

Martin BOLESTA, Christian JAHN

Saenger + Lanninger GmbH
Dortmund

WYKORZYSTANIE ODPADÓW ZE SPALANIA WĘGLA KAMIENNEGO JAKO MASOWEGO SPOIWA MINERALNEGO W GÓRNICTWIE PODZIEMNYM

Streszczenie. Popioły lotne, będące produktem spalania węgla kamiennego, nie muszą być uciążliwe dla środowiska. Bardzo dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie popiołów lotnych w górnictwie. Artykuł przedstawia przykłady zastosowania popiołu lotnego do wykonywania pasów podsadzkowych, wypełniania pustek za obudową oraz wykonywania betonu natryskowego.

FLY ASH AS ADMIXTURE TO BUILDING MATERIAL FOR USE IN MINING

Summary. Hard coal is still important for power generation. Fly ash is one of the residual materials by the combustion of the hard coal. A small part of the fly ash, the accredited ash in a high and constant quality only, is used as admixture to concrete. The most part of the fly ash varies in property and quality. Better than dumping is using the fly ash as admixture to building material in mining, which is needed in a large quantity.

1. Wstęp

Węgiel kamienny jest do dzisiaj jednym z najważniejszych nośników energii. W elektrowniach spala się węgiel, by gorącymi gazami spalinowymi uzyskać przegrzaną parę wodną potrzebną do wytwarzania energii elektrycznej. W gazach spalinowych spalania węgla kamiennego znajdują się niestety substancje szkodliwe, zanieczyszczające powietrze i środowisko naturalne. Redukcję emisji tych substancji do odpowiedniego minimum przez elektrownie węgla kamiennego uzyskuje się w procesie oczyszczania gazów spalinowych. Oprócz przekształcenia tlenku azotu w wodę oraz w wolny azot za pomocą katalizatora, odsiarczania za pomocą mączki wapiennej, przez co powstaje gips, odpylanie jest jednym

z głównych procesów oczyszczania gazów spalinowych. Popioły lotne, tzw. pyły uzyskane z odpylenia gazów spalinowych węgla kamiennego, znajdują doskonałe zastosowanie jako produkt zastępczy cementu do produkcji betonów i materiałów wiążących w przemyśle budowlanym. Dla produkcji betonów konstrukcyjnych znajduje zastosowanie tylko mała część wysokojakościowych popiołów lotnych. Ogromna reszta popiołów lotnych może znaleźć zastosowanie w górnictwie podziemnym węgla kamiennego jako torkret uszczelniający, wypełniacz pustek za obudową oraz jako materiał dla wykonywania pasów podsadzkowych. Wielkość tolerancji wytrzymałości i jej przebieg nie jest w tym wypadku tak rygorystyczna jak przy produkcji betonów konstrukcyjnych, nie oznacza to jednak spadku jakości wykonywanego obiektu. Wykorzystanie materiałów wiążących składających się w dużej części z popiołów lotnych, z korzyścią dla kopalni oraz środowiska naturalnego (bez deponowania popiołów jako odpadu), pokazują trzy przykłady zastosowań z górnictwa niemieckiego w kopalniach Zagłębia Ruhry.

2. Zastosowanie masowego spoiwa mineralnego w celu zabezpieczenia przed pożarem

W powietrzu na obszarze jednego pola eksploatacyjnego kopalni PH w wyniku pomiarów stwierdzono narastającą koncentrację tlenu węgla. Zlokalizowaną przyczyną tego wzrostu okazały się stare zroby w jednym z chodników. Prawdopodobnie doszło do samozapalenia resztek węgla. Chodnik ten był utrzymywany ze względów wentylacyjnych dla innego obszaru eksploatacyjnego, w związku z czym nie można go było zatamować. W celu zahamowania dopływu świeżego powietrza do zlokalizowanego pożaru tłącego, postanowiono uszczelnić pustki i szczeliny górotworu wokół tegoż chodnika. Założono, że obszar ten jