



Nowa metoda zabezpieczenia przyczółowej części wyrobiska ścianowego w rejonie obwału

New method to protect the front part of the longwall working near roof fall

Mgr inż. Grzegorz Brudny *)

Treść: W artykule przedstawiono sposób zabezpieczenia przyczółowej części wyrobiska ścianowego, który pozwala na likwidację obwału, jak również wzmacnia wyprzedzająco warstwy stropowe. Sposób polega na zabudowie w warstwie stropowej wyrobiska ścianowego kotwy, do której zamocowany jest kształtownik V. Nowa metoda została wypracowana na podstawie analizy dotychczas stosowanych metod, jako odpowiedź na ich mankamenty. W oparciu o opisane w artykule przyczyny powstawania obwałów i ich dotychczasowe sposoby usuwania, przedstawiono algorytm będący nową propozycją poprawy bezpieczeństwa w wyrobiskach ścianowych.

Abstract: This paper presents the method of protection of the longwall working part, allowing the liquidation of the cave-roof rock as well as pre-reinforcing the mining roof. The method consists in the installation of a longwall working, in the roof, to which the V-section is attached. The new method has been developed based on the analysis of the methods used so far, as a response to their defects and drawbacks. Based on the causes of the formation of the cave-roof rocks which are described in the paper and their previous methods of removal are presented in the algorithm, as a proposed procedure leading to the improvement of infarct safety in longwall workings.

Słowa kluczowe:

ściana zawalowa, opad, obwał stropu

Keywords:

longwall with roof caving, roof fall

1. Wprowadzenie

W polskim górnictwie węgiel kamienny wydobywany jest z coraz większej głębokości. Pokłady głęboko zalegające charakteryzują się dużą liczbą zaburzeń geologicznych, współwystępujących zagrożeń naturalnych o dużym natężeniu oraz wpływami licznych zaszczości eksploatacyjnych (Prusek 2014a, 2014b, 2016, Praca ... 2017). Pomimo wyposażania wyrobisk ścianowych w coraz doskonalsze kompleksy ścianowe, dochodzi do przerywania ciągłości stropu w obszarze przyczółowej części wyrobiska ścianowego, co uniemożliwia prowadzenie ciągłej eksploatacji oraz pogarsza wynik ekonomiczny. Bardzo istotny jest także wzrost ryzyka wypadkowego załóg pracujących w ścianie. Główne przyczyny powstawania nieciągłości skał stropowych są znane, a wieloletnie badania (Prusek 2014a, 2014b, 2016) pozwalały na opisywanie zjawisk zawalowych (Rozporządzenie ... 2016), opadów i obwałów, uzależniając je od czynników geologiczno-górnicznych. Dotychczas nie wypracowano metody, która w sposób skuteczny i szybki byłaby w stanie zagwarantować zabezpieczenie i wzmocnienie wyprzedzające warstw stropu.

W artykule opisano powszechnie stosowane metody likwidacji obwałów jak i sposoby profilaktyki przeciwobwałowej. Dodatkowo zaproponowano algorytm zabezpieczenia przed opadami i obwałami na etapie projektowania eksploatacji danej partii złoża. Przedstawiony algorytm zawiera zastosowanie konkretnych rozwiązań technicznych. Podsumowaniem artykułu jest przedstawienie nowej metody zabezpieczenia przyczółowej części wyrobiska ścianowego.

2. Zagrożenia ze strony opadów, obwałów i zawałów

W kategorii zagrożeń naturalnych, które wystąpiły w wyrobiskach ścianowych w 2016 roku, wśród przyczyn urazów dominują trzy powody (Praca ... 2017):

- spadnięcie, stoczenie i obsunięcie się brył skalnych (1908 wypadków),
- oberwanie się skał ze stropu (1080 wypadków)
- oberwanie się skał z ociosu (513 wypadków).

Analizując stan bezpieczeństwa w wyrobisku ścianowym, należy brać pod uwagę wszystkie ww. przyczyny urazów. Można pokusić się o stopniowanie prawdopodobieństwa ich wystąpienia w zależności od rodzaju wykonywanej pracy. Największe zagrożenie niesie za sobą praca przy likwidacji obwałów, nieco mniejsze praca przy profilaktyce przeciwobwałowej, a najmniejsze praca przy prowadzeniu eksploatacji. Zagrożenie na wymienionych stanowiskach pracy spowodowane jest koniecznością przebywania pracowników w bezpośrednim sąsiedztwie niezabezpieczonego ociosu ścianowego (Prusek 2016, Praca ... 2017). W przypadku prowadzenia wybierania ściany, pracownicy przebywają w strefie chronionej przez stropnice sekcji obudowy zmechanizowanej. Stosowanie profilaktyki przeciwobwałowej wymusza na pracownikach zbliżenie się do strefy czoła ściany, które nie jest zabezpieczone obudową zmechanizowaną. Likwidacja obwału, na przykład podczas wykonywania obudowy tymczasowej lub wstępnej, stwarza konieczność przebywania pracowników w strefie niechronionej od stopu przez sekcje obudowy zmechanizowanej oraz odsłoniętego czoła ściany.

