

Marek Płonka*

ZMIENNOŚĆ OBCIĄŻENIA SEKCJI OBUDOWY W ŚCIANIE ZAWAŁOWEJ

Streszczenie

Prezentowano wyniki pomiarów ciśnienia w przestrzeni podtłokowej stojaków obudowy zmechanizowanej, prowadzonych podczas eksploatacji pokładu w dwóch ścianach zawałowych. Opisano system pomiarowy, jego modyfikacje oraz sposób rejestracji i gromadzenia danych. Pomiary wykonywano w czasie eksploatacji ścianami zlokalizowanymi na głębokościach średnio około 750 i 900 m, które miały wysokość od 2,15 do 3,20 m. Wyniki pomiarów przedstawiono w postaci wykresów zmian ciśnienia oraz podporności obudowy, pokazanych na tle pola ściany, na którym zostały zaznaczone również wpływy wcześniejszych eksploatacji w sąsiadujących pokładach. Do obliczeń podporności obudów zmechanizowanych wykorzystano autorski program, w którym uwzględniono zarówno wysokość eksploatacji, ciśnienie w stojakach obudowy, jak i szerokość ścieżki kombajnowej i zmniejszające się z wysokością obciążenie osłony odzawałowej.

Load variation of the set of support in the longwall with roof caving

Abstract

The results were presented of pressure measurements in a space under pistons of props of powered support, conducted during mining of seams in two longwalls with roof caving. The measurement system was described, its modifications as well as a way of data recording and storing. The measurements were executed during working for longwalls located on ca. 750 and 900 m depths in average, with height between 2.15 and 3.20 m. The results of measurements were presented in the form of plots of pressure variations and the support load-bearing capacity, showed on the background of working excavation, on which the impact of earlier workings in neighboring seams were also marked. The author's program was used for calculation of the powered supports load-bearing capacity, in which both the height of exploitation, the pressure in props of support, as well as the width of shearer path and the getting smaller with the height load of support caving shield, were considered.

WPROWADZENIE

W ramach realizowanego projektu badawczego własnego, dotyczącego rozkładu obciążenia zmechanizowanej obudowy w ścianie zawałowej, prowadzono pomiary zmienności ciśnienia w przestrzeni podtłokowej stojaków obudowy. Można je interpretować jako przejaw interakcji między obudową a stropem, odpowiedź na obciążenie pochodzące ze strony górotworu. Rejestracja i przesyłanie wyników takich pomiarów okazały się możliwe po wprowadzeniu do praktyki górniczej nowoczesnych systemów sterowania i monitoringu, wspomagających efektywne prowadzenie procesu produkcyjnego. Postęp techniczny, zwłaszcza w dziedzinie elektroniki, umożliwił przy dużej częstotliwości próbkowania traktowanie danych praktycznie jak

* Główny Instytut Górnictwa

danych o charakterze ciągłym. Systemy te umożliwiają pomiar wybranych parametrów i rejestrację, na przykład ciśnienia w stojakach obudowy, zmian odległości w przesuwnikach sekcji, a tym samym zmian jej położenia, zapisu dokładnego czasu dokonania pomiaru, czasu trwania poszczególnych operacji technologicznych itp.

Dotychczas pomiary obciążenia obudowy były prowadzone najczęściej za pomocą dynamometrycznych przyrządów pomiarowych. Stanowiska badawcze składały się ze stosunkowo niedużej liczby punktów pomiarowych, odczytywanych kilka razy dziennie. Trudności w pomiarach wynikały także z braku możliwości przemieszczania bazy pomiarowej wraz z postępem ściany.

