

TADEUSZ MAJCHERCZYK, PIOTR MAŁKOWSKI, ZBIGNIEW NIEDBALSKI
**Badania nowych rozwiązań technologicznych
w celu rozrzedzania obudowy podporowej
w wyrobiskach korytarzowych**

Streszczenie

Niniejsza publikacja jest wynikiem badań przeprowadzonych w ramach projektu badawczego własnego MNiSW pt.: „Badania nowych rozwiązań technologicznych w celu rozrzedzania obudowy podporowej w wyrobiskach korytarzowych” Nr 4 T12A 002 29.

W monografii przedstawiono przegląd obecnie stosowanych rozwiązań technologicznych w zakresie schematów obudowy wyrobisk korytarzowych w podziemnych kopalniach węgla oraz stosowanych w tym celu materiałów. Omówiono dokumenty prawne, na których opiera się metodyka projektowania obudowy wyrobisk oraz kierunki rozwoju rozwiązań technicznych obudowy.

W dalszej części pracy zamieszczono wyniki badań kopalnianych z pięciu różnych wyrobisk, w których zastosowano różne schematy obudowy podporowo-kotwiowej. W ramach badań realizowano pomiary własności wytrzymałościowych górotworu, pomiary konwergencji, pomiary zasięgu strefy spękań, pomiary przemieszczeń warstw stropowych, pomiary obciążeń odrzwi obudowy oraz pomiary obciążenia kotew.

Na podstawie przeprowadzonych badań stateczności wyrobisk korytarzowych przeanalizowano zachowanie się górotworu o różnej litologii i różnych własnościach geomechanicznych przy zastosowaniu wybranych schematów obudowy podporowo-kotwiowej. W wyrobiskach o długim okresie użytkowania tego typu obudowa najlepiej zapewnia ich stateczność, szczególnie, gdy stosowane są kotwy długie. Badania prowadzone w kilku kopalniach węgla kamiennego pozwoliły na określenie skuteczności pracy zastosowanych rozwiązań technicznych, a także określenie wyężenia obudowy w danych warunkach górniczo-geologicznych. Stwierdzono, że optymalne wykorzystanie nośności wykonanej obudowy powinno być priorytetem przy opracowywaniu projektów schematów obudowy dla danego wyrobiska.

Mogą w tym zakresie być pomocne obliczenia numeryczne. Wykonane badania kopalniane pozwoliły na dobór odpowiedniego modelu konstytutywnego, a badania laboratoryjne na dobór parametrów modelu. Wyniki obliczeń numerycznych wskazują, że na ich podstawie można z dużą dokładnością przewidywać rozkład naprężeń i przemieszczeń wokół projektowanych wyrobisk korytarzowych. Wyniki badań kopalnianych są bowiem do nich zbliżone.

Na zakończenie pracy podano zalecenia dotyczące kontroli pracy obudowy oraz stateczności górotworu wokół wyrobisk podziemnych. Prowadzony monitoring w dużej mierze może przyczynić się do właściwego i racjonalnego wykorzystania parametrów technicznych stosowanych obudów wyrobisk korytarzowych zwłaszcza na dużych głębokościach. Istotnym elementem pracy jest przedstawienie schematów nowych rozwiązań konstrukcyjnych pozwalających rozrzedzić dotychczas stosowaną obudowę łukową podatną.

TADEUSZ MAJCHERCZYK, PIOTR MAŁKOWSKI, ZBIGNIEW NIEDBALSKI
**Testing New Technological Solutions for Increasing
the Clear Interval Between Arches in Roadways**

Summary

The present publication is a result of the study carried out as part of the research project granted by the Polish Ministry of Science and Higher Education entitled: ‘Testing Novel Technological Solutions for Rarefaction of Support in Roadways’ (No 4 T12A 002 29).

The monograph initially reviews all currently applied technical solutions of support schemes and materials used for their construction in underground coal-mine roadways. Additionally, all legal documents regulating both the methodology of designing the roadways’ support and the development directions of technical solutions are discussed in the present publication.

