ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979
Seria: GÓRNICTWO z.96 Nr kol. 595

Zenon SZCZEPANIAK
Jan URBAŃCZYK
Jerzy BRODA
Stanisław PŁOSKOŃ

BADANIA MODELOWE NAD STATECZNOŚCIĄ POŁĄCZEŃ POZIOMYCH WYROBISK UDOSTĘPNIAJĄCYCH

Streszczenie. W opracowaniu podano własności materiałów ekwiwalentnych /sporządzonych na bazie szkła wodnego sodowego i żużla pochromitowego/ oraz konstrukcję stoiska do badań modelowych nad statecznością połączeń poziomych wyrobisk udostępniających. Podano także przebieg badań oraz ich zasadnicze wyniki.

1. WSTĘP

Niektóre zjawiska zachodzące w górotworze naruszonym robotami górniczymi, ze względu na specyficzne warunki kopalniane, nie dają się śledzić bezpośrednio w kopalni. Z uwagi na to, do badania zjawisk z dziedziny mechaniki górotworu - obok pomiarów kopalnianych i badań teoretycznych - stosuje się również badania laboratoryjne na modelach.

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod modelowania zjawisk zachodzących w górotworze jest modelowanie za pomocą materiałów ekwiwalentnych. Technikę taką zastosowano także dla ustalenia zasięgu, wielkości i rozkładu naprężeń ściskających występujących w caliźnie ociosów wyrobisk w rejonie ich połączenia, wykonując odpowiednie modele z nowego rodzaju, szybkosprawnego materiału ekwiwalentnego [2].

2. USTALENIE SKŁADU I WŁASNOŚCI MATERIAŁÓW EKWIWALENTNYCH

Badania laboratoryjne stateczności naroży połączeń poziomych wyrobisk udostępniających przeprowadzono na modelach z uwzględnieniem przyjętych zasad podobieństwa modelowego.

W warunkach laboratoryjnych odwzorowano i badano dwa podstawowe warianty wzorca naturalnego:

- górotwór zbudowany z uwarstwionych skał średniozwięzłych odpowiadających łupkom piaszczystym o doraźnej wytrzymałości na ściskanie $R_c = 3,2 \cdot 10^4$ KN/m^2; średnia miąższość warstw równa około 0,75 m, zaleganie warstw poziome,

- górotwór zbudowany z nieuwarstwionych skał zwięzłych odpowiadających piaskowcom o doraźnej wytrzymałości na ściskanie $R_c=5,8.10^4$ KN/m^2.

Podstawowe własności fizyko-mechaniczne skał wzorca naturalnego zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1

ZESTAWIENIE
WŁASNOŚCI FIZYKO-MECHANICZNYCH SKAŁ WZORCA NATURALNEGO

Lp.	Własności fizyko-mechaniczne		Łupek piaszczysty	Piaskowiec
	Symbol	Jednostka		
1.	R_c	KN/m^2	$3,2 . 10^4$	$5,8 . 10^4$
2.	Rg	kN/m^2	$2,6 . 10^3$	$8,1 . 10^3$
3.	Rr	kN/m^2	$1,4 . 10^3$	$3,4 . 10^3$
4.	E	kN/m^2	$6,9 . 10^6$	$13,7 . 10^6$
5.	ν	-	0,12	0,11
6.	ϱ	kG/m^3	$2,53 . 10^3$	$2,65. 10^3$
7.	c	kN/m^2	$1,22. 10^3$	$3,00. 10^3$
8.	φ	%	71	78

Badania laboratoryjne nad statecznością połączeń wyrobisk przeprowadzono w stoisku pomiarowym - które omówiono w dalszej części opracowania - zezwalającym na wykonanie i przebadanie modeli zgodnie z założoną skalą wymiarów liniowych, tj. 1:25.

Udział procentowy składników materiału ekwiwalentnego /przygotowywanego zgodnie z zaleceniami podanymi w pracy [2]/, ustalony na drodze doświadczalnej, podano w tablicy 2.

Tablica 2

UDZIAŁ PROCENTOWY SKŁADNIKÓW MATERIAŁU EKWIWALENTNEGO /SKALA MODELOWANIA 1 : 25/

Lp.	Wzorzec naturalny	Udział procentowy składników				
		piasek	żużel pochromitowy "Chromalit"	szkło wodne sodowe	woda	środek powierzchniowo czynny "Nekal"
1.	Łupek piaszczysty	79,1	6,9	8,5	5,5	0,5
2.	Piaskowiec	72,7	9,8	12,1	5,4	0,5

UWAGA: Ilość nekalu wyznacza się w stosunku do łącznej zawartości szkła wodnego sodowego i wody w materiale ekwiwalentnym.

