

Marian MADAJ, Marek WESOŁOWSKI

Politechnika Śląska, Gliwice

DOBÓR SPOSOBU OCHRONY CHODNIKA PODŚCIANOWEGO W WARUNKACH KWK „SZCZYGLÓWICE”

Streszczenie. Stosując numeryczne badania modelowe określono wpływ rodzaju wybranych sposobów ochrony chodnika podścianowego 41 w pokładzie 405/1 w KWK „Szczygłowice” na jego stateczność. Określono wielkość i rozmieszczenie stref zniszczeń przed i w trakcie eksploatacji ściany XII, wielkość deformacji obudowy i wypiętrzania spagu.

THE SELECTION OF THE PROTECTION WAY OF THE MAIN GATE IN “SZCZYGLÓWICE” COLLIERY

Summary. The paper presents influence of kinds of applied protection ways on stability of the main gate 41 in the seam 405/1 in the „Szczygłowice” coal mine. There is presented magnitude and range of the mass rock failure zone before and during longwall working with caving, magnitude of deformation of road support and magnitude of floor heave using the numerical models research.

1. Wprowadzenie

Funkcjonalność ruchowa chodników przyścianowych ścian zawałowych ściśle związana jest z ich statecznością. W trudnych warunkach górniczo-geologicznych tradycyjne sposoby ochrony chodników przyścianowych są mało skuteczne i najczęściej zachodzi konieczność kosztownych i czasochłonnych ich przebudów lub wykonywania nowego równoległego wyrobiska. Utrzymanie stateczności tych chodników polega na doborze optymalnego sposobu ich ochrony. Założono, że chodnik podścianowy 41 ściany XII zostanie utrzymany i będzie pełnił funkcję nadścianowego dla kolejnej ściany w pokładzie 405/1.

Przeprowadzono wieloetapową analizę numeryczną, mającą na celu dobór optymalnego sposobu ochrony chodnika podścianowego 41 oraz określenie wielkości stref zniszczeń struktury skalnej wokół chodnika przed i w trakcie prowadzonej eksploatacji. Przedstawiono wpływ na jego stateczność dodatkowych zabezpieczeń w postaci: ochronnego pasa podsadzkowego wykonanego ze spoiwa mineralnego Utex-15 lub kasztów drewnianych. Jako kryterium oceny stosowanych sposobów ochrony chodnika podścianowego 41 przyjęto wielkość wypiętrzania spągu i wielkość deformacji obudowy.

Właściwości skał w rejonie otworów Gp-52/02 oraz G-51/02 przyjęto na podstawie materiałów z kopalni [3]. Parametry zabezpieczeń stosowanych do ochrony chodnika 41 przyjęto na podstawie literatury [1, 2]

2. Warunki górnicze

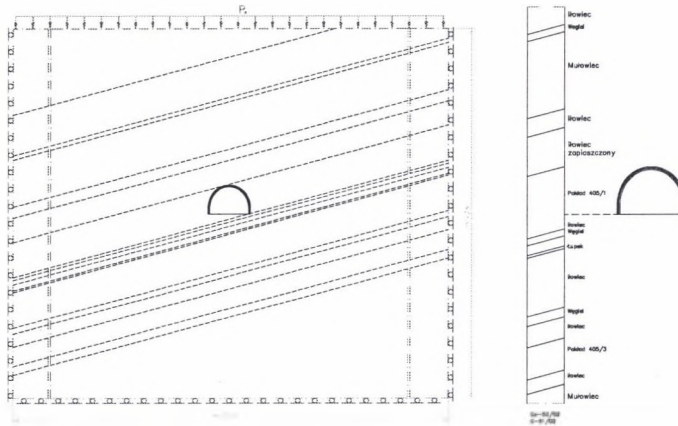
Chodnik 41 zlokalizowany jest w rejonie pola W, w pokładzie 405/1. Pełni on rolę chodnika podścianowego dla ściany XII. Głębokość lokalizacji chodnika 41 zmienia się w przedziale od ok. 595m do 653m. Aktualna długość wyrobiska wynosi 2450m, natomiast jego nachylenie zmienia się w przedziale 5-12°. W wyrobisku zastosowano obudowę podporową, której typ zmienia się w zależności od lokalnych warunków geologicznych. Nad i pod projektowanym wyrobiskiem, w odległości do 100m, eksploatacji nie prowadzono.