The next part of the monograph presents the results of coal-mine research in five different roadways, where various schemes of mixed support with roof bolting have been applied. The measurements of strength parameters, convergence, range of fracture zone, roof strata dislocation, frame load and bolt load were executed as part of the research project.

On the basis of tests related to underground heading stability the behaviour of rock mass with different lithology and different geomechanical properties was analysed with the application of selected schemes of mixed support with roof bolting. In roadways used in a long period of time, such type of support system provides stability in the most effective and efficient way, especially if long bolts are applied. The study carried out in several coal mines allowed to estimate the effectiveness of applied technical solutions and also to determine the support’s effort in particular mining and geological conditions. It was concluded that the optimal use of support’s load capacity should be a priority in the process of designing projects of support schemes for particular roadway.

Numerical computations may prove to be very useful in this respect. The executed coal-mine research allowed to select a proper constitutive model whereas laboratory research helped to select the model parameters. The results of numerical computations, which are approximate to the coal-mine research results, seem to clearly indicate that it is possible to predict the distribution of stress and displacement near designed roadways with a considerable precision on the basis of numerical methods.

The final part of the monograph contains some recommendations regarding the control of support’s work and the stability of rock mass near underground roadways. The monitoring

process may go far towards proper and rational selection and use of technical parameters applied in roadways' support systems, especially at considerable depths. Presenting the schemes of new construction solutions allowing for the increasing the clear interval between the hitherto applied yielding arch support constitutes a crucial element of the present research work.

1. Wstęp

Efektywna eksploatacja górnicza wymaga ciągłego udostępniania złożeń i przygotowywania nowych pól eksploatacyjnych. Rozcinanie nowych partii złożeń związane jest z drążeniem wielu kilometrów wyrobisk korytarzowych tzw. wyrobisk udostępniających i przygotowawczych. Rocznie wykonuje się około 350÷400 kilometrów tego typu wyrobisk, w bardzo zróżnicowanych warunkach górnico-geologicznych, z czego ok. 80% stanowią wyrobiska kamienne i węglowo-kamienne, a tylko 20% stanowią wyrobiska węglowe (Żyliński & Grzybowski 2004). Drążenie wyrobisk korytarzowych wymaga zastosowania odpowiedniej obudowy, która gwarantuje sprawne wykonanie, a następnie użytkowanie drążonego wyrobiska w zakładanym czasie jego funkcjonowania.

Stwierdzenie to nabiera jeszcze większego znaczenia gdy uwzględni się fakt, że natężenie robót udostępniających i przygotowawczych w ostatnim okresie czasu zmalało. Jeżeli jeszcze w latach 1993–1997 wskaźnik natężenia robót w ww. wyrobiskach wyrażony w metrach bieżących na tysiąc ton wydobywania był większy od pięciu to na początku XXI wieku spadł do ok. 4 mb/tys. ton (Głodzik & Woźny 2005). Zmniejszenie ilości drążonych wyrobisk korytarzowych spowodowane było głównie zwiększającą się koncentracją wydobywania i obecnie utrzymuje się na stałym poziomie. Biorąc przy tym pod uwagę znaczenie niektórych wyrobisk przygotowawczych i udostępniających, które jako wyrobiska transportowe lub wentylacyjne mają długi okres użytkowania, to właściwy dobór obudowy dla tych wyrobisk ma kapitalne znaczenie z punktu widzenia nie tylko jednego rejonu wydobywczego, ale całego zakładu górniczego.