1. SYSTEM POMIARÓW I MONITORINGU

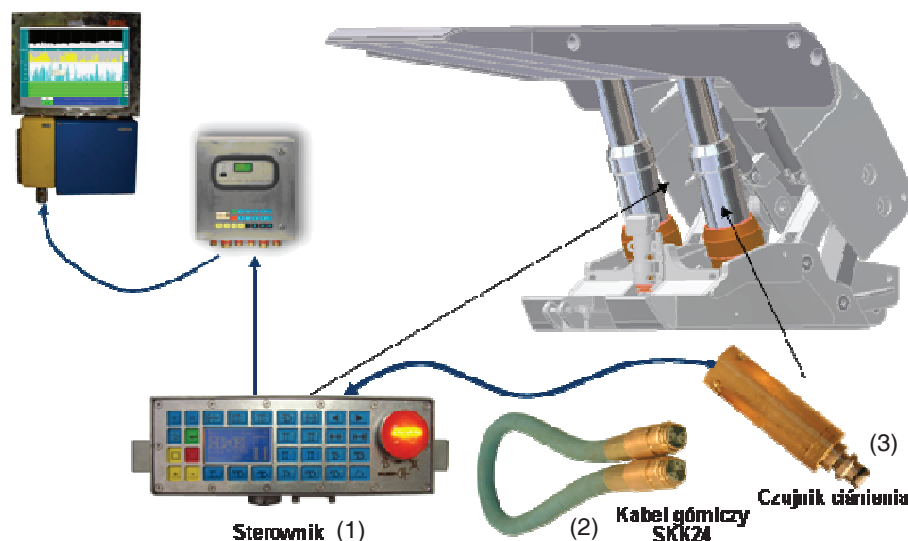
W wyniku współpracy Głównego Instytutu Górnictwa z firmą Tiefenbach Polska, w jednej z kopalń zaistniała możliwość rejestracji danych, z wykorzystaniem bazy systemu sterowania obudów zmechanizowanych. System monitoringu umożliwiał schematyczną obserwację w czasie rzeczywistym położenia sekcji obudów zmechanizowanych w ścianie, uśrednionego ciśnienia w stojakach podstawowych każdej z sekcji obudowy, aktualnego wysuwu przesuwnika oraz sygnalizacji wytypowanych stanów, co przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Panel systemu monitoringu (źródło: Tiefenbach Polska)

Fig. 1. Panel of monitoring system (the source: Tiefenbach Polska)

System pomiarowy umożliwiał ponadto gromadzenie danych. Zapisywane były one na dysku zainstalowanego pod ziemią komputera pomiarowego typu BARTEC oraz przesyłane do komputera znajdującego się na powierzchni, na którym zainstalowano system wizualizacji ściany. System został optymalnie skonfigurowany i oprogramowany dla maksymalnej częstotliwości zbierania danych. Poglądowy schemat funkcjonowania systemu pomiarowego przedstawiono na rysunku 2.

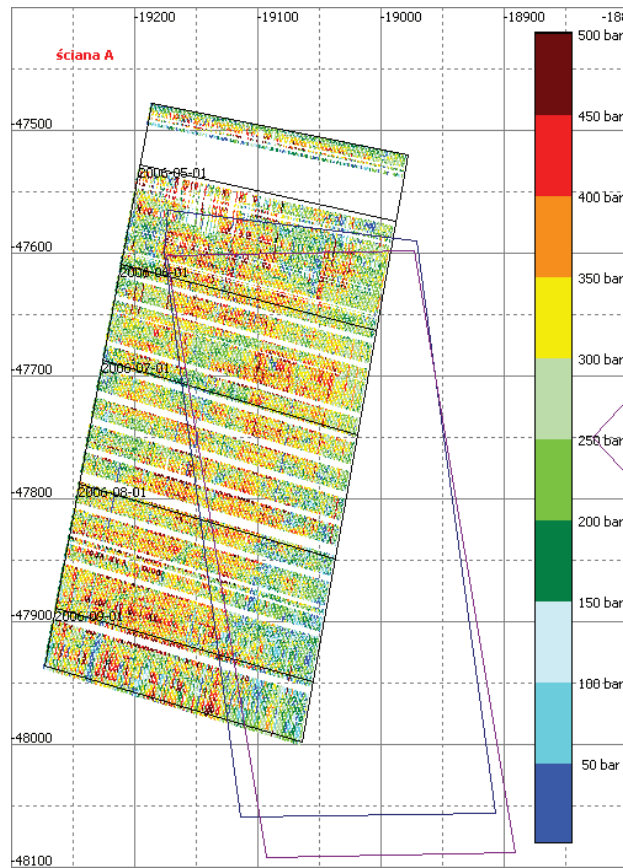


Rys. 2. Schemat systemu pomiarowego (źródło: Tiefenbach Polska)

Fig. 2. Layout of measurement system: 1 – programmer, 2 – mining cable of SKK24 type, 3 – pressure sensor (the source: Tiefenbach Polska)

Uśrednione odczyty z próbkowań ciśnienia ze wszystkich sekcji wykonywane co 15 min były wysyłane w postaci pakietów i rejestrowane. Zainstalowane czujniki pomiarowe ciśnienia typu DANA 6024 umożliwiały pomiar ciśnienia w zakresie 0–50,0 MPa z dokładnością 1,5%. Format zapisu danych pozwalał na odczyty ciśnienia wyrażone w liczbach całkowitych.