Materiał ekwiwalentny o ustalonym składzie poddano badaniom laboratoryjnym w celu określenia wymaganych własności fizyko-mechanicznych. Badania te prowadzono zgodnie z obowiązującymi wytycznymi w tym zakresie. Własności materiału ekwiwalentnego, określone na podstawie badań, zestawiono w tablicy 3.

Tablica 3

ZESTAWIENIE WŁASNOŚCI FIZYKO-MECHANICZNYCH MATERIAŁU EKWIWALENTNEGO, OKREŚLONYCH NA PODSTAWIE BADAŃ LABORATORYJNYCH

Lp.	Własności fizyko-mechaniczne		Łupek piaszczysty	Piaskowiec
	Symbol	Jednostka		
1.	R_c	kN/m^2	$9,7 \cdot 10^2$	$19,1 \cdot 10^2$
2.	Rg	kN/m^2	$1,6 \cdot 10^2$	$3,1 \cdot 10^2$
3.	Rr	kN/m^2	$0,9 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^2$
4.	E	kN/m^2	$23 \cdot 10^4$	$44 \cdot 10^4$
5.	ν	-	0,13	0,12
6.	ρ	kG/m^3	$2 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$
7.	C	kN/m^2	$0,8 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$
8.	φ	%	59	63

3. KONSTRUKCJA STCISKA POMIAROWEGO

Stanowisko pomiarowe do badań stateczności połączeń poziomych wyrobisk udostępniających, wykonanych w skali 1:25, składało się z trzech podstawowych podzespołów:

- skrzyni modelowej,
- układu do nadawania naprężeń pionowych w modelowanym górotworze,
- układu pomiarowego przebiegu deformacji górotworu.

Skrzynia modelowa /rys.1/ o wymiarach 1200 x 1200 x 1200 mm składa się z podstawy, do której umocowano konstrukcję nośną ścian bocznych wykonanych ze szkła organicznego.
Konstrukcję nośną wykonano ze stalowych płaskowników i kątowników; ściany boczne o grubości 30 mm, usztywniono dodatkowo płaskownikami przykręconymi do konstrukcji nośnej.

Górną powierzchnię skrzyni modelowej stanowiła płyta stalowa, wzmocniona kratownicą z płaskowników, przykręcona do konstrukcji nośnej skrzyni. Skrzynię modelową wykonano jako konstrukcję rozbieralną.

Żądaną wielkość naprężeń pionowych w modelu osiągnięto poprzez wtłaczanie, pod odpowiednim ciśnieniem, powietrza do poduszki gumowej o wymiarach odpowiadających górnej powierzchni modelu - umieszczonej pod

górną płytą stalową. Rozwiązanie takie pozwoliło na równomierne obciążenie modelowanego górotworu.

Rys.1. Stanowisko do badań modelowych

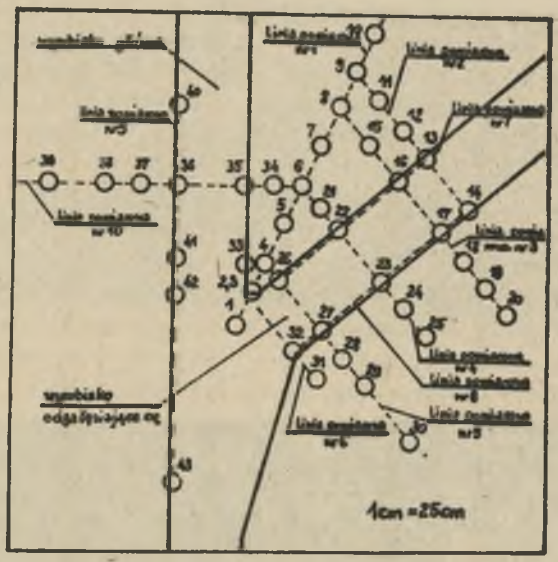
W celu ograniczenia sił tarcia na kontakcie warstw modelowanego górotworu i ścian wewnętrznych skrzyni modelowej zastosowano powłokę poślizgową składającą się z cieńkiej warstwy oleju parafinowego, nałożonego na wewnętrzne ścianki stoiska i arkuszy folii PCV.

Układ pomiarowy deformacji warstw górotworu stanowiły trójzakresowe czujniki elektrooporowe, pozwalające mierzyć przemieszczenia obserwowanych punktów pomiarowych w zakresie 0,00 - 40,00 mm, z dokładnością do 0,03 mm. Wskazania czujników w mm rejestrowano automatycznie drukarką podłączoną do cyfrowego miernika przemieszczeń CMP-2.

Czujniki zamontowano na belce montażowej wg przyjętego schematu /rys.2/.

Belkę montażową, wraz z czujnikami zabezpieczonymi indywidualnymi osłonami, umieszczono wewnątrz modelowanego górotworu.

Zaprojektowane stanowisko badawcze umożliwiło prowadzenie badań połączeń poziomych wyrobisk udostępniających w warunkach zbliżonych do panujących w górotworze naturalnym.



Rys.2. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych w modelach wykonanych w skali 1:25

4. RODZAJE BADAŃ I SPOSÓB ICH PROWADZENIA

Badania laboratoryjne nad statecznością połączeń poziomych wyrobisk udostępniających przeprowadzono na modelach, w których odwzorowano najczęściej spotykany rodzaj połączenia wyrobisk korytarzowych, tj. odgałęzienie, przyjmując następujące gabaryty wyrobiska głównego i odgałęziającego się:

- szerokość wyrobiska głównego i odgałęziającego się równa się około 4 m,
- wysokość wyrobiska głównego i odgałęziającego się równa się około 3 m.

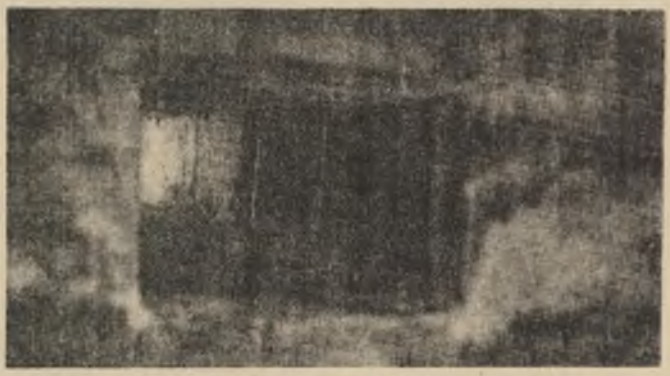
Przyjęte gabaryty wyrobisk odpowiadają schematowi odgałęzienia, w którym - tak w wyrobisku głównym, jak i odgałęziającym się - prowadzone są dwa torowiska /przy odstawie kołowej/. Badaniami objęto modele, w których odwzorowano - w obydwu wariantach odnośnie lokalizacji połączenia wyrobisk - odgałęzienia prawe /szerokość czoła naroża przyjęto równą 0,5 m a promień łuku toru w wyrobisku odgałęziającym się - 20 m/.

4.1. Przebieg badań laboratoryjnych

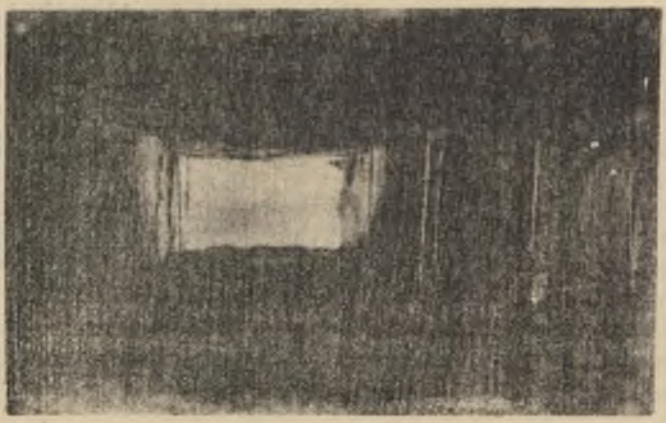
Badany model obciążano /w prasie hydraulicznej/ w sposób ciągły, rejestrując przemieszczenia górotworu w założonych punktach pomiarowych po każdorazowym wzroście obciążenia o około 1,2 kN. Równolegle z rejestracją wskazań elektrooporowych czujników przemieszczeń wykonano dokumentację fotograficzną obserwowanych deformacji modelu w rejonie badanego połączenia wyrobisk.

Na rys. 3,4 i 5 pokazano przykładowo przebieg deformacji modelu, w którym odwzorowano wyrobiska oddzielone filarem o szerokości 0,8 m zlokalizowane w skałach zwięzłych.

Na rys.3 przedstawiono widok modelu przed przystąpieniem do badań, /tj. bez obciążenia pionowego/, rys.4 -deformację wyrobisk w miarę wzrostu obciążenia pionowego, zaś rys.5 - stan modelu po ukończeniu badań, tj. przy obciążeniu pionowym równym około 9,5 . 10^2 kN/m^2.



