ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994

Seria: Górnictwo z. 222 Nr kol. 1257

Zenon SZCZEPANIAK, Ryszard ŻYLIŃSKI, Stanisław DUŻY, Henryk KLETA, Jan URBAŃCZYK
Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej

OCHRONA WYROBISKA KORYTARZOWEGO ZLOKALIZOWANEGO POD EKSPLOATOWANYM POKŁADEM

Streszczenie. W artykule przedstawiono sposób ochrony wyrobiska korytarzowego zlokalizowanego pod eksploatowanym pokładem. Proponowany sposób ochrony polega na zastosowaniu otworów odprężających w ociosach lub spągu wyrobiska w celu wytworzenia bloków skalnych tworzących strefę współpracującą z obudową.
Do określenia parametrów strefy wykorzystano wyniki analiz numerycznych modeli górotworu opartych na metodzie elementów brzegowych.

PROTECTION OF DOG HEADING LOCATED UNDER THE MINED STRATUM

Summary. The article presents a procedure for the protection of dog heading located under mined stratum. The procedure applied consists in the use of unstressing holes in side walls or floors of the heading for the purpose of creating rock blocks zone collaborating with a lining. For defining zone parameters results of numerical analyses of rock mass based on the method of baundary elements have been used.

ОХРАНА КОРИДОРНОЙ ВЫРАБОТКИ НАХОДЯЩЕЙСЯ НИЖЕ ВЫИМКИ ПЛАСТА

Резюме. В работе представлено способ охраны коридорной выработки влиянию очистиых работ, выше залегающего пласта. Предлагаемый способ охраны опирается на принц пе ряда шпуров определенной длины и ответственного заряда, расположенных на контуре выработки с целью сделания вокруг выработкн зоны породных блоков и использования их собственной несущей способности. Определение нужных параметров зоны и шпуров сделано методом краевых элементов и числительного анализа.

1.WPROWADZENIE

Systematyczny wzrost głębokości eksploatacji złóż węgla kamiennego powoduje pojawianie się znaczących problemów związanych z techniczną i technologiczną stroną jego wydobycia. Warunki naturalne i górniczo-techniczne związane ze wzrostem głębokości lokalizacji wyrobisk takie jak wzrost naprężeń pierwotnych w górotworze, zmiany własności fizyko-mechanicznych skał, wymagane wielkości przekrojów poprzecznych i kształtu wyrobiska, wzmożone deformacje górotworu powodują, że w otoczeniu wyrobisk tworzą się często złożone i niekorzystne warunki geotechniczne. Konsekwencją takich warunków są naprężenia, których wielkości przekraczają dopuszczalne wielkości naprężeń dla danego typu skał i górotworu, powodując niszczenie struktury masywu skalnego, przemieszczenia skał w kierunku wyrobiska i deformacje jego obudowy. Jak wskazują dotychczasowe doświadczenia techniczne i technologiczne w zakresie drążenia i utrzymywania wyrobisk [1,2,3,4,5,7], stosowane w nich konstrukcje obudów często nie są w stanie zapewnić należytej stateczności tych wyrobisk, co powoduje kosztowne i pracochłonne przebudowy i rekonstrukcje.

Szczególnie złożone warunki geotechniczne występują w przypadku oddziaływania na wyrobiska korytarzowe eksploatacji górniczej. W takich warunkach najczęściej prowadzi się kosztowne przebudowy i rekonstrukcje tych wyrobisk.

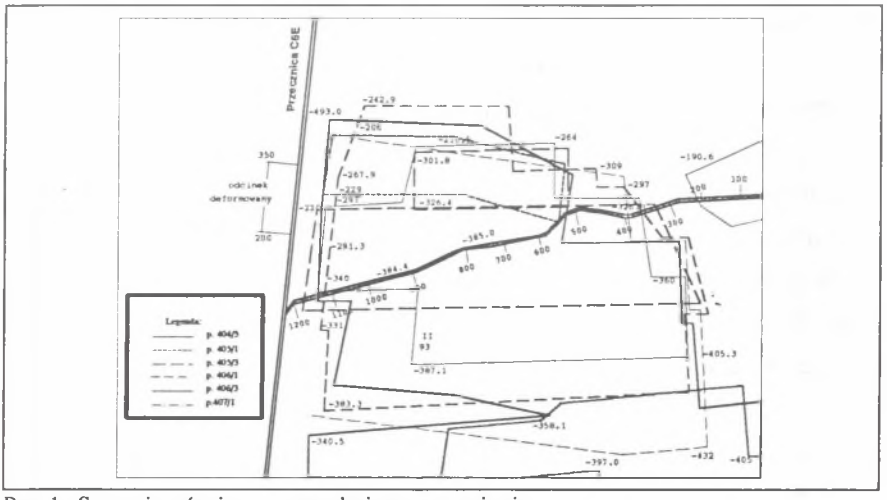
Analiza rozkładów naprężeń,jakie mogą utworzyć się w otoczeniu wyrobisk korytarzowych, wskazuje, że w warunkach dużych głębokości ich wielkości mogą znacznie przekraczać wielkości naprężeń dopuszczalnych dla danego rodzaju skał. Aby uniknąć tego rodzaju sytuacji, od wielu lat stosuje się różne zabiegi umożliwiające odprężanie skał w miejscach koncentracji naprężeń poprzez stosowanie otworów odprężających w ociosach czy spągu wyrobiska.