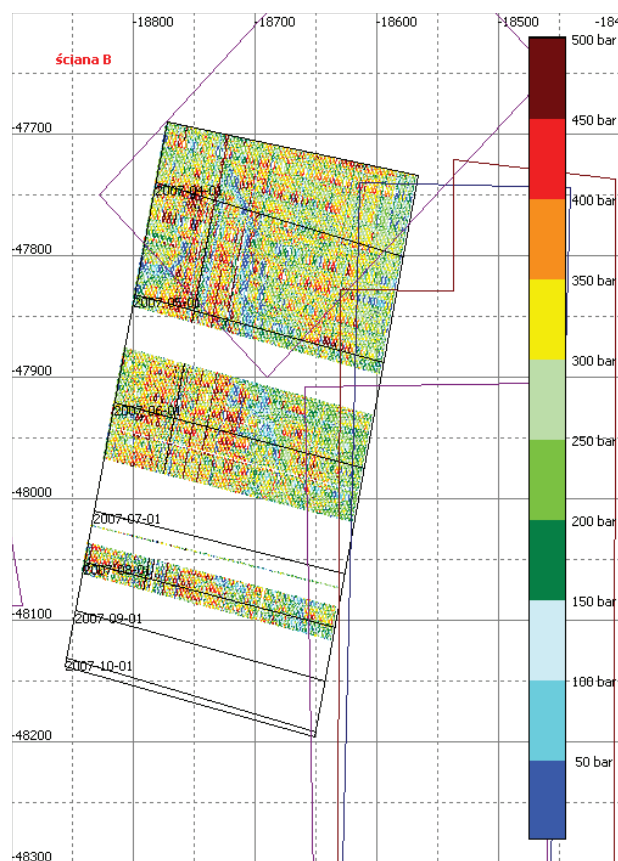
Zastosowana obudowa zmechanizowana o zakresie wysokości 1,4–3,4 m była wyposażona w stojaki z zaworami roboczymi nastawionymi na wartość 47 MPa (dokładność 5%). Praktycznie więc był wykorzystywany pełny zakres pomiarowy zastosowanych czujników. Przy takich parametrach systemu było rejestrowane ciśnienie w stojakach obudów zmechanizowanych zainstalowanych w ścianie A, zlokalizowanej na głębokości 660–780 m, która była prowadzona od połowy kwietnia do połowy września 2006 roku, z wysokością 2,15–2,45 m, i uzyskała wybieg około 480 m. Maksymalne wartości ciśnień, po przeliczeniu na jednostkową powierzchnię 1 m² (uwzględniono długość stropnicy i ścieżki), zostały przedstawione na rysunku 3 w postaci barwnych punktów na obszarze pola ściany. Bezbarwne pola na wybiegu ściany są efektem braku pomiarów wynikających ze względów technologicznych, na przykład z konieczności wykorzystywania podczas eksploatacji ograniczonej liczby linii kablowych lub awarii elementów systemu pomiarowego.



Rys. 3. Wyniki pomiarów ciśnienia w ścianie A

Fig. 3. Results of pressure measurements in the longwall A

Doświadczenia uzyskane z pomiarów w ścianie A wykorzystano podczas drugiej serii pomiarowej w ścianie B, zlokalizowanej w tym samym pokładzie, na głębokości 820–910 m i wyposażonej w takie same sekcje obudowy. Ściana B była prowadzona od połowy marca do początku listopada 2007 roku, z wysokością 2,40–3,20 m, i uzyskała wybieg około 460 m. Maksymalne wartości ciśnień, osiągane na jednostkowej powierzchni 1 m², zostały przedstawione na rysunku 4. W czasie eksploatacji pokładu ścianą B postanowiono dokonać zmiany w funkcjonowaniu systemu pomiarowego. Wprowadzono nowe oprogramowanie sprzętowe, co umożliwiło zwiększenie częstotliwości rejestracji danych oraz ich zapisu. Zmodyfikowany system pozwolił, przy pozostawieniu jako podstawowego zapisu pakietowego wszystkich sekcji co 15 min, na prowadzenie rejestracji w czasie między tymi pakietami, zmian ciśnienia w pojedynczych sekcjach, osobno dla każdego stojaka, w przypadku kiedy wskazania ciśnienia czujnika zmieniły się o co najmniej 10 bar. Aktualnie trwają pomiary w ścianie C, w której rozpoczęto eksploatację pokładu w marcu 2008 roku, z której kompletne dane z komputera dołowego będą mogły być pozyskane do analizy dopiero po jej zlikwidowaniu.