3. Model górotworu

Na podstawie danych górniczo-geologicznych rejonu chodnika podścianowego 41 zbudowano numeryczny model górotworu w postaci płaskiej tarczy o wymiarach 110 m x 70 m (L x H). Stanowi on fizykalne oraz strukturalne odwzorowanie górotworu w rejonie pola eksploatacyjnego ściany XII w pokładzie 405/1. Schemat modelu górotworu przedstawia rys. 3.1. Na głębokości ok. 650m (głębokość spągu wyrobiska) zamodelowano wyrobisko korytarzowe pełniące funkcję chodnika podścianowego dla ściany XII. Bezpośrednim otoczeniem modelowego wyrobiska jest pokład węgla 405/1. Skałom tworzącym model górotworu przyporządkowano nieliniowy model sprężysto-kruchy. Wytrzymałość graniczną oraz resztkową opisano warunkiem wytrzymałościowym Hoeka

i Browna [5]. Parametry materiałowe warstw skalnych przyjęto na podstawie badań laboratoryjnych oraz wyników badań penetrometrycznych udostępnionych przez KWK „Szczygłowice” [3].

Obudowę wyrobiska korytarzowego zamodelowano przy użyciu elementów prętowych oraz zespołu sił działających w kierunku prostopadłym do wewnętrznej powierzchni wyłomu wyrobiska (prętów).



Rys. 3.1. Model górotworu wraz z profilem warstw otaczających
Fig. 3.1. Strata model according to geologic column

Wszystkie wyróżnione w modelu warstwy stanowią odrębne części połączone pomiędzy sobą elementami kontaktowymi typu „GAP” [6]. Zastosowanie tego typu połączeń pozwala na symulację poślizgów międzywarstwowych oraz tworzenie się pustek pomiędzy współpracującymi warstwami modelu. Spójność płaszczyzn rozdziału dobrana została w oparciu o kryterium opadu niepodpartych skał stropowych przy wykorzystaniu profili oporów rozwarstwienia [4]. Przedstawiony model podzielony został siatką elementów prostokątnych oraz trójkątnych. Budując siatkę elementów modelu górotworu przyjęto zasadę, że punkty węzłowe znajdujące się na skrajnych krawędziach bocznych tarczy mogą przemieszczać się jedynie wzdłuż osi Z (pionowa oś głębokości). Punkty węzłowe, które znajdują się na dolnej krawędzi tarczy, mogą natomiast przemieszczać się jedynie wzdłuż kierunku wyznaczonego przez poziomą oś X. Pozostałe węzły przynależne do modelu mogą swobodnie przemieszczać się w dowolnym kierunku płaszczyzny X-Z [6].

4. Dyskusja wyników obliczeń

Na bazie opisanego modelu górotworu przeprowadzono wieloetapową analizę numeryczną, mającą na celu określenie stref zniszczeń struktury skalnej wokół chodnika 41. Zastosowanie wieloetapowych symulacji komputerowych umożliwia dobór optymalnego sposobu zabezpieczenia chodnika podścianowego 41 w trakcie prowadzonej eksploatacji.

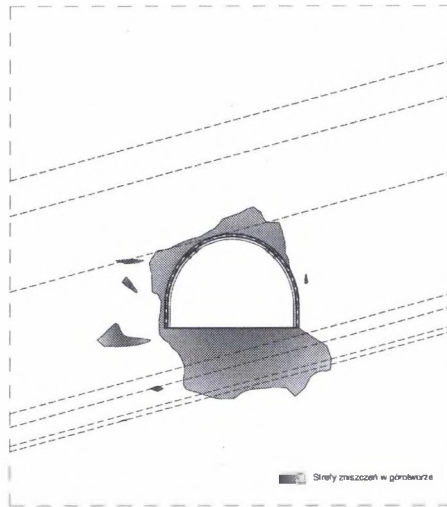
Pierwszy etap analizy obejmował stan wyłączenia górotworu bezpośrednio po wydrążeniu wyrobiska. Ocena stref zniszczeń wykonana dla tego etapu w połączeniu z oceną wizualną przeprowadzoną w istniejącym wyrobisku pozwoliła na weryfikację przyjętych parametrów wytrzymałościowych i określenie miejsc szczególnie zagrożonych jeszcze przed rozpoczęciem eksploatacji w ścianie XII. Na podstawie wyników obliczeń stwierdzono, że:

- W rejonie otworów Gp-52/02 oraz G-51/02 największe zniszczenie struktury skalnej wystąpi w spągu wyrobiska (rys.4.1). Głębokość zniszczeń spągowych wynosi ok. 2,6 m. Powstanie tak rozległych zniszczeń w spągu wyrobiska spowodowane jest występowaniem pakietu cienkich warstw skalnych. Strefa ta może być przyczyną wypiętrzenia spągu do wyrobiska przed rozpoczęciem eksploatacji w wyrobisku ścianowym. Wartość wypiętrzenia spągu do wyrobiska wyznaczona z obliczeń numerycznych wynosi ok. 0,38 m (rys.4.7). W stropie wyrobiska zniszczenia struktury skalnej osiągają wysokość ok. 1 m. Nie stanowią więc istotnego obciążenia obudowy podporowej wyrobiska na tym etapie jego funkcjonowania. W ociosach skalnych największe wyłączenie odnotowano w lewym ociosie (po stronie upadu) i wynosi ok. 1,05 m. Pokład węgla po prawej stronie wyrobiska (pole ściany XII) nie uległ zniszczeniu. Analizując rozkład stref zniszczeń wokół wyrobiska należy zwrócić szczególną uwagę na powstające oddzielne strefy zniszczeń w lewym ociosie wyrobiska, które na tym etapie obliczeń nie wpływają na stateczność obudowy (rys.4.6), jednak w trakcie prowadzonej eksploatacji może dojść do ich połączenia.

Drugi etap obliczeń numerycznych obejmował określenie stref zniszczeń wokół chodnika 41 przed postępującym frontem wybierania. W tym celu przyjęto, że pionowe ciśnienie obciążające tarczę górotworu zostanie powiększone do wartości ok. $3P_z$ [4]. Wyznaczone na tej podstawie strefy zniszczeń stanowią element porównawczy do określenia skuteczności przyjętych sposobów zabezpieczeń chodnika w jednostronnym otoczeniu zrobów.

Wzrost ciśnienia eksploatacyjnego spowodował największy przyrost stref zniszczeń w części spągowej wyrobiska (rys.4.2). W odniesieniu do etapu I głębokość stref zniszczeń wzrosła o ok. 65% i wynosi obecnie 4,3m. Przyczyną tak rozległych zniszczeń spągowych

jest uwarstwienie górotworu stanowiącego bezpośredni spąg pokładu 405/1. Przewidywana wartość wypiętrzenia spągu do przestrzeni roboczej wyrobiska wynosi ok. 0,9 m. Może to powodować trudności z zachowaniem funkcjonalności chodnika 41 jako wyrobiska podścianowego i w konsekwencji konieczność dokonania pobierki spągu. W stropie wyrobiska wysokość strefy odprężonej uległa powiększeniu o około 60% i wysokość ta wynosi ok. 1,6 m. Strefa ta nie stanowi zagrożenia dla obudowy podporowej wyrobiska, a spodziewane deformacje ograniczać się będą do wystąpienia zsuwów na zamkach obudowy (rys.4.6). W ociosach wyrobiska zniszczenia struktury skalnej ograniczają się w zasadzie do lewego ociosu (po stronie upadu warstw). Zasięg strefy odprężonej w tej części górotworu dochodzi do 1,7 m. W prawym ociosie zasięg zniszczeń nie przekracza 0,5 m.



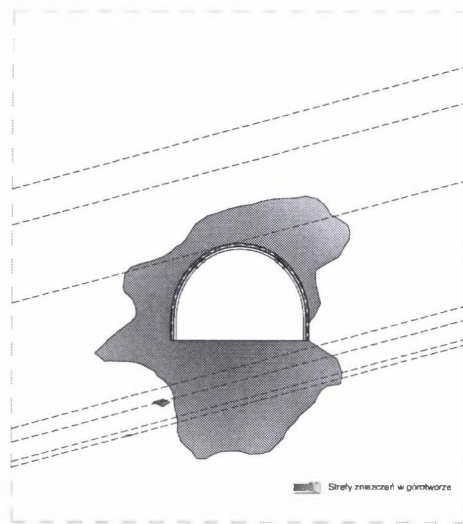
Rys. 4.1. Strefy zniszczeń wokół chodnika 41 przed rozpoczęciem eksploatacji

Fig. 4.1. Failure zones in the rock mass in a vicinity of the main gate 41 before starting of the longwall working

Trzeci etap obliczeń obejmował dobór najkorzystniejszego zabezpieczenia chodnika 41 w jednostronnym otoczeniu zrobów. W tym celu przyjęto trzy warianty zabezpieczeń:

- I - wyrobisko chronione jedynie obudową podporową,
- II - układ kasztów drewnianych od strony zrobów,
- III - pas podporowy ze spoiwa mineralnego UTEX-15.

Dla przyjętych sposobów zabezpieczeń przeprowadzono analizę porównawczą, polegającą na określeniu wielkości stref zniszczeń struktury skalnej wokół chronionego wyrobiska.



Rys. 4.2. Strefy zniszczeń wokół chodnika 41 przed frontem ściany XII

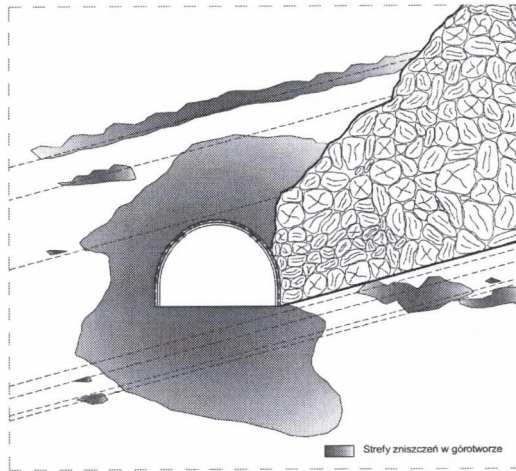
Fig. 4.2. Failure zones of the rock mass in a vicinity of the main gate 41 in front of longwall face

Wariant 1. Zastosowanie do ochrony chodnika 41 jedynie obudowy podporowej spowodowało gwałtowny przyrost wszystkich stref zniszczeń w górotworze otaczającym (rys.4.3). W stropie wyrobiska wyznaczona wysokość strefy zniszczeń wynosi obecnie 3,4m, co w odniesieniu do etapu II (wyrobisko przed frontem ściany) stanowi przyrost o ok.113%. W ociosie wyrobiska przyrost zniszczeń w porównaniu do drugiego etapu obliczeń wynosi ok. 70% i obecnie poziomy zasięg zniszczeń ociosowych wynosi 2,9 m. W spągu wyrobiska wyznaczona głębokość zniszczeń wynosi ok. 5,2 m, co stanowi przyrost o ok. 21%.

Poza głównymi strefami zniszczeń stanowiących bezpośrednie otoczenie chronionego wyrobiska występuje szereg odrębnych stref zarówno w stropie, jak i spągu wyrobiska. Są one związane bezpośrednio z kontaktami międzywarstwowymi. Szczególnie istotna z punktu widzenia stabilności wyrobiska jest rozległa strefa rozwarstwień stropowych, występująca na kontakcie iłowca i mułowca. Może ona powodować dodatkowe obciążenie obudowy wyrobiska przez odspojenie skał stropowych, a w konsekwencji utratę stabilności obudowy podporowej (rys.4.6).

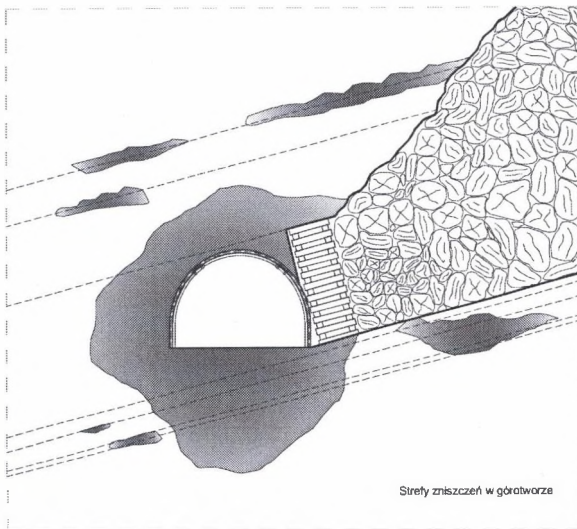
Wariant 2. Znacznie mniejszy przyrost stref zniszczeń w stosunku do drugiego etapu obliczeń odnotowano w przypadku wariantu 2, polegającego na zastosowaniu układu kasztów drewnianych wypełnionych kamieniem pochodzącym ze zrobów (rys.4.4). W stropie wyrobiska wysokość stref zniszczeń wyznaczona dla rozpatrywanego wariantu wynosi 2,2 m, co w porównaniu z wariantem 1 stanowi wysokość mniejszą o ok. 35%. Zastosowanie kasztów drewnianych wpłynęło również na zmniejszenie stref zniszczeń ociosowych i

