ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: GÓRNICTWO z. 254 Nr kol. 1563

Mirosław CHUDEK, Stanisław DUŻY
Politechnika Śląska, Gliwice

DEFORMACJE KORYTARZOWYCH WYROBISK PRZYGOTOWAWCZYCH DRĄŻONYCH W STREFACH WPŁYWU CZYNNEGO FRONTU EKSPLOATACYJNEGO W ŚWIETLE POMIARÓW DOŁOWYCH

Streszczenie. W celu określenia wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego na stateczność drążonego wyrobiska przedstawiono analizę wyników pomiarów zaciskania wyrobiska drążonego w różnych czasowo–przestrzennych lokalizacjach względem czoła czynnego frontu eksploatacyjnego.

LONG – LASTING ROADWAYS DEFORMATIONS DRIVED IN ZONES OF ACTIVE WORKING FRONTS INFLUENCES IN THE LIGHT OF MEASUREMENT IN THE COAL - MINE

Summary. In the purpose of defining the active exploitation front influence on the driven heading stability, results of research in mines over the rock displacements surrounding the heading driven in time and space different localisation in regard to the active longwall front.

1. Wprowadzenie

Utrzymanie stateczności wyrobisk przygotowawczych poddanych wpływom czynnego frontu eksploatacyjnego jest podstawowym zagadnieniem dla prawidłowego przebiegu procesu wydobywania kopaliny użytecznej. W warunkach stosowania zmechanizowanych kompleksów ścianowych o wysokiej wydajności wyrobiska przyścianowe ulegają znacznym deformacjom, co w praktyce wyklucza możliwość ich wykorzystania dla kolejnej ściany.

W takiej sytuacji powszechnie stosowanym rozwiązaniem jest drążenie dla kolejnej ściany nowego wyrobiska z pozostawieniem cienkiego filara węglowego. Względy

organizacyjno–ekonomiczne wymagają, aby chodniki wykonane były w określonym czasie przed rozpoczęciem przygotowania i eksploatacji ściany. Dlatego też często drążenie wyrobisk przygotowawczych wykonywane jest w trakcie robót eksploatacyjnych. Powoduje to, że niejednokrotnie wyrobiska poddawane są oddziaływaniu czynnego frontu eksploatacyjnego już na etapie ich drążenia. W celu utrzymania stateczności wyrobisk przygotowawczych drążonych równolegle z prowadzeniem robót eksploatacyjnych istotne jest określenie, pod względem jakościowym i ilościowym, wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego na stateczność drążonego wyrobiska.

2. Zaciskanie chodników drążonych wzdłuż zrobów w strefie wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego w aspekcie utrzymania ich stateczności

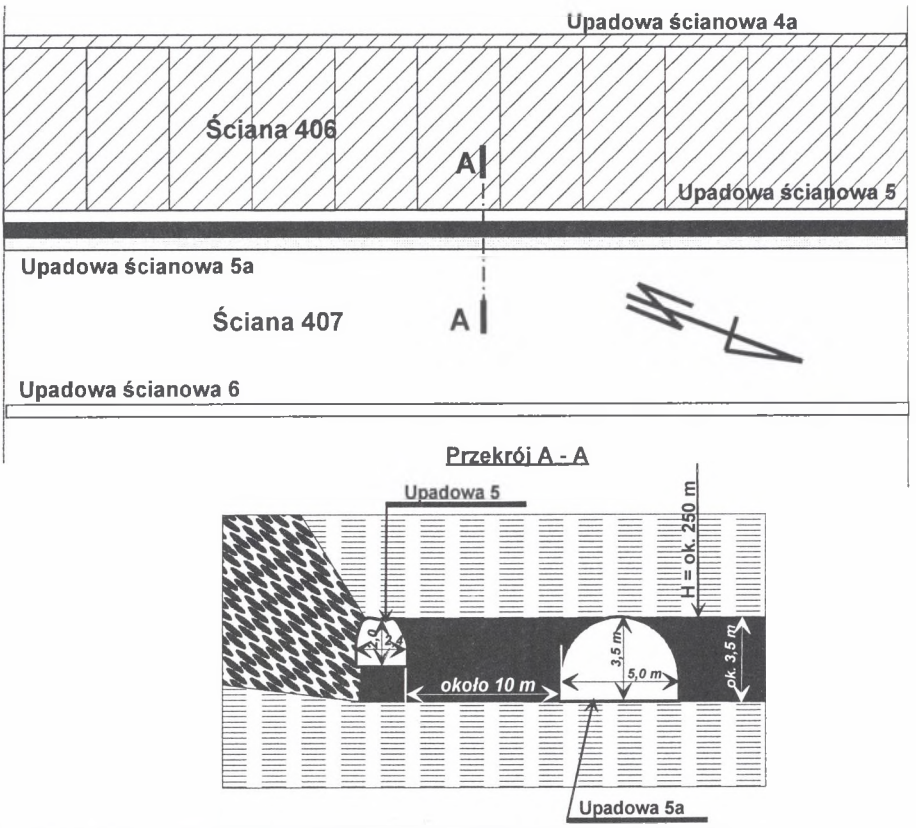
W praktyce górniczej zapewnienie wymaganych gabarytów wyrobisk przyścianowych dla eksploatacji kolejnej ściany można uzyskać poprzez:

1) utrzymanie stateczności wyrobiska przyścianowego:
   a) wzmocnienie obudowy wyrobiska,
   b) zabezpieczenie wyrobiska od strony zrobów,
   c) inne działania profilaktyczne,
2) odtworzenie istniejącego wyrobiska:
   a) pobierka spągu,
   b) przebudowa wyrobiska,
3) drążenie nowego wyrobiska przyścianowego:
   a) drążenie wyrobiska bez pozostawienia filara węglowego (tzw. „na styk"),
   b) drążenie wyrobiska z pozostawieniem filara węglowego.

Aby ocenić warunki utrzymania wyrobiska drążonego i utrzymywanego w strefie wpływów czynnego frontu eksploatacyjnego przeprowadzono analizę wyników pomiarów zaciskania upadowej ścianowej 5a w pokładzie 118 KWK "Janina", która była drążona w trakcie eksploatacji ściany 406 [9]. Analizowane wyrobisko drążone było w obudowie ŁP-9 w okresie od czerwca do grudnia 1999 r. Drążone było od chodnika taśmowego II w kierunku na północny wschód. W czasie drążenia chodnika prowadzona była eksploatacja górnicza systemem ścianowym z zawałem stropu ściany 406 z północnego wschodu na południowy zachód (rys.1). Czoło drążonego chodnika znalazło się w jednej linii z czołem ściany na

435 m.b. upadowej ścianowej licząc od chodnika taśmowego II. Na dalszym biegu upadowa ścianowa drążona była równolegle do zrobów zawałowych ściany 406 z pozostawieniem filara węglowego o szerokości około 10 m. Na odcinku wyrobiska drążonego w rejonie czynnego frontu eksploatacyjnego wzmocniono obudowę wyrobiska poprzez zastosowanie profilu V36.

W analizowanym rejonie miąższość pokładu wynosi 3,50 ÷ 3,90 m. Pokład zalega na głębokości około 250 m. W stropie pokładu zalega warstwa łupku ilastego o miąższości do 4,20 m, powyżej której zalega gruba warstwa różnoziarnistego piaskowca średnio i słabo zwięzłego o miąższości 14,0 ÷ 20 m. W spągu pokładu zalegają łupki ilaste o miąższości do 4,50 m, pod którymi zalegają naprzemianległe warstwy piaskowców i łupków ilastych. Lokalnie pod cienką warstwą łupku w spągu bezpośrednim zalega sam piaskowiec, którego miąższość sięga do 21 m. Średnioważona wartość wytrzymałości pakietu skał o grubości równej 2,5–krotnej wysokości wyrobiska wynosi od 8,5 do 9,5 MPa.

