnie z wpływami bieżącej eksploatacji. Należałoby w tym przypadku dla wszystkich aktywowanych starych zrobów przyjąć współczynnik eksploatacji aktywowanej ( $a'$ ), który zależy głównie od:

- przewidywanych możliwości występowania pustek w wybranej przestrzeni,
- grubości pokładu aktywizującego i pokładów aktywowanych, odległości między nimi oraz sposobu kierowania stropem,
- składu litologicznego górotworu,
- liczby procesów aktywacji w danych starych zrobach.



Rys. 6. Zależność współczynnika aktywacji od odległości między pokładem aktywowanym a aktywizującym

Zbadanie przebiegu zmienności tych współczynników w zależności od parametrów górniczo-geologicznych jest na danym etapie badań niemożliwe. Ograniczono się do przebadania zależności współczynnika aktywacji od odległości między pokładem aktywowanym i aktywizującym ( $h$ ).

Autorzy przeanalizowali szereg pokładów, których eksploatacja uaktywniła stare zroby. Brano pod uwagę tylko pokłady eksploatowane z zawałem stropu. Obliczono dla nich różne wielkości mające związek z aktywacją. Między innymi określono współczynnik aktywacji wzorem (1).

Zależność między obliczonym współczynnikiem aktywacji a odległością pokładu eksploatowanego od starych zrobów przedstawia rys. 6. Wynika z niego, że współczynnik aktywacji wzrasta w miarę zmniejszania się odległości między pokładami.

Z dotychczasowych naszych doświadczeń wynika, że przy przyjmowaniu współczynnika aktywacji dla celów prognozowania wpływów można korzystać z przybliżonego wzoru:

$$a_{akt} = 1,5 - 0,005 \cdot h \quad (2)$$

lub

$$a = a_0(1,5 - 0,005 \cdot h), \quad (2a)$$

gdzie:

$h$  - pionowa odległość pokładu eksploatowanego od starych zrobów,  $h \leq 100$  m.

W ZSRR [1] współczynnik eksploatacji w górotworze naruszonym wcześniejszą eksploatacją określa się najczęściej wzorem:



$$a = 0,70 + 0,25 \frac{H_1}{H}, \quad (3)$$

gdzie:

$H_1$  - grubość górotworu naruszonego wcześniejszą eksploatacją,  
 $H$  - głębokość eksploatacji.

Zbyt mała ilość analizowanych przypadków nie pozwala jeszcze na matematyczne ujęcie innych zależności. Trudności w wyborze przypadków przydatnych do analiz wynikają ze zbyt dużej liczby starych zrobów w różnych pokładach w większości kopalń.

Ponadto brak kompletnych wyników obserwacji geodezyjnych. Przebadanie zmienności parametrów górotworu w zależności od liczby i rodzaju eksploatacji jest znacznie trudniejsze.

W rozważaniach nie uwzględniono wpływu czasu na współczynnik aktywacji.

Ustalenie zmienności współczynnika aktywacji oraz parametrów górotworu pozwoli prognozować wskaźniki deformacji metodami stosowanymi dla górotworu nienaruszonego wcześniejszą eksploatacją.

#### LITERATURA

- [1] Akimow A.G. i inni: Sdwiżeniye gornych porod pri podziemnej rozrabotkie ugolnych i szancewyc miestorożdienij. "Niedra" Moskwa 1970 r.
- [2] Knothe S.: Aktywacja starych zrobów i możliwości jej wykorzystania dla zmniejszenia eksploatacji planowej w filarach ochronnych. Archiwum Górnictwa, tom X, z. 1. 1965 r.
- [3] Kostienicz W.S.: Opriedielienije wielicziny najbolszego osiedanija pri wiedenii gornych robot z obruszeniem krowli. Trudy WNIMI, sb. 32, 1964 r.
- [4] Sauer A.: Die Einflüsse von Durchbanungsgrad, Abbaukonzentration und Abbaugeschwindigkeit auf die Vorausberechnung von Bodenbewegungen Glückauf-Forschungshefte 36. (1975) H. 1.
- [5] Szpetkowski S., Pytlarz T.: Wpływ niektórych czynników na kształtowanie się deformacji górotworu. Przegląd Górniczy 1967 nr 4.
- [6] Trojanowski K., Haligowski J.: Zmiany kształtu niecki osiadania wywołane reaktywacją wpływów starych zrobów. Przegląd Górniczy 1965 r. nr 4.

#### ВЛИЕНИЕ АКТИВАЦИИ СТАРЫХ ВЫРАБОТОК НА ДЕФОРМАЦИЮ ПОВЕРХНОСТИ В СВЕТЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

#### Р е з ю м е

В работе представлены полученные до сих пор результаты собственных исследований по активации старых выработок. Излагаются их причины и результаты. Дается ряд примеров активации старых выработок, подтвержденных геодезически-

ми наблюдениями. Определено влияние активации старых выработок на показатели деформации поверхности.

INFLUENCE OF OLD ABANDONED WORKINGS ACTIVATION ON SURFACE  
DEFORMATIONS SEEN BY GEODESIC RESEARCH

S u m m a r y

In the paper up till now achieved results of the authors' investigations devoted to the problem of old abandoned working activation, have been presented.

Their causes and effects have been discussed.

Several examples of old abandoned workings activation, proved by geodesic observations, were given.

Influence of old abandoned workings activation on the surface deformation indicators have been determined.