spągowych o ok. 10%. Podobnie jak w przypadku wariantu 1 odnotowano występowanie rozwarstwień stropowych i spągowych, mogących wpływać na stateczność obudowy podporowej wyrobiska (rys.4.6).



Rys. 4.3. Wyrobisko chronione jedynie obudową podporową

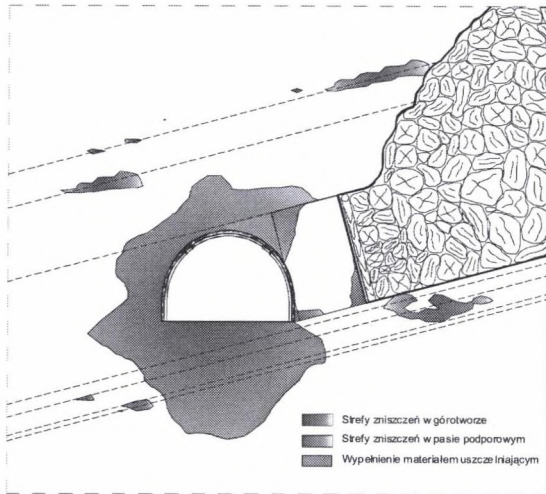
Fig. 4.3. The main gate 41 protected by the road support only



Rys. 4.4. Wyrobisko chronione obudową podporową i układem kasztów drewnianych wypełnionych kamieniem

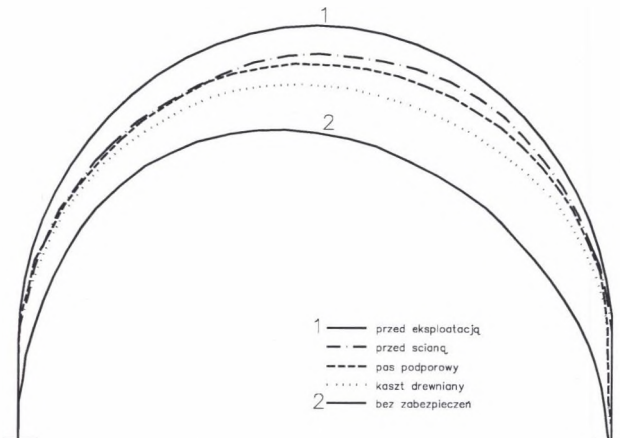
Fig. 4.4. The main gate 41 protected by road support and the rock filled cribs

Wariant 3. Przeprowadzone obliczenia numeryczne wykazały, że najmniejsze zniszczenia struktury skalnej zostały odnotowane w przypadku ochrony chodnika 41 przez pas podporowy wykonany ze spoiwa mineralnego UTEX-15 (rys.4.5).



Rys. 4.5. Wyrobisko chronione obudową podporową i pasem podsadzkiowym ze spoiwa mineralnego UTEX-15

Fig. 4.5. The main gate 41 protected by the road support and by road side pack made of mineral Utex-15 binder



Rys. 4.6. Deformacje obudowy wyrobiska dla wybranych wariantów zabezpieczeń

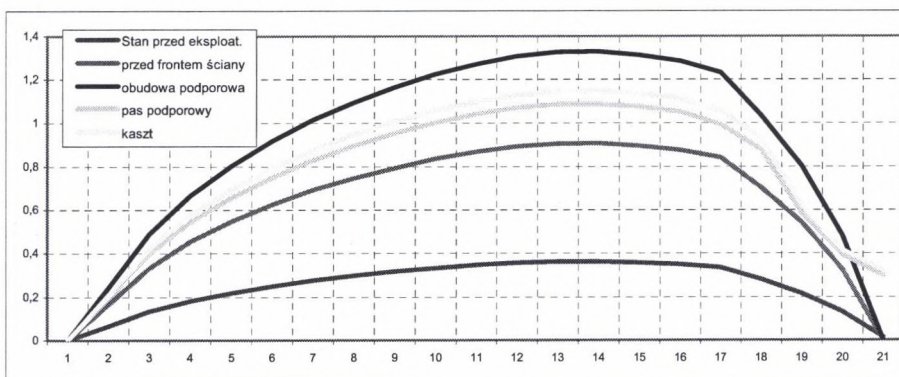
Fig. 4.6. Deformations of the road support