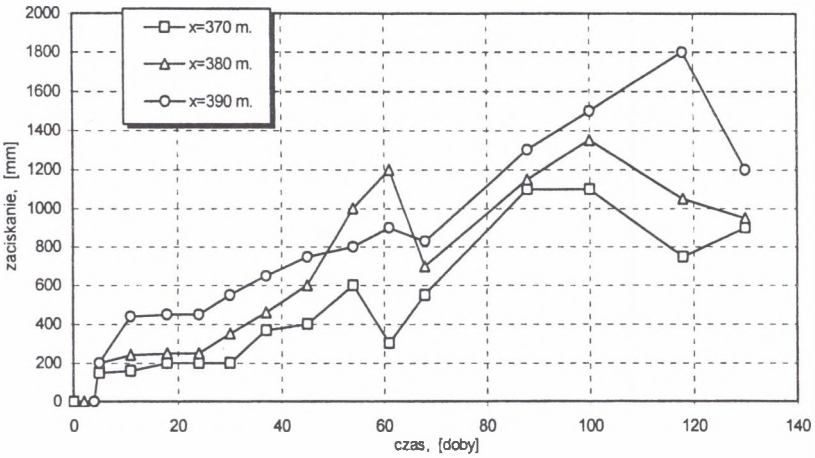


Rys. 1. Schemat lokalizacji upadowej ścianowej względem eksploatacji górniczej
Fig. 1. Locations scheme of dip heading with respect to mining exploitation

Pomiary zaciskania wyrobiska prowadzono na jego odcinku od około 150 do 970m. W sumie wykonano 15 cykli pomiarowych. Przedstawione pomiary obejmują zatem, w zależności od analizowanego odcinka wyrobiska, następujące przypadki:

- zaciskanie drążonego wyrobiska w górotworze nie objętym wpływem zaszłości eksploatacyjnych, jednak po pewnym okresie wyrobisko poddane jest oddziaływaniu czynnego frontu eksploatacyjnego,
- zaciskanie drążonego wyrobiska w strefie oddziaływania czynnego frontu eksploatacyjnego,
- zaciskanie drążonego wyrobiska wzdłuż zrobów zawałowych z pozostawieniem filara węglowego o szerokości około 10 m.

Na rys. 2 przedstawiono wykres zaciskania w czasie upadowej ścianowej 5a w przekrojach drążonych przed wpływem czynnego frontu eksploatacyjnego. Z przedstawionego wykresu wynika, że analizowane wyrobisko ulegało zaciskaniu od momentu jego wykonania przez cały okres pomiarowy. Czoło ściany znajdowało się na wysokości analizowanych przekrojów wyrobiska w okresie od ok. 35 do 45 dni istnienia wyrobiska. Analizując przedstawiony wykres można stwierdzić, że wpływ czynnego frontu eksploatacyjnego nie zmienił w sposób zasadniczy przebiegu procesu zaciskania wyrobiska.



Rys. 2. Zaciskanie w czasie upadowej ścianowej 5a w przekrojach drążonych przed wpływem czynnego frontu eksploatacyjnego

Fig. 2. Creep deformation of the dip heading No. 5a in its sections that had been driven before the action of the active excavation front took place

Wyniki pomiarów pozwoliły na opracowanie empirycznej zależności pozwalającej na prognozowanie zaciskania wyrobiska w czasie. Dla odcinka wyrobiska drążonego przed czołem ściany empiryczna funkcja przybiera postać:

$$Z_H = a + \{g \cdot \mathrm{tg}\, h[c \cdot (t - d)]\} + 10 \cdot g \cdot t^b \tag{1}$$

gdzie:

Z_H - zaciskanie pionowe wyrobiska, mm,

g - grubość eksploatowanego pokładu, m,

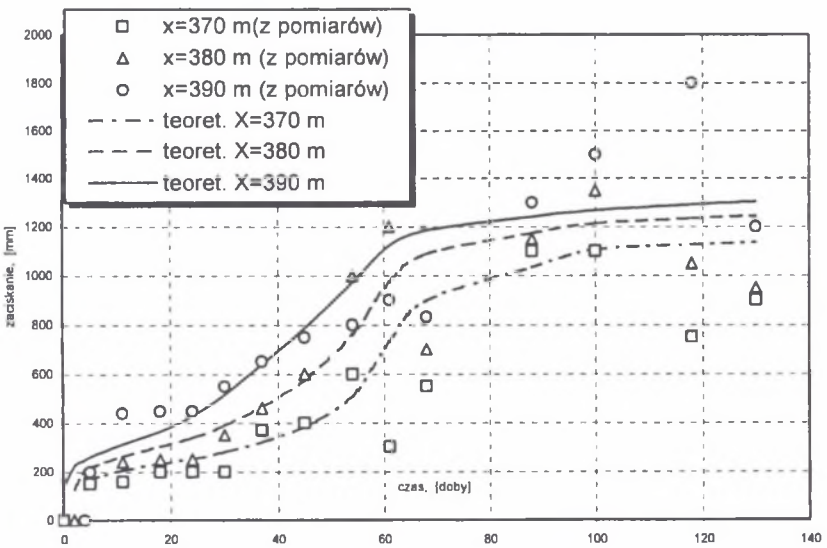
t - czas istnienia wyrobiska, doby,

a, b, c, d - parametry funkcji wyznaczane empirycznie.

Dla analizowanych przekrojów wyrobiska wyznaczono wartości poszczególnych parametrów, które przyjmowały wartości z przedziałów:

$$a = 125 \qquad 0{,}3879 < b < 0{,}4351 \qquad c = 0{,}0225 \quad 330 < d < 370 \tag{2}$$

Porównanie pomierzonych i obliczonych wg podanych powyżej zależności wielkości zaciskania wyrobiska w czasie przedstawiono na rys. 3.



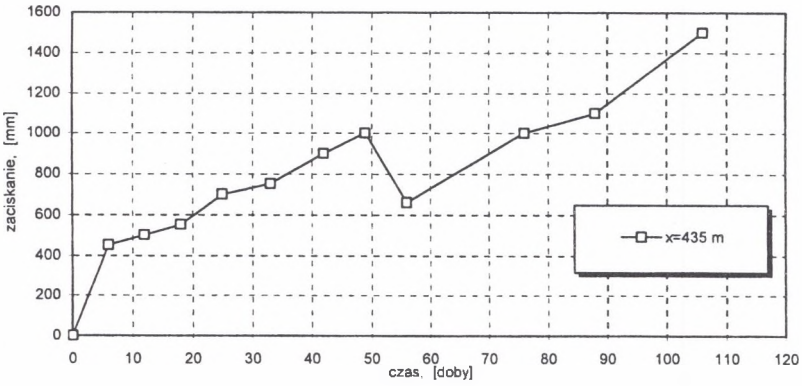
Rys. 3. Obliczone i pierzone wartości zaciskania upadowej ścianowej 5a w przekrojach drążonych przed ujawnieniem się wpływów czynnego frontu eksploatacyjnego

Fig. 3. Calculations and measurements value of convergence of the dip heading No. 5a in its sections that had been driven before the action of the active excavation front took place

Na rys. 4 przedstawiono wykres zaciskania upadowej ścianowej 5a w przekroju drążonym w trakcie mijania czynnego frontu eksploatacyjnego, natomiast na rys. 5 przedstawiono wykres zaciskania w czasie upadowej ścianowej 5a w przekrojach drążonych

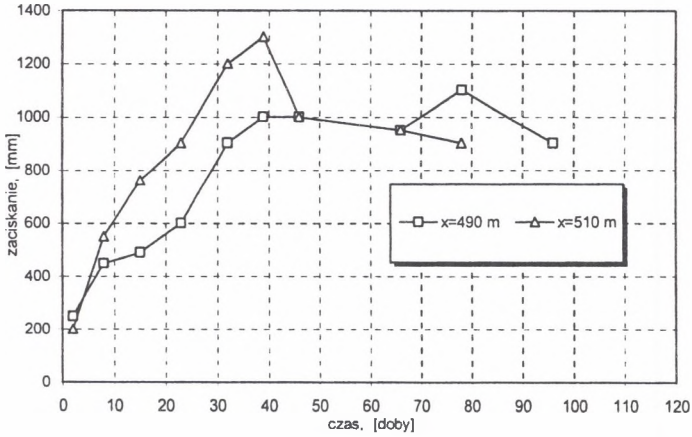
wzdłuż zrobów z pozostawieniem filara węglowego. Zauważyć należy, że w przypadku drążenia wyrobiska w rejonie mijania się czoła przodka z czołem czynnego frontu eksploatacyjnego, proces zaciskania w analizowanym przekroju wyrobiska przebiegał regularnie i wyniósł w okresie 108 dni 1,5 m. Z przedstawionego wykresu zaciskania przekrojów wyrobiska drążonych po ujawnieniu się wpływów czynnego frontu eksploatacyjnego wynika, że w początkowym okresie zaciskanie wyrobiska przebiega gwałtownie, po czym maleje.