Obecnie idea ta nabiera innego znaczenia. Przyjmuje się bowiem koncepcję, że wykonanie otworów powinno spowodować sztuczne wytworzenie bloków (wycinków cylindra) skalnych, które dzięki własnej nośności mogą wytworzyć strefę współpracującą przede wszystkim z obudową wyrobiska, ale także z górotworem [6,8]. Zasadniczymi kwestiami, jakie przy takim założeniu należałoby rozwiązać, są długość i rozmieszczenie otworów wokół wyrobiska, a także wielkość ładunków MW, które nie spowodują nadmiernego niszczenia struktury skał. W celu oceny możliwości zastosowania tego rodzaju zabiegów profilaktycznych do ochrony

wyrobiska korytarzowego rozpatrzono w niniejszym artykule warunki ochrony wyrobiska - wytycznej, powyżej której prowadzona jest eksploatacja systemem ścianowym na zawał. Według doświadczeń kopalni wytyczna ta jest w planach przewidziana do przebudowy.

2. WARUNKI GÓRNICZO-TECHNICZNE W REJONIE ANALIZOWANEGO WYROBISKA

Przedmiotowa wytyczna Wa 62S jest wyrobiskiem łączącym ze sobą przekopy C6E oraz przekop Ab6E zlokalizowane na poz.650 m (rys.1).Wyrobisko to, o długości ponad 1200 m zabudowane jest obudową podatną ŁP-9 z kształtownika V-25 i V-29 przy gęstości zabudowy odrzwi 0.7 - 1.0m.



Rys.1. Sytuacja górnicza w przedmiotowym rejonie
Fig.1. Mining situation in subjected region

Wyrobisko prowadzone jest z niewielkim upadem spągu w kierunku przekopu Ab6E. W przypadku przekopu C6E występowało wyciskanie spągu w odległości ok.200-350 m od skrzyżowania z wytyczną, przy czym najbardziej intensywne wyciskanie spągu wynosiło ok. 1.8 m. W przekopie zaobserwowano też spłaszczenie łuków stropnicowych oraz zsuw zamków wynoszący ok.10 cm. Wytyczna Wa62S dotychczas ulegała już deformacjom różnego rodzaju i konieczne było wykonywanie odcinkowych przebudów i rekonstrukcji.

3. MODELOWANIE NUMERYCZNE ROZKŁADU NAPRĘŻEŃ W OTOCZENIU WYROBISKA KORYTARZOWEGO ZLOKALIZOWANEGO POD EKSPLOATOWANYM POKŁADEM

Do analizy oddziaływania eksploatacji górniczej na wytyczną zbudowano model bryły górotworu odzwierciedlający budowę górotworu w analizowanym rejonie, jak również wzajemne położenie analizowanej wytycznej i ściany, w której prowadzona jest eksploatacja górnicza.

Zbudowany model przedstawia bryłę górotworu o wymiarach 400 x 200 m, a górna krawędź modelu zlokalizowana została na głębokości ok. 520 m. Górotwór w analizowanym modelu zbudowany był z warstw o własnościach odpowiadających łupkowi ilastemu.

W środkowej części modelu zlokalizowano warstwę o grubości 2.5 m o własnościach węgla. W warstwie tej, w środkowej części zamodelowano ścianę o długości 200 m. Warstwy w przyjętym modelu były nachylone pod kątem 15^0.