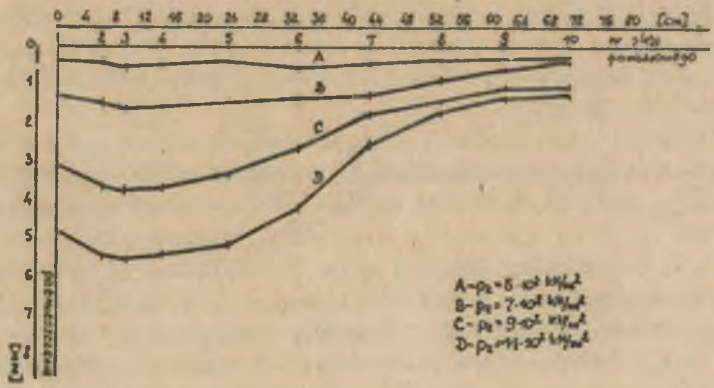
Rys.3. Widok modelu przed przystąpieniem do badań



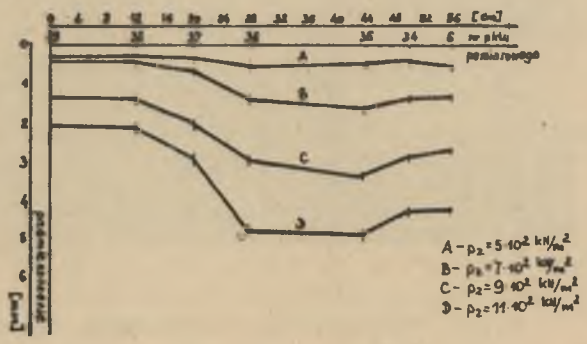
Rys.4. Deformacja wyrobisk odgałęzienia w miarę wzrostu obciążenia pionowego badanego modelu.

Rys.5. Widok modelu po ukończeniu badań

Przykładowy przebieg deformacji w badanym modelu przedstawiono na rys. 6 i 7. Rysunki przedstawiają przebieg deformacji górotworu rejestrowany czujnikami założonymi w punktach pomiarowych wzdłuż linii pomiarowej nr 1 i nr 10 /rys.2/.



Rys.6. Przebieg deformacji górotworu w badanym modelu, rejestrowany czujnikami założonymi wzdłuż linii pomiarowej nr 1



Rys.7. Przebieg deformacji górotworu w badanym modelu, rejestrowany czujnikami założonymi wzdłuż linii pomiarowej nr 10

5. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

Z przeprowadzonych badań laboratoryjnych na modelach nad statecznością połączeń wyrobisk wynikają następujące wnioski:

- zastosowanie mas szybkowiążących jako materiału ekwiwalentnego do wykonawstwa modeli pozwala na odwzorowanie wzorca naturalnego w szerokim zakresie skal modelowania, co ułatwia prowadzenie badań laboratoryjnych,
- dokładne odwzorowanie na modelu zjawisk zachodzących w górotworze jest praktycznie niemożliwe, z uwagi na anizotropowość górotworu,
- największa koncentracja naprężeń ściskających w rejonie połączenia wyrobisk występuje w narożu i w przeciwległych do niego ociosach, na odcinku długości około 3-5 m licząc od czoła naroża,
- najczęstszą przyczyną deformacji wyrobisk odgałęzienia jest wystąpienie w jego ociosach i w narożu sumarycznych naprężeń pierwotnych i dodatkowych o wielkości przekraczającej doraźną wytrzymałość na ściskanie skał zalegających w otoczeniu danego odgałęzienia,
- wyrobiska w rejonie ich połączenia można zabezpieczyć przed nadmiernymi deformacjami przez ograniczenie sumarycznej wielkości naprężeń pierwotnych i dodatkowych /występujących w ociosach przeciwległych do naroża/, do wielkości nie większej od doraźnej wytrzymałości na ściskanie skał zalegających w otoczeniu naroża.

6. LITERATURA

[1] BORECKI M., CHUDEK M.: Mechanika górotworu. Śląsk.Katowice 1972.

[2] STRAŠ J., URBANCZYK J.: Masy szybkowiążące jako materiały ekwiwalentne do modelowania górotworu. ZN. Pol.Śl. Górnictwo z.68 1975.

[3] SZCZEPANIAK Z.: Stan naprężeń w narożach połączeń podziemnych wyrobisk korytarzowych. ZN. Pol.Śl. Górnictwo z.7, 1963.

[4] URBANCZYK J.: Stateczność naroży połączeń poziomych wyrobisk udostępniających. Praca doktorska - nie publikowana.

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВСКРЫВАЮЩИХ ВЫРАБОТОК

Резюме:

В статье приводится свойства материалов /полученных из жидкого натриевого сеткла и прохотимого шлака/, а также конструкцию места для модельных исследований устойчивости горизонтальных соединений вскрывающих выработок. Приводится тоже протекание исследований, а также их основные результаты.

MODEL EXAMINATION OF THE STABILITY OF HORIZONTAL CONNECTIONS OF OPENING-OUT HEADINGS

S u m m a r y

The paper presents the properties of the equivalent materials /composed on the basis of sodium water glass and polychromite slag/ and the design of the stand for model examination of stability of horizontal connections of opening-out headings. The course of examination and its basic results are also presented.