Wyniki pomiarów pozwoliły na opracowanie empirycznej zależności pozwalającej na prognozowanie zaciskania wyrobiska w czasie. Dla odcinka wyrobiska drążonego w rejonie czoła ściany oraz za czołem ściany funkcja zaciskania pionowego wyrobiska ma postać:



Rys. 4. Zaciskanie upadowej ścianowej 5a w przekroju drążonym w trakcie mijania czynnego frontu eksploatacyjnego

Fig. 4. Creep deformation of the dip heading No.5a in its sections that had been driven concurrently with the action of the active excavation front



Rys. 5. Zaciskanie w czasie upadowej ścianowej 5a w przekrojach drążonych wzdłuż zrobów z pozostawieniem filara węglowego

Fig. 5. Creep deformation of dip heading No.5a in its sections that had been driven along the goaf side when an unmined pillar was left

$$Z_H = 50 \cdot g \cdot t^b \tag{3}$$

gdzie:

Z_H - zaciskanie pionowe wyrobiska, mm,

g - grubość eksploatowanego pokładu, m,

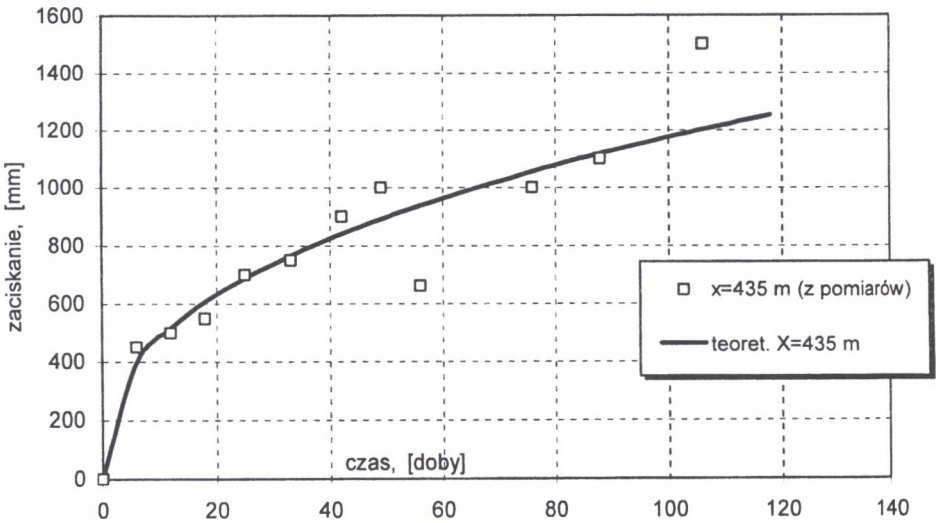
t - czas istnienia wyrobiska, doby,

b - parametr funkcji wyznaczany empirycznie.

Na podstawie przeprowadzonej analizy określono empiryczny parametr funkcji, który dla analizowanego przypadku przyjmował wartości:

$$0{,}3879 < b < 0{,}4351 \tag{4}$$

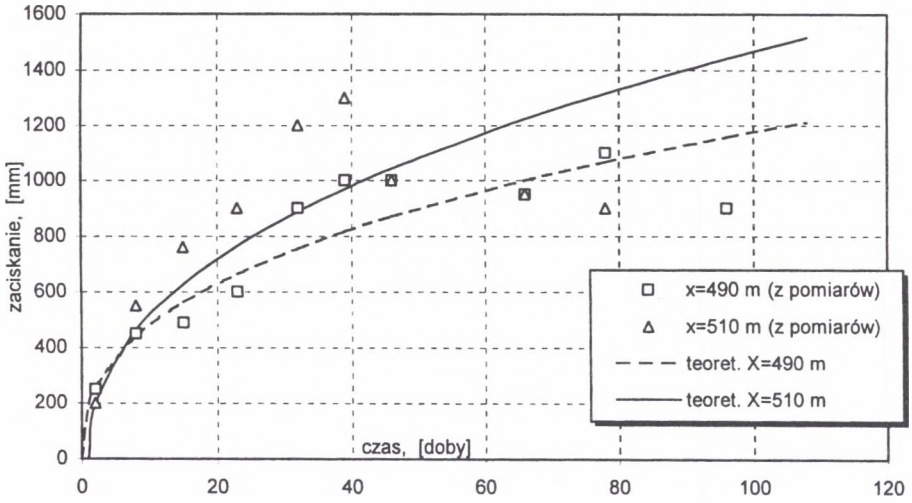
Zauważyć należy, że parametr b maleje wraz ze wzrostem odległości analizowanego przekroju od czoła ściany. Porównanie pomierzonych i obliczonych wg podanych powyżej zależności wielkości zaciskania wyrobiska w czasie przedstawiono na rys. 6 i 7.



Rys. 6. Obliczone i pomierzone wartości zaciskania upadowej ścianowej 5a w przekroju drążonym w trakcie mijania czynnego frontu eksploatacyjnego

Fig. 6. Calculations and measurements value of convergence of the dip heading No.5a in its sections that had been driven concurrently with the action of the active excavation front

Przeprowadzona analiza wykazała, że obliczenia wg podanych powyżej zależności wielkości zaciskania wyrobiska dla jego poszczególnych odcinków pozwalają na uzyskanie wyników charakteryzujących się wystarczającą dla celów praktycznych dokładnością.



Rys. 7. Obliczone i pomierzone wartości zaciskania upadowej ścianowej 5a w przekrojach drążonych wzdłuż zrobów z pozostawieniem filara węglowego

Fig. 7. Calculations and measurements value of convergence of dip heading No.5a in its sections that had been driven along the goaf side when an unmined pillar was left

3. Podsumowanie

Porównując przedstawione wykresy zaciskania wyrobiska w zależności od położenia przodka względem czoła ściany można stwierdzić, że końcowe wartości zaciskania są zbliżone, niezależnie od tego, czy wyrobisko było drążone przed czołem ściany, czy w rejonie czoła ściany. Obserwuje się zmniejszone zaciskanie wyrobiska drążonego za czołem ściany, w warunkach niewystępowania wpływów czynnego frontu eksploatacyjnego.

Z przedstawionych danych wynika, że proces zaciskania pionowego przebiega bardzo nieregularnie, co powodowane jest w głównej mierze nieregularnym wyciskaniem spągu. Nieregularność wyciskania spągu tłumaczyć może charakter deformacji warstw spągowych, które wyciskane mogą być do wyrobiska w postaci płyt. Warto zauważyć, że w analizowanym wyrobisku większe wartości osiąga wyciskanie spągu niż przemieszczenie stropu. Wynika to z faktu, że spąg wyrobiska nie jest zabudowany i ma możliwość swobodnego przemieszczania się. Zastosowane w wyrobisku wzmocnienie obudowy na odcinku spodziewanych największych obciążeń, tj. na odcinku wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego na przodek drążonego wyrobiska, przyniosło skutki w postaci niedopuszczenia do wzrostu zaciskania wyrobiska.

Przeprowadzone wyniki pomiarów przemieszczeń ociosów wyrobiska i zaciskania poziomego wykazują, że ocios upadowej od strony zrobów ulega większemu przemieszczeniu niż ocios przeciwległy. Wskazuje to na fakt rozgniatania filara węglowego oddzielającego upadową ścianową 5a od zrobów zawałowych ściany 406.

Znając przebieg zaciskania wyrobiska korytarzowego w czasie można w warunkach geologiczno–górniczych podobnych do analizowanych tak dobierać obudowę wyrobiska korytarzowego, szerokość filara węglowego oraz czas drążenia wyrobiska (względem okresu prowadzenia eksploatacji górniczej), aby minimalizować deformacje wyrobiska. Opracowane zależności empiryczne mogą być również wykorzystane przy prognozowaniu zaciskania wyrobiska w podobnych do analizowanych warunkach geologiczno–górniczych.

LITERATURA

1. Chudek M.: Mechanika górotworu. Skrypty Centralne Wyższych Studiów Technicznych, Pol. Śl., Gliwice 1981.
2. Chudek M.: Obudowa wyrobisk górniczych. Cz. I. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wyd. "Śląsk", Katowice 1986.
3. Chudek M., Duży S., Kleta H., Kłeczek Z., Stoiński K., Zorychta A.: Zasady doboru i projektowania obudowy wyrobisk korytarzowych i ich połączeń w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Wyd. KGBPiOP Pol. Śl., Gliwice–Kraków–Katowice 2000.
4. Chudek M., Pach A., Żukien B., Skudlik G., Garncarz R.: Prognoza zaciskania chodników przyścianowych. ZN Pol. Śl., s. Górnictwo, z. 157, Gliwice 1987.
5. Chudek M., Pach A., Skudlik G., Garncarz R., Szutkowski I.: Wyniki niektórych badań dołowych nad opracowaniem podstaw analitycznych projektowania wyrobisk przygotowawczych w aspekcie uzyskania optymalnych warunków ich utrzymania. ZN Pol. Śl. ser. Górnictwo, zeszyt pt. "Metody i środki eksploatacji na dużych głębokościach", Gliwice 1982.
6. Duży S.: Geomechaniczne aspekty doboru obudowy wyrobisk korytarzowych zlokalizowanych w strefach wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego. Praca KGBPiOP Pol. Śl. w Gliwicach BW-406/RG-4/2000, Gliwice 2000 (praca niepublikowana).
7. Duży S.: Geomechaniczne aspekty utrzymania stateczności wyrobisk korytarzowych zlokalizowanych w strefach wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego. Międzynarodowa Konferencja "V Szkoła Geomechaniki", Gliwice – Ustroń 2001.
8. Duży S.: Zaciskanie chodników przyścianowych w procesie eksploatacji górniczej w świetle pomiarów w kopalniach węgla kamiennego. Międzynarodowa Konferencja "V Szkoła Geomechaniki", Gliwice - Ustroń 2001.
9. Praca zbiorowa pod red. M. Chudka: Optymalna szerokość pozostawionego słupa (pasa) węglowego dla ochrony chodników prowadzonych po „śladzie" przy zrobach wybranej ściany oraz wpływ czasu na wielkość naprężeń i deformacji wyrobiska w stosunku do dobranej obudowy chodnikowej w warunkach górniczo-geologicznych KWK "Janina". Katowice 2001 (praca niepublikowana).

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Zorychta

Abstract

Stability of development workings influenced by an active extraction front is a key issue for establishing a proper course of extraction of useful minerals. The use of high-duty mechanized longwall systems involves considerable deformation of longwall gates to such extent that it practically precludes their use for the next longwall panel. In order to handle such situation, the common practice consists in driving a new development heading while leaving a thin coal pillar.

In order to evaluate the circumstances for the maintenance of a mine working while driven and retained in the area of influence of an active extraction front, an analysis was made using the results obtaining from the measurements of the creep deformation effect exerted on No. 5a dip face of No. 118 seam of the "Janina" Coal Colliery. This dip heading was driven concurrently with the winning of the longwall No. 406.

The measurements presented herein cover, depending on a given portion of the heading, the following cases:

- creep deformation of the driven heading as occurred primarily in the virgin rock mass that was subsequently affected by the action of an active excavation front,
- creep deformation of the driven heading in the area of influence of an active excavation front,
- creep deformation of the driven heading along the caved gob side when a 10 m wide unmined rib was left.

In the purpose of defining the active exploitation front influence on the driven heading stability, results of research in mines over the rock displacements surrounding the heading driven in time and space different localisation in regard to the active longwall front.