*) MAS Sp. z o.o. Mikołów

3. Przyczyny powstawania opadów i obwałów

Zgodnie z definicjami Leksykonu Górniczego (1989) opad skał stropowych to opadające ze stropu drobne fragmenty, łąty i kawałki skały, natomiast obwał to opad skał stropowych do wyrobiska niepowodujący jego niedrożności.

Przyczyn opadów i obwałów jest wiele. Główne czynniki wpływające na ich powstanie w ścianach zawałowych wg S. Pruska (2016) to:

- występowanie zaburzeń geologicznych,
- parametry wytrzymałościowe skał stropowych,
- stateczność ociosu węglowego w ścianie,
- występowanie zaszłości eksploatacyjnych,
- zbyt niska podporność wstępna obudowy,
- usytuowanie ściany względem kierunku spękań w skałach stropowych.

Analizując ww. przyczyny można wyciągnąć wnioski, że zmniejszenie ryzyka wystąpienia opadu czy obwałów można uzyskać ograniczeniem oddziaływania poszczególnych przyczyn względem wyrobiska ścianowego.

Do ww. przyczyn można dodać także czynniki techniczne, wśród których wiodące to:

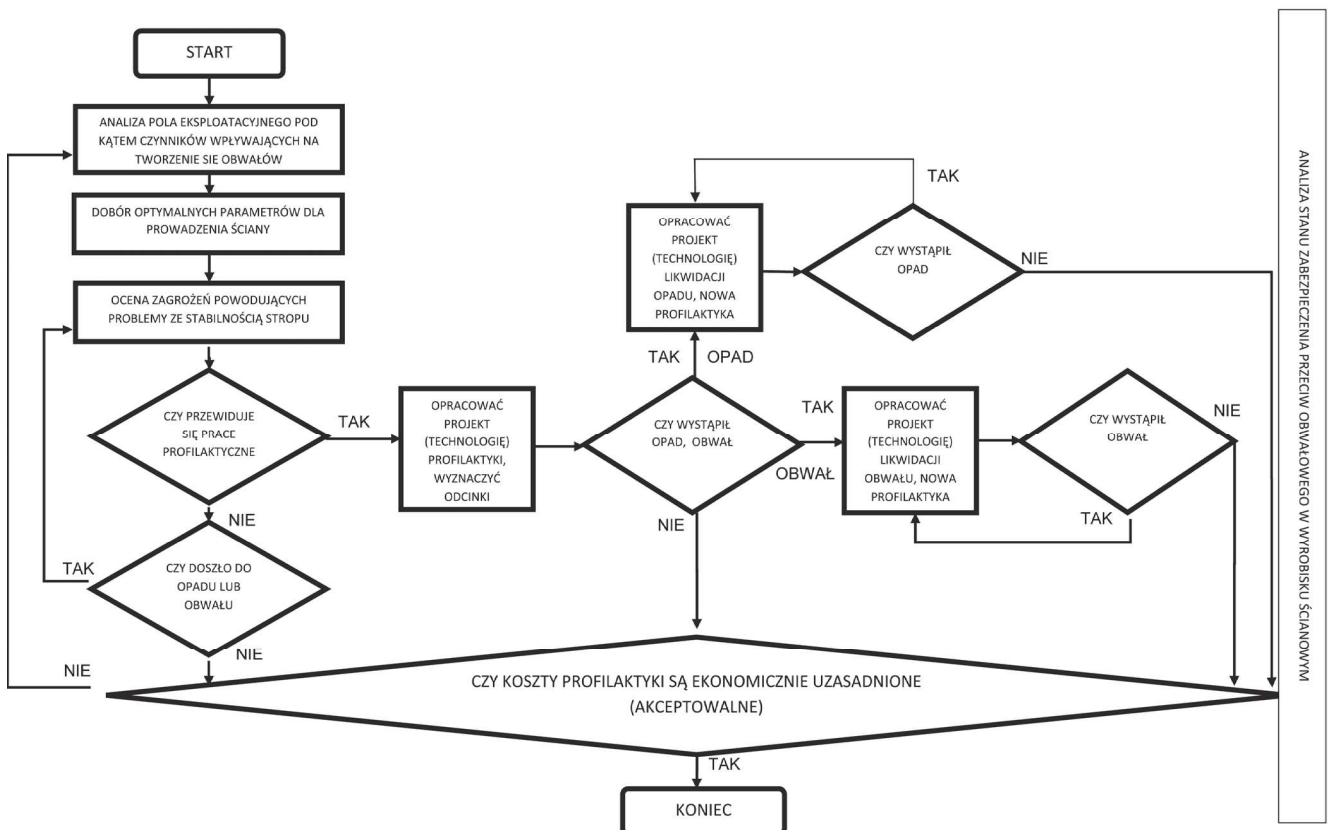
- zbyt późne rozpoczęcie prac profilaktycznych spowodowane słabym rozpoznaniem lub występowaniem nieprzewidzianych zaburzeń czy oddziaływaniem krawędzi pokładów nadległych,
- nieudana próba zabezpieczenia opadu poprzez przypięcie łąty węgla, przesuwanie do przodu pewnego odcinka ściany,
- nieskuteczne metody zabezpieczania,
- brak materiałów niezbędnych do zabezpieczenia (np. spóźniony transport).

Praktycznie nie ma możliwości wyeliminowania w sposób pewny wszystkich przyczyn powstawania obwałów. Możliwe jest jednak w większym lub mniejszym stopniu zminimalizowanie

ewentualnych skutków. Podjęcie na etapie planowania biegu ściany decyzji o stosowaniu profilaktyki przeciwobwałowej w wyrobisku ścianowym, pozwala na wypracowanie skutecznego sposobu minimalizowania występowania obwałów. Uwzględnienie kosztów działań profilaktycznych na etapie projektowania pozwala na uściślenie całkowitych kosztów produkcji, jak również na bardziej precyzyjne oszacowanie czasu biegu ściany.

Zaproponowany algorytm przedstawia propozycje podejścia do zagadnienia stosowania profilaktyki przeciwobwałowej na etapie projektowania eksploatacji (rys. 1). Dokonując analizy pola eksploatacyjnego w zakresie czynników oraz zagrożeń mających wpływ na stabilność stropu, można w pewnym zakresie ustalić rodzaj oraz zakres prac profilaktycznych. Podczas projektowania rozczinki kolejnej ściany bardzo często dysponuje się doświadczeniem wynikającym z wcześniej przeprowadzonej w sąsiedztwie eksploatacji. Istnieje możliwość bardziej szczegółowej oceny wpływu danego czynnika na prawidłowy bieg ściany. Można rozbudować analizę pola eksploatacyjnego dla każdego czynnika wpływającego na tworzenie się obwałów, tzn. na czynniki geologiczne, górnicze i techniczne. Dobór optymalnych parametrów często jest kompromisem pomiędzy czystym wybieraniem (bez resztek) a usytuowaniem ściany względem kierunku spękań w skałach stropowych.

Kopalnie nie zawsze mają możliwość zakupu nowego, idealnie dobranego, kompleksu ścianowego dla każdej nowo uruchamianej ściany, co w znacznym stopniu komplikuje sprawę optymalizacji parametrów prowadzenia ściany. Zgodnie z algorytmem, na podstawie zaistniałych zdarzeń podczas biegu ściany, można na bieżąco korygować wcześniejsze założenia dotyczące zabezpieczeń. W przypadku, kiedy koszty profilaktyki nie są do zaakceptowania, należy wrócić do analizy i wykonać konieczne korekty o akceptowalnych kosztach profilaktyki.



4. Zapobieganie obwałom oraz ich likwidacja

Przy zapobieganiu oraz likwidacji obwałów najczęściej stosuje się klejenie, zabudowę kształtowników V, wzmocnienie stropu za pomocą stalowych żerdzi (prętowanie) lub wykonanie obcinki.

Klejenie warstw stropowych i ociosu węglowego jest stosowane jako podstawowe działanie prewencyjne przy stwierdzeniu pierwszych oznak spękania górotworu czy jego rozwarstwiania, które mogłyby doprowadzić do opadu czy obwału. Klejenie realizuje się poprzez wprowadzanie środków chemicznych, różnego typu i o różnych właściwościach, bezpośrednio do wykonanych otworów o zróżnicowanych długościach i lokalizacji (rys. 2), np. przy wykorzystaniu nabojnic jednorazowych. Obecnie oprócz popularnych klejów dwuskładnikowych poliuretanowych spotykane są często spoiwa mineralno-cementowe. Ponadto na rynku jest szeroki dostęp do różnego typu kotew, które po zabudowaniu umożliwiają iniekcję, np. kotwy samowierzące, kotwy samorozprężne-urabialne.



Rys. 2. Klejenie bezpośrednio górotworu
Fig. 2 Bonding directly to the rock mass

W przypadkach, kiedy profilaktyka w postaci klejenia spękanych warstw jest niewystarczająca i zachodzi potrzeba zabezpieczenia przestrzeni przyociosowej, najczęściej spotykanym środkiem zaradczym jest zabudowa kształtowników V. Spotyka się różne sposoby zastosowania kształtowników. Jednym z nich jest zabudowa prostek na stropnicy sekcji obudowy zmechanizowanej, co powoduje, że wyprzedzająco zabezpieczają strop (rys. 3).

Równie popularną metodą zabezpieczania otwartych przestrzeni jest tzw. prętowanie (rys. 4), które polega na tym, że do wywierconych otworów w stropie lub pokładzie wprowadza się pręty stalowe, których końce podpierane są przez stropnice sekcji obudowy zmechanizowanej.



Rys. 3. Kształtownik zabudowany wysięgnikowo
Fig. 3. Profiles butli in a cantilever



Rys. 4. Żerdziowanie (prętowanie)
Fig. 4. Poling

W przypadku, kiedy w ociosie węglowym mamy wykonane otwory wielkośrednicowe możliwe jest zastąpienie prętów kształtownikiem V (rys. 5).

Wykonanie obcinki, a właściwie wyrobiska, w które wjeżdża kompleks ścianowy jest najskuteczniejszym sposobem, gwarantującym bezpieczny rozruch ściany. Jest stosowany w ostateczności ze względu na wysokie koszty i czasochłonność wykonania. Obcinka wymaga bowiem urobienia warstw stropowych i ociosowych wyrobiska ścianowego za pomocą robót strzałowych i zabudowy powstałej przestrzeni obudową prostą, składającą się ze stropnic z kształtownika V oraz stojaków SV lub stojaków drewnianych (rys. 6).



Rys. 5. Kształtowniki V w otworach wielkośrednicowych
Fig. 5. V profiles in large-diameter holes



Rys. 6. Obcinka ścianowa
Fig. 6. Set-up entry

Analizując dotychczas stosowane metody zabezpieczenia obwałów pod kątem zagrożeń, przyczyn występowania oraz opierając się na przedstawionym algorytmie, można stwierdzić, że do podstawowych wad wymienionych metod można zaliczyć:

- konieczność wykonania obudowy tymczasowej,
- konieczność wykonania otworów wielkośrednicowych,
- stosowanie prostek z kształtowników V, co zmniejsza ciągłość warstw stropowych, a przez to osłabia parametry mechaniczne stropu i jego nośność,
- czasochłonność,
- brak pewności w zakresie skutecznej likwidacji obwał (za wyjątkiem obcinki).

5. Nowa metoda zabezpieczania przyczółowej części wyrobiska ścianowego

W celu zabezpieczenia przyczółowej części wyrobiska z występującym obwałem lub zagrożonym jego wystąpieniem, proponuje się nową metodę. Polega ona na zabudowie kotwy do stropu wyrobiska ścianowego nad pokładem węgla, do której mocowana jest prostka z kształtownika V, z gniazdem umożliwiającym to połączenie (rys. 7). Charakterystyka metody obejmuje opis elementów składowych systemu, technologię zabudowy oraz opis korzyści wynikających z zastosowania nowej metody.

6.1. Opis elementów składowych systemu

Biorąc pod uwagę elementy potrzebne do zabezpieczenia stropu nową metodą to są one powszechnie stosowane w różnych wariantach montażowych. Nowatorstwo metody ujawnia się w połączeniu kształtownik-kotew, wykonanym

jako integralna część kształtownika - „gniazdo”, które umożliwia osadzenie kształtownika na kotwi. Połączenie kotwy z kształtownikiem nosi znamiona przegubu, gdyż zapewnia odchylenie względem osi podłużnej kształtownika o kąt α zawierający się w granicach od 0° do 40° w płaszczyźnie symetrii kształtownika oraz $\pm 15^{\circ}$ względem osi poprzecznej (rys. 8).

Opisane wyżej połączenie może być wykonane jako integralna część kształtownika lub integralna część strzemienia wielkości odpowiadającej zastosowanemu kształtownikowi (rys. 9).

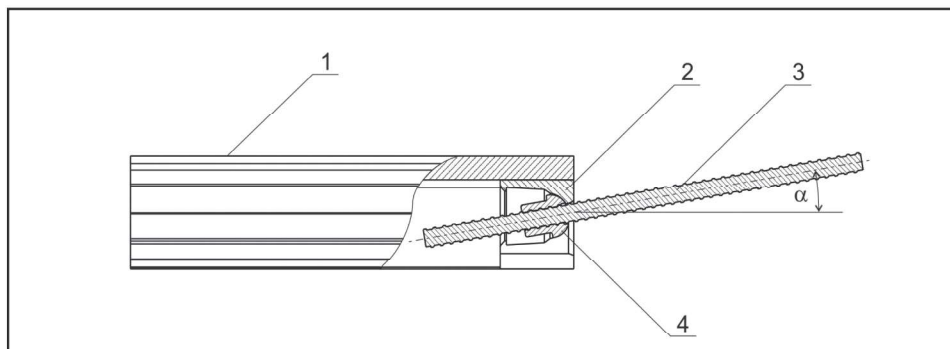
Typ kształtownika V wybranego do zabezpieczenia może być dowolny i zależny od przestrzeni, którą ma zabezpieczać. W zależności od sposobu montażu możliwe jest używanie różnego typu kotew, np. stalowe wklejane typu AM z trapezowym gwintem na całej długości żerdzi (rys. 10), samowiertne-iniekcyjne (Borecki, Brudny 2013) i inne. Zastosowanie nakrętki z łbem kulistym zapewnia pełne wykorzystanie parametrów wytrzymałościowych połączenia. Wybór rodzaju kotwy może być uzależniony od skał występujących na ociosie ścianowym, lub rodzaju spękań w nim występujących. Wymienione kotwy umożliwiają zabudowę w rumoszu skalnym bez potrzeby wcześniejszego wykonania otworu, co jest ich wielką zaletą.

6.2. Technologia zabudowy

W dotychczasowych rozwiązaniach kształtownik mocowano jednym końcem na stropnicy sekcji obudowy zmechanizowanej, a drugi umieszczany w otworze wielkośrednicowym i podpierano stojakiem lub budowano go na stropnicy wyprze-

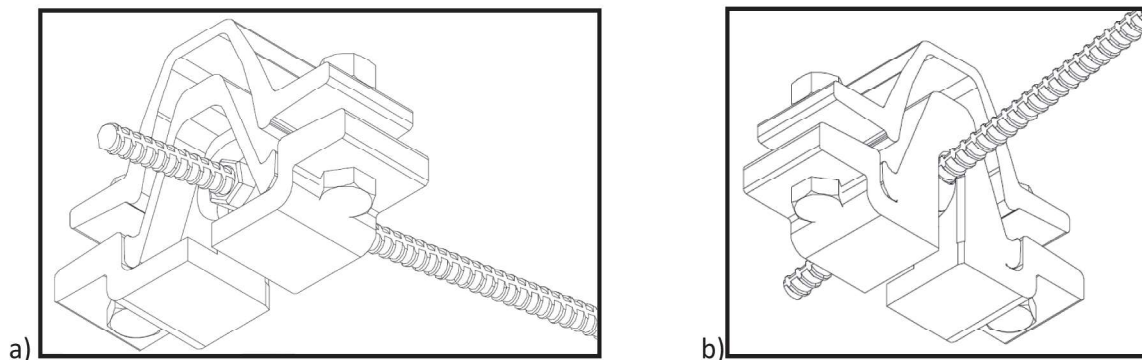


Rys. 7. Stropnica przyczółowa
Fig. 7. Mining roof at the front



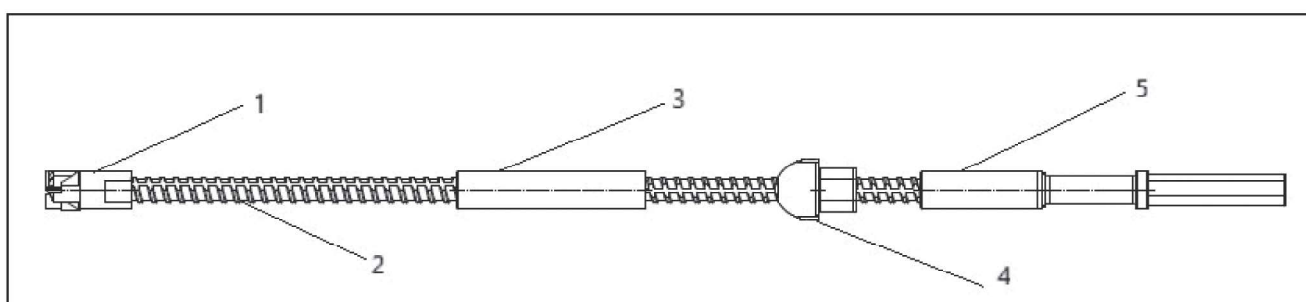
Rys. 8. System zabezpieczenia: 1 - kształtownik o profilu V, 2 - gniazdo mocujące, 3 - żerdź kotwy, 4 - nakrętka z łbem kulistym, α - kąt wychylenia względem osi podłużnej

Fig. 8. Security system: 1 - V profile, 2 - mounting socket, 3 - rod of anchor, 4 - nut with a spherical head, α - angle of deflection relative to the longitudinal axis



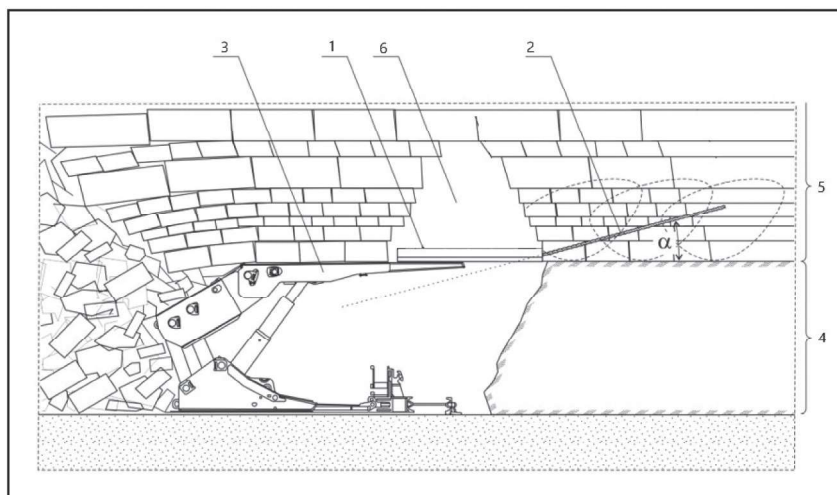
Rys. 9. Połączenie („gniazdo”) wykonane jako integralna część strzemiona: a) widok od strony sekcji, b) widok od ociosu ścianowego

Fig. 9. Connection („socket”) made as an integral part of stirrups: a) view from the section, b) view from the side wall



Rys. 10. Kotew stalowa wklejana typu AM z trapezowym gwintem na całej długości żerdzi: 1 - koronka obrotowa, 2 - żerdź kotwy, 3 - tuleja łącząca żerdzie, 4 - nakrętka z łbem kulistym, 5 - adapter do wiercenia

Fig. 10. Steel anchor type AM with trapezoidal thread on the entire length of the rod: 1 – rotary lace, 2 – rod of anchor, 3 – bush connecting the rods, 4 – nut with a spherical head, 5 – drilling adapter



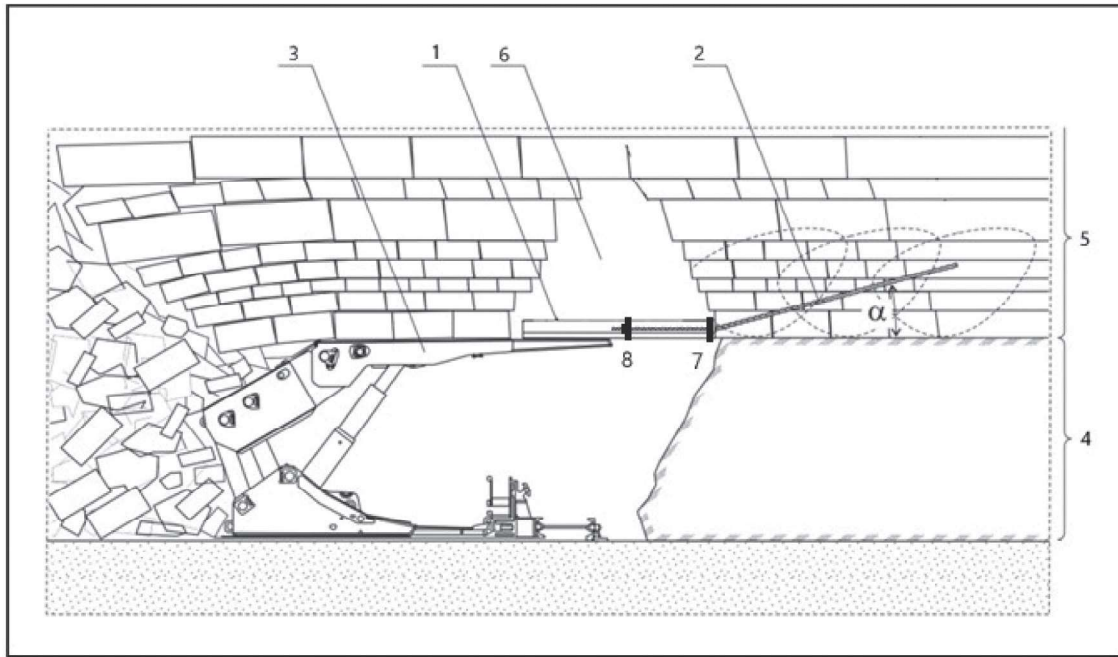
Rys. 11. Przykład zabudowy stropnicy przyczółowej: 1 - stropnica przyczółowa, 2 - żerdź kotwy, 3 - stropnica sekcji obudowy zmechanizowanej, 4 - pokład węgla, 5 - warstwy stropowe górotworu, 6 - pustka, α - kąt wychylenia względem osi podłużnej

Fig. 11. The example of mining roof housing at the front: 1 – mining roof at the front, 2 – rod of anchor, 3 – mining roof of mechanized housing, 4 – bed of coal, 5 – roof layers of rock mass, 6 – void, α – angle of deflection relative to the longitudinal axis

dzająco. Zastosowanie stropnicy przyczółowej pozwala na wytrzymałe i stabilne posadowienie kształtownika na ociosie ścianowym w najbardziej optymalnym miejscu, które zapewnia bezpieczeństwo prowadzenia prac (rys. 11).

Połączenie stropnicy przyczółowej z kotwą jest możliwe na kilka sposobów:

- kotwę montuje się pozostawiając miejsce na założenie stropnicy, a następnie po jej założeniu nakrętką dociąga się stropnicę do ociosu,
- montowaną kotwą dociąga się i dociska do ociosu stropnicę uprzednio założoną na stropnicy sekcji obudowy zmechanizowanej.



Rys. 12. Przykład zabudowy stropnicy przyczółkowej z „gniazdem” w strzemienu: 1 - stropnica przyczółkowa, 2 - żerdź kotwy, 3 - stropnica sekcji obudowy zmechanizowanej, 4 - pokład węgla, 5 - warstwy stropowe górotworu, 6 - pustka, 7 - strzemię zwykłe, 8 - strzemię z „gniazdem”, α - kąt wychylenia względem osi podłużnej

Fig. 12. The example of mining roof housing at the front with „socket” in stirrup: 1 – mining roof at the front, 2 – rod of anchor, 3 – mining roof of mechanized housing, 4 – rock of coal, 5 – roof layers of rock mass, 6 – void, 7 – common stirrup, 8 – stirrup with “socket”, α – angle of deflection relative to the longitudinal axis

W zależności od warunków w jakich pracuje sekcja obudowy zmechanizowanej stropnicy przyczółkowej można zakładać na stropnicy sekcji na różne sposoby:

- stropnica przyczółkowa w całości założona jest na stropnicy sekcji i po założeniu na kotwę jest z nią dociągana i docelowo dociągnięta do ociosu podczas montażu kotwy,
- stropnica przyczółkowa jest długości odpowiadającej odległości od ociosu ścianowego (miejsce posadowienia kotwy) do stropnicy sekcji, drugi odcinek zabudowany jest na sekcji i po zabudowaniu stropnicy przyczółkowej połączony jest z nią za pomocą strzemion,
- do zabudowanej już kotwy, za pomocą tulei łączącej dołącza się odcinek kotwy sięgający swoim końcem stropnicy sekcji obudowy zmechanizowanej. Na tak skonstruowaną kotwę nakładany jest kształtownik z zabudowanym od strony ociosu węglowego strzemiem zwykłym, a po zabudowie kształtownika na stropnicy sekcji zakładane jest na odpowiedniej wysokości kształtownika strzemię z „gniazdem”. Po jego założeniu dociąga się nakrętkę, uzyskując w ten sposób docisk kształtownika do ociosu i jego posadowienie (rys. 12).

6.3. Korzyści wynikające z zastosowania nowej metody

Zastosowanie nowej metody to skuteczny sposób zabezpieczenia stropu, bez skutków ubocznych, takich jak: konieczność wykonania obudowy tymczasowej czy otworów wielkośrednicowych, zaniżenie furty eksploatacyjnej. Zastosowanie stropnicy przyczółkowej, w przeciwieństwie do kształtownika zabudowanego w otworze wielkośrednicowym, gwarantuje odporność na siły działające poziomo na zabudowany układ (Chudek 2010). Bardzo ważną zaletą jest także bezpieczne

wykonanie części zadań technologicznych bez konieczności zatrzymywania urządzeń ścianowych.

Nowa metoda już na wczesnym etapie pojawiającego się problemu ze statecznością stropu, pozwala czysto profilaktycznie na zabudowę kotwy, a w każdej chwili także na zabudowę stropnic przyczółkowych na już istniejących kotwach.

7. Podsumowanie

Wypadki w wyrobiskach ścianowych, występowanie zdarzeń potencjalnie wypadkowych, szukanie oszczędności, zmniejszanie kosztu jednostkowego, to wszystko uzależnione jest od częstotliwości występowania opadów, obwałów czy zawałów (Rozporządzenie ... 2016) skał w wyrobiskach ścianowych. Pokłady głęboko zawierające dużą liczbę zaburzeń geologicznych oraz współwystępujących innych zagrożeń naturalnych, stanowią coraz większe wyzwanie. Dogłębna analiza czynników wpływających na tworzenie się obwałów przeprowadzona na wczesnym etapie projektowania biegu ściany umożliwia sprecyzowanie i dokładniejsze oszacowanie potrzeb związanych z prowadzeniem profilaktyki przeciwobwałowej w wyrobiskach ścianowych. Wydaje się uzasadnionym poszukiwanie metody, która nie tylko zabezpiecza strefę opadów, ale i wyprzedzająco wzmacnia warstwy stropowe.

Zaproponowana metoda oparta na specjalnym połączeniu kotwy z przyczółkową stropnicą, stanowi jednocześnie profilaktykę oraz zabezpieczenie stropu na wysokości obwałów. W stosunku do stosowanych obecnie metod zabezpieczenia obwałów, proponowana w artykule metoda zapewnia poprawę ciągłości postępu ściany oraz pozwala na znaczące zwiększenie bezpieczeństwa prowadzenia prac.

Literatura

BORECKI J., BRUDNY G. 2013 - Doświadczenia i praktyka w zastosowaniu kotew samowiertnych iniekcyjnych w JSW S.A. KWK „Pniówek”. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2013.

CHUDEK M. 2010 - Mechanika górotworu z podstawami zarządzania ochroną środowiska w obszarach górniczych i pogórnich. Wydaw. Politechniki Śląskiej. Gliwice.

Leksykon Górniczy. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1989.

Praca zbiorowa (red. R. Patyńska) Raport roczny - 2016 - o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego. GIG 2017.

PRUSEK S. 2014 - Czynniki wpływające na powstawanie obwałów skał w ścianach prowadzonych z zawałem skał stropowych. „Przeгляд Górniczy” nr 3, s. 71-78.

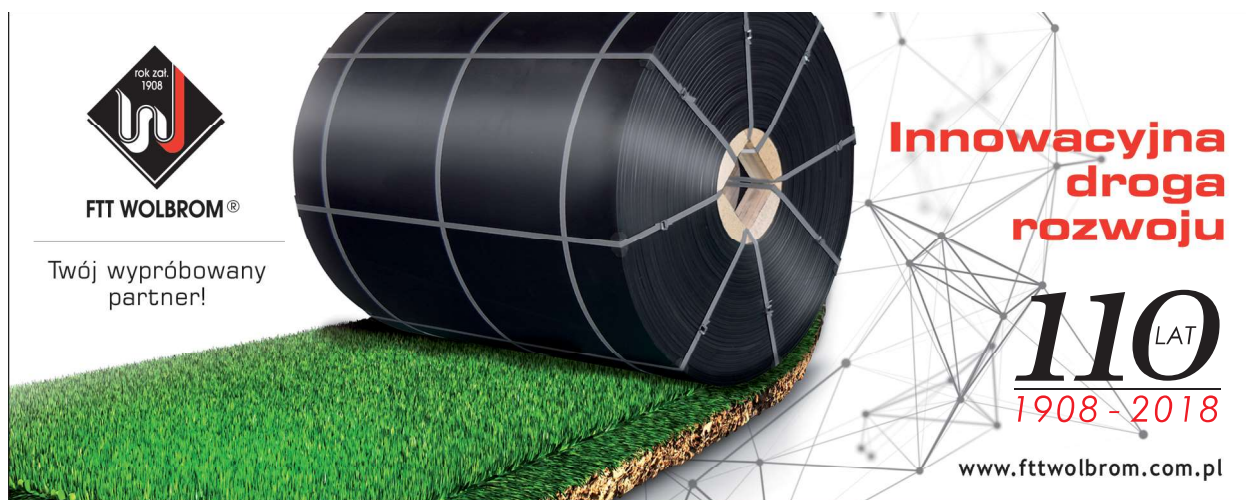
PRUSEK S. 2014 - Klasyfikacja obwałów skał stropowych w ścianach zawałowych. „Wiadomości Górnicze” nr 6, s. 325-334.


PRUSEK S. 2016 - Stateczność wyrobisk ścianowych podczas eksploatacji pokładów węgla kamiennego z zawałem skał stropowych. Wydawnictwo GIG. Katowice 2016.

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych.

Artykuł wpłynął do redakcji – kwiecień 2018

Artykuł akceptowano do druku 15.06.2018




FTT WOLBROM®

Twój wypróbowany partner!

**Innowacyjna
droga
rozwoju**

110 LAT
1908-2018

www.fttwolbrom.com.pl