Rys. 4. Wyniki pomiarów ciśnienia w ścianie B

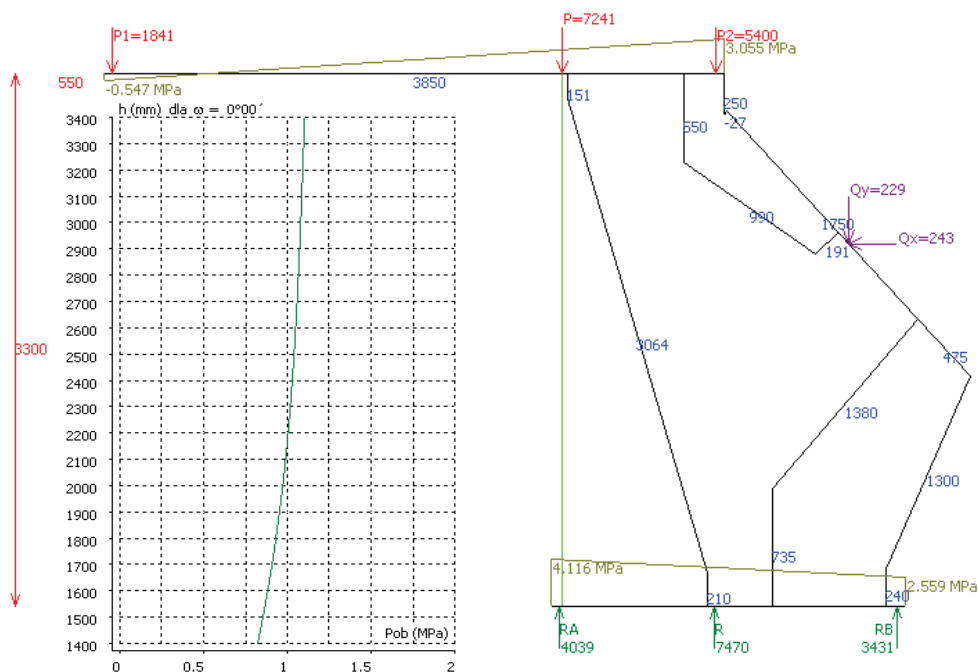
Fig. 4. Results of pressure measurements in the longwall B

2. MODEL OBLICZENIOWY OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

Do określenia podporności obudowy zmechanizowanej przy ciśnieniu zmierzonym w przestrzeni podtłokowej, posłużono się opracowanym w GIG modelem obliczeniowym, przedstawionym na rysunku 5. Na podstawie dokładnych wymiarów geometrycznych elementów obudowy zmechanizowanej, wartości ciśnień w stojakach podstawowych i korekcyjnym stropnicy, kąta nachylenia stropnicy itd., jest możliwe obliczenie aktualnej podporności obudowy zmechanizowanej. Do obliczeń przyjęto: założoną szerokość ścieżki kombajnowej, równoległość prowadzenia stropnicy i spągownicy, wartość obciążeń osłony odzawałowej w zależności od kąta jej nachylenia i zmienną, na odcinkach wybiegu, wysokość roboczą.

Fig. 5. Layout applied of geometrical model and the forces in support junctions

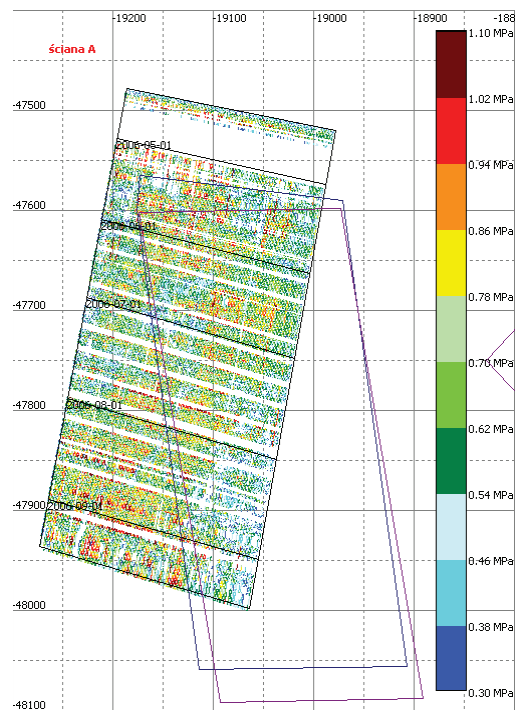
Zależność podporności zastosowanej obudowy o zakresie wysokości 1,4–3,4 m w funkcji wysokości roboczej, przy nominalnym ciśnieniu roboczym 47 MPa przedstawiono na rysunku 6. Kolejne obliczenia wykonano dla różnych ciśnień, w celu uzyskania zależności podporności od wysokości roboczej obudowy oraz ciśnienia w stojakach. Wykorzystując regresję wieloraką (uzyskano współczynnik korelacji 0,999 dla odpowiednich przedziałów wysokości roboczej ściany), wyliczono rozwijaną podporność obudowy, co przedstawiono na rysunkach 7 i 8.