Opracowanie i wdrożenie schematu obudowy w kopalniach węgla w warunkach polskich jest wyjątkowo trudne. Związane jest to z charakterem górotworu karbońskiego, którego uwarstwienie oraz liczne spękania i zaburzenia geologiczne powodują, że jest on niejednorodny i anizotropowy. Przyczynia się do tego także średnia głębokość eksploatacji w polskich kopalniach węgla. Wynosi ona obecnie ok. 680 m i corocznie zwiększa się o ok. 6÷8 m, a w niektórych kopalniach najgłębsze poziomy wydobywcze już dziś osiągają 1200÷1300 m (materiały Rady Ochrony Pracy WUG). Konstrukcja obudowy musi być jednocześnie w miarę prosta, łatwa do wykonania i powinna zajmować w wyrobisku jak najmniej miejsca. Nie może przeszkadzać w prowadzeniu procesów technologicznych związanych z urabianiem, transportem, odstawą itd. Ponadto powinna być możliwie jak najtańsza.

Materiał użyty do jej wykonania powinien być dobrej jakości i łatwo dostępny na rodzimym rynku.

Analizując powyższe wymagania można stwierdzić, że wachlarz możliwości, w zakresie konstrukcji obudowy górniczej, jest bardzo szeroki. Prace badawcze i wdrożeniowe prowadzone są we wszystkich polskich ośrodkach naukowo-badawczych: Głównym Instytucie Górnictwa, Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechnice Śląskiej, Centrum Badawczo-Rozwojowym „Cuprum”, Centrum Mechanizacji Górnictwa „KOMAG” i innych. Prace dotyczą przede wszystkim podstaw teoretycznych i metod projektowania obudów wyrobisk górniczych, doświadczeń projektowych w zakresie wykonywania odgałęzień i skrzyżowań wyrobisk korytarzowych, analizy stateczności wyrobisk górniczych (w tym również przestrzennej) oraz sposobów wzmacniania górotworu i obudowy w miejscach o spodziewanych koncentracjach naprężeń oraz w rejonie wyrobisk eksploatacyjnych.

W niniejszej pracy przedstawiono przegląd obecnie stosowanych rozwiązań technicznych w zakresie schematów obudowy wyrobisk korytarzowych w podziemnych kopalniach węgla oraz stosowanych w tym celu materiałów. Omówiono dokumenty prawne, na których opiera się metodyka projektowania wyrobisk oraz kierunki rozwoju rozwiązań technicznych obudowy.

Na podstawie prowadzonych badań stateczności wyrobisk korytarzowych przeanalizowano zachowanie się górotworu o różnej litologii i różnych własnościach geomechanicznych przy zastosowaniu wybranych schematów obudowy podporowo-kotwiowej. Obudowę podporową stanowiły w każdym przypadku odrzwia stalowej obudowy łukowej podatnej. W wyrobiskach o długim okresie użytkowania tego typu obudowa najlepiej zapewnia ich stateczność, szczególnie, gdy stosowane są kotwy długie, na przykład strunowe. Badania prowadzone w kilku kopalniach węgla kamiennego pozwoliły na określenie skuteczności pracy zastosowanych rozwiązań technicznych, a także określenie wyężenia obudowy w określonych warunkach górnico-geologicznych. Optymalne wykorzystanie nośności wykonanej obudowy powinno być priorytetem przy opracowywaniu projektów schematów obudowy dla danego wyrobiska.

Mogą w tym zakresie być pomocne obliczenia numeryczne. Wykonane badania kopalniane pozwoliły na dobór odpowiedniego modelu konstytutywnego, dzięki któremu można z dużą dokładnością przewidywać rozkład naprężeń i przemieszczeń wokół projektowanych wyrobisk korytarzowych.

Na zakończenie pracy podano zalecenia dotyczące kontroli pracy obudowy oraz stateczności górotworu wokół wyrobisk podziemnych. Prowadzony monitoring w dużej mierze może przyczynić się do właściwego i racjonalnego wykorzystania parametrów technicznych stosowanych obudów wyrobisk korytarzowych. Istotnym elementem pracy jest przedstawienie schematów nowych rozwiązań konstrukcyjnych pozwalających rozrzedzić stosowaną dotychczas obudowę łukową podatną.