Tak opracowany model został obciążony od góry ciśnieniem pionowym odpowiadającym głębokości górnej krawędzi modelu, a przyjęcie sił grawitacji oraz systemu odpowiednich sił i podpór umożliwiło uzyskanie stanu naprężenia zbliżonego do przyjmowanego powszechnie dla górotworu nienaruszonego.

W celu analizy oddziaływania eksploatacji górniczej na górotwór w rejonie wytycznej znajdującej się w niedużej odległości pod pokładem przewidzianym do eksploatacji, na bazie przedstawionego powyżej modelu bryły górotworu zbudowano trzy modele szczegółowe. Konieczność budowy większej liczby modeli spowodowana była zmiennością wzajemnego położenia wytycznej oraz projektowanej ściany polegającą na tym, że odległość wytycznej od pokładu wynosiła od 14 do ok. 40 m oraz wraz z zmiennością odległości zmieniała się lokalizacja wytycznej względem krawędzi ściany, osiągając odległość poziomą od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Biorąc powyższe pod uwagę zbudowano trzy modele odzwierciedlające układ wyrobiska i ściany w następujących przekrojach poprzecznych:

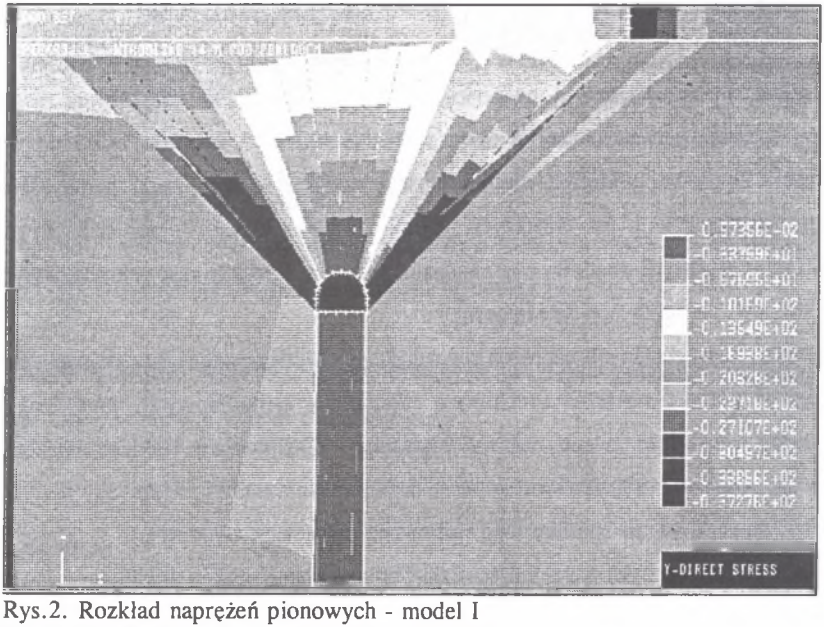
- model I, wytyczna o kształcie i wielkości przekroju poprzecznego zbliżonych do ŁP-7 zlokalizowana 14 m pod zrobami eksploatowanego pokładu w odległości około 20 m od dolnej krawędzi eksploatowanej ściany,

- model II, wytyczna o kształcie i wielkości przekroju poprzecznego zbliżonych do ŁP-7 zlokalizowana 30 m pod zrobami eksploatowanego pokładu w odległości około 80 m od dolnej krawędzi eksploatowanej ściany,
- model III, wytyczna o kształcie i wielkości przekroju poprzecznego zbliżonych do ŁP-7 zlokalizowana 40 m pod zrobami eksploatowanego pokładu w odległości około 30 m od górnej krawędzi eksploatowanej ściany.

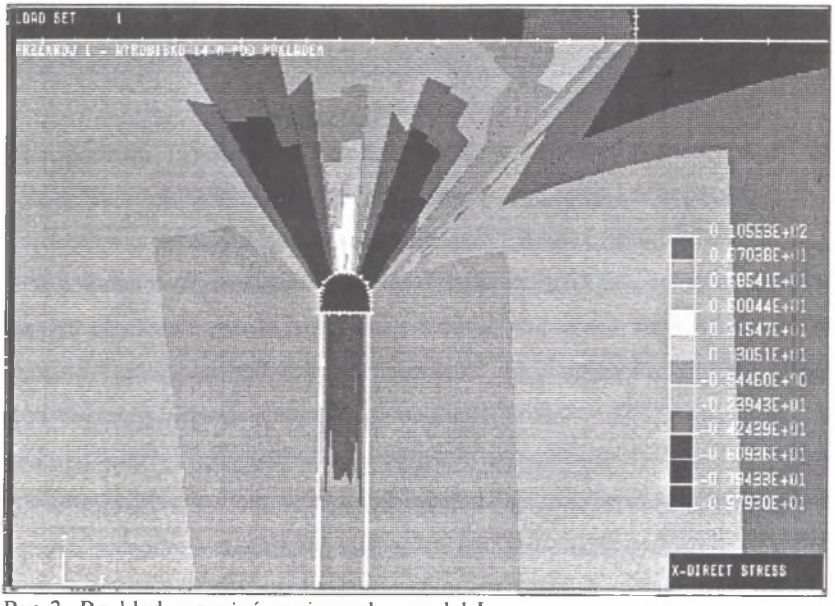
Dla zbudowanych modeli przeprowadzono obliczenia naprężeń i przemieszczeń górotworu w modelowanej bryle górotworu przy wykorzystaniu zasad metody elementów brzegowych.

Rozkład naprężeń pionowych dla analizowanych modeli wskazuje, że w spągu i w otoczeniu dolnej części łuków ociosowych obudowy wytycznej występują pionowe naprężenia rozciagające (rys.2). W stropie wyrobiska występują naprężenia rozciągające o stosunkowo nieznacznej wartości w porównaniu do pionowych naprężeń pierwotnych.

Uzyskany rozkład poziomych naprężeń wskazuje, że w spągu i w otoczeniu dolnej części łuków ociosowych obudowy wytycznej występują poziome naprężenia rozciagające. W ociosach wyrobiska występują naprężenia ściskające zorientowane również ukośnie i przebiegające w kierunku eksploatowanego pokładu (rys.3).



Rys.2. Rozkład naprężeń pionowych - model I
Fig.2. Distribution of vertical stresses - model I



Rys.3. Rozkład naprężeń poziomych - model I
Fig.3. Distribution of horizontal stresses - model I

4. KONCEPCJA LOKALIZACJI OTWORÓW ODPRĘŻAJĄCYCH

Dokonane obliczenia numeryczne za pomocą metody elementów brzegowych, zezwalają na ocenę sytuacji geotechnicznej w otoczeniu wyrobiska w zasadzie tylko od strony jakościowej. Z punktu widzenia mechaniki skał miejsca występowania podwyższonych naprężeń ściskających i (w większym stopniu) rozciągających mogą być przyczyną największych deformacji obudowy wyrobiska. Z tego też względu idea ochrony wytycznej opierać się powinna na dwóch założeniach:

- w miejscach podwyższonych naprężeń rozciągających w szczególności poziomych, należy wykonać za pomocą otworów strzałowych i ładunków kamufletowych, strefy zruszenia górotworu, stanowiące swego rodzaju "dylatacje". Zastosowanie takiego rozwiązania ograniczyć powinno przypadkowość procesu deformowania skały i zwiększony przyrost jej objętości, powodujący w konsekwencji nadmierne deformacje obudowy,
- w strefach podwyższonych naprężeń ściskających wykonane otwory strzałowe i strzelania kamufletowe powinny spowodować odprężenie skał. Dzięki temu strefy maksymalnych

naprężeń znajdą się w większej odległości od wyrobiska, co daje szansę na zmniejszenie deformacji jego obudowy. Odprężona skała będzie współpracować z obudową wyrobiska i z górotworem nie odprężonym wymuszając przejmowanie zwiększonych naprężeń bez niszczenia jego struktury, co ograniczy zaciskanie wyrobiska i wyciskanie spągu.

Określenie długości zastosowanych otworów strzałowych proponuje się wyznaczyć z założenia, że utworzona strefa deformacji niesprężystych powinna posiadać takie rozmiary przy których sumaryczna podporność obudowy i skał otaczających utworzy układ równowagi, co wyraża zależność:

$$l = R_2 - R_2 \tag{1}$$

gdzie:

l - długość otworu,m,

R_2 - promień strefy deformacji,m,

R_0 - promień wyrobiska w wyłomie,m.

Ostateczną postać zależności pozwalającej wyznaczyć długość otworu przedstawia równanie:

$$l = R_0 \cdot \left[\left(\rho \cdot g \cdot H - \frac{2 \cdot \alpha \cdot g \cdot H + R^{**}_c}{2 \cdot (1+\alpha)} + \frac{R^*_c}{2 \cdot \alpha} \right) \left(\frac{2 \cdot \alpha}{2 \cdot \alpha \cdot P_0 + R^*_c} \right) \right]^{\frac{1}{2\alpha}} - R_0 \tag{2}$$

gdzie:

P_0 - podporność obudowy,

R^{**}_c - wytrzymałość długotrwała skał na ściskanie w strefie nie naruszonej,

R^*_c - wytrzymałość skał na ściskanie w strefie zruszenia.

Ustalenie wzajemnej odległości między otworami opierać się powinno na założeniu, że skutkiem działania ma być lokalne zruszenie skały.

LITERATURA

[1] Chudek M.: Mechanika górotworu. Skrypt Pol. Śl., Gliwice 1980.

[2] Chudek M., Pach A., Żyliński R.: Badania nad określeniem wpływu lokalizacji wyrobisk korytarzowych na wielkość deformacji obudowy i stopień zagrożenia obwałami. ZN Pol. Śl., z.79, seria Górnictwo, Gliwice 1974.

[3] Chudek M.: Metoda prognozowania obciążeń na obudowę wyrobisk korytarzowych i komorowych. Budownictwo Górnicze 1975, nr 6.

[4] Chudek M., Słoma I.: Ocena przydatności obudów kapitalnych wyrobisk korytarzowych dla kopalń głębokich. Projekty-Problemy nr.4-5, 1982.

[5] Gramberg J.: The Self Supporting Rock Ring (Part II). Mining and Science Technology China Institute of Mining and Technology, China Coal Industry Publishing House 1987.

[6] Kidybiński A.: Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. Śląsk, Katowice 1982

[7] Podgórski K., Kleta H.: Wpływ podporności obudowy na zaciskanie wyrobiska korytarzowego. ZN Pol. Śl. seria Górnictwo, z.185, Gliwice 1990.

[8] Roest J.P.A.: The Self Supporting Rock Ring (Part I). Mining and Science Technology China Institute of Mining and Technology, China Coal Industry Publishing House 1987.

[9] Żyliński R.: Przemieszczenia skał w otoczeniu wyrobisk korytarzowych w świetle badań dołowych. ZN Pol. Śl. s.Górnictwo, z.205, Gliwice 1992.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. K. RUŁKA

Wpłynęło do Redakcji w kwietniu 1994 r

Abstract

The systematically increased depth of hard-coal mining has given rise to important problems connected with the technical and technological aspect of mining. Technical and technological experience gathered so far in the range of the driving of galleries and keeping up the headings has shown that the applied construction of supports cannot warrant adequate stability,so that expensive and labour-consuming reconstructions have become necessary. Particularly complex geotechnical conditions are encountered when dog headings are affected by mining activities.

In such cases most frequently expensive reconstruction work has to be undertaken.
In order to prevent such situations, for several years already various measures have been applied with the purpose of relieving the stress in the orogen, consisting in the drilling of stress-relief holes either in the walls of the heading or in its floor. Nowadays this idea is getting a different meaning; i.e.. the conception has been assumed that the drilling of holes ought to bring about an artificial formation of blocks of rock (cylindrical sections), which thanks to their own load-carrying ability might create a zone cooperating first of all with the heading, but also with the orogen. In order to assess the possibilities of applying such prophylactic measures with the purpose of protecting a dog heading, the present paper considers the conditions of its protection - a quideline, beyond which mining activities are run as long-wall mining with caving.

The stresses and displacements of the orogen in the model block of the orogen have been calculated making use of the method of boundary elements.
From the viewpoint of rock mechanics, the occurrence of increased compressive and (still more) tensile stresses may result in enormous deformations in the lining of a heading.
Therefore the idea of protective guidelines ought to be based on two assumptions, viz.:
- in places where increased tensile stresses, particularly horizontal ones, occur, zones of loosened orogen should be created by means of blast-hole drilling and camouflet charges, which would be a kind of "dilatation".
The application of such a solution should restrict the random deformation of the rock and its increased volume, causing consequently exessive deformations of the lining and supports :
- in the zones of increased compressive stresses the drilling of blast-holes and camouflet blasting shold relieve the rock. Then the zones of excessive stress will occur farther away from the heading, and in this way chances for a reduced deformation of its lining and supports will be given.
The relieved rock will cooperate with the lining and the unrelieved orogen, which will have to take over the increased stresses without any destruction of its structure. Thus the compression of the heading and the extrusion of the floor can be restricted.