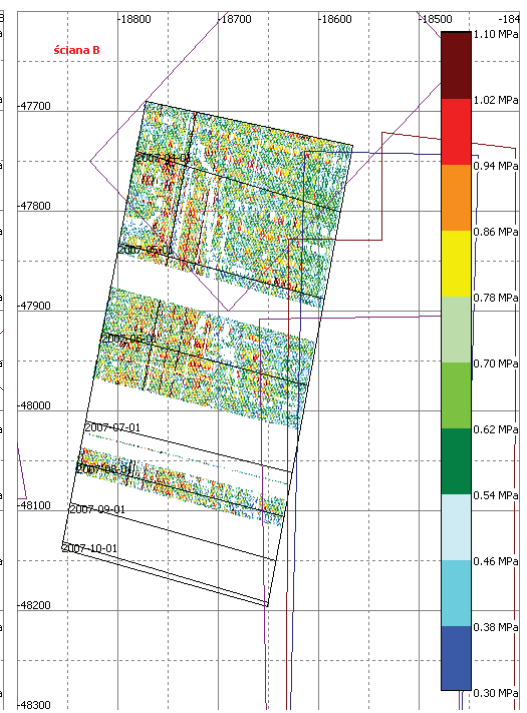
Rys. 6. Zależność podporności zastosowanej obudowy zmechanizowanej od jej wysokości, przy nominalnym ciśnieniu roboczym

Fig. 6. Dependence of applied powered support load-bearing capacity from its height at nominal working pressure

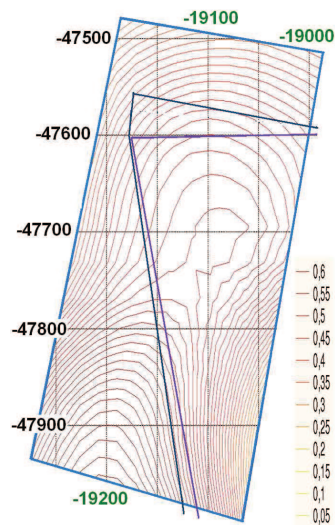
3. OBRAZ ZMIENIAJĄCEJ SIĘ PODPORNOCI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ JAKO REAKCJA NA OBCIĄŻENIE STROPU



Rys. 7. Wykres rozwijanej podporności w ścianie A
Fig. 7. Diagram of load-bearing capacity developed in longwall A



Rys. 8. Wykres rozwijanej podporności w ścianie B
Fig. 8. Diagram of load-bearing capacity developed in longwall B



Zaprezentowane na rysunkach 3 i 4 maksymalne ciśnienia określone w przestrzeni podłokowej stojaków zostały przeliczone na podporność obudowy podczas eksploatacji pokładu według metody opisanej w rozdziale 2 i przedstawione na rysunkach 7 i 8. Dla ściany A, w której wykonano więcej pomiarów, na rysunku 9, przedstawiono wykres warstwowy podporności, sporządzony za pomocą pakietu STATISTICA 8.0.

Rys. 9. Wykres warstwowy rozwijanej podporności w ścianie A
Fig. 9. Contour diagram of load-bearing capacity developed in longwall A

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane wykresy rozwijanej podporności, którą można traktować jako odpowiedź obudowy na obciążenie warstw stropowych, umożliwiają sformułowanie następujących wniosków:

1. Rejestrując zmiany ciśnienia w przestrzeni podtłokowej obudowy można wyznaczyć w polu ściany obszary o różnych wartościach ciśnienia górotworu spowodowane na przykład oddziaływaniem krawędzi, resztek czy zaburzeniami geologicznymi.
2. Odnosząc mierzoną wartość uzyskanej podporności do podporności wstępnej przy ciśnieniu zasilania 25 MPa, która powinna wtedy wynosić około 0,5–0,6 MPa w zależności od wysokości roboczej obudowy, można stwierdzić, że w wielu rejonach sekcje obudowy zmechanizowanej nie zostały dostatecznie rozparte.
3. W celu pełniejszej analizy oddziaływania obciążenia jest konieczne dalsze prowadzenie tego typu badań i pomiarów, które pozwolą na zgromadzenie większej ilości danych, aby były bardziej reprezentatywne. Równocześnie należy doskonalić technikę pomiarową zarówno w kierunku jej niezawodności, jak i zwiększenia częstotliwości wykonywania pomiarów.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Józef Kabiesz