W stropie wyrobiska wysokość strefy zniszczeń dla rozpatrywanego układu zabezpieczeń wynosi ok. 2 m, co w porównaniu z wariantem 1 jest wartością mniejszą o ok. 40%. natomiast w porównaniu z wariantem 2 strefa stropowa jest mniejsza o ok. 10%. Duża odporność pasa podporowego spowodowała, że zasięg zniszczeń ociosowych w porównaniu z drugim etapem obliczeń (wyrobisko przed frontem ściany) nie uległ zmianie i wynosi 1,7 m.

W spągu wyrobiska głębokość zniszczenia struktury skalnej wynosi obecnie 4,4 m, co w porównaniu do etapu drugiego stanowi przyrost nie przekraczający 5%.

Powstałe w wyniku prowadzonej eksploatacji górniczej oddzielne strefy zniszczeń związane z kontaktami międzywarstwowymi nie stanowią istotnego zagrożenia dla stabilności obudowy podporowej chodnika 41.

Przewidywane deformacje obudowy podporowej wyrobiska i prognozowane wartości wypiętrzenia spągu do przestrzeni roboczej chodnika przedstawiają rys. 4.6 i 4.7.



Rys. 4.7. Prognozowane wypiętrzenie spągu dla wybranych wariantów zabezpieczeń

Fig. 4.7. Prediction of the floor heaving

5. Wnioski

1. Przeprowadzona analiza numeryczna wykazała, że zastosowanie dodatkowo pasa podporowego ze spoiwa mineralnego UTEX-15 stanowi najskuteczniejszy sposób ochrony chodnika podścianowego 41 w pokładzie 405/1 i stwarza możliwość utrzymania jego stateczności.
2. Ochronny pas podporowy ze spoiwa mineralnego zapewnia najkorzystniejszy rozkład naprężeń zredukowanych wokół wyrobiska i szczelną izolację zrobów ściany XII.
3. Pakiet cienkich warstw spągowych występujący w rejonie otworów Gp-52/02 i G-51/02 jest przyczyną lokalnego wypiętrzenia spągu do wyrobiska (rys.4.7).
4. Przeprowadzona symulacja komputerowa wykazała, że istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość oraz kształt stref zniszczeń wokół wyrobiska górniczego jest spójność kontaktu międzywarstwowego.
5. Zastosowany w pracy model numeryczny uwzględniający płaszczyzny rozdziału międzywarstwowego pozwala określić skomplikowany charakter deformacji górotworu w bezpośrednim otoczeniu wyrobiska górniczego. Uwzględniając spójność i tarcie

między poszczególnymi warstwami istnieje możliwość wyznaczania zniszczeń w poszczególnych warstwach górotworu.

LITERATURA

1. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
2. Chudek M.: Obudowa wyrobisk górniczych. Cz1. „Śląsk”, Katowice 1986.
3. Badania wytrzymałościowe górotworu z rejonu chodnika 41. Materiały KWK „Szczygłowice”.
4. Kidybiński A.: Podstawy geotechniki kopalnianej. „Śląsk”, Katowice 1982.
5. Hoek E., Brown E. T.: Practical Estimates of Rock Mass Strength. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Vol34, No 8.
6. Wesołowski M.: Numeryczny model wyrobiska korytarzowego w górotworze uwarstwionym. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Maciej Mazurkiewicz

Abstract

Preservation of the main gates stability of the longwalls with roof caving relies on selection of their optimum protections ways. Using the numericals models research the paper presents the influence of the kinds of applied protections ways as roadside pack made of mineral Utex-15 binder or rock filled cribs on failure zones sizes in a vicinity of the main gate 41 in the “Szczygłowice” colliery. As efficiency criteria of the protection ways of this main gate the magnitude of the floor heaving and magnitude of deformations of the road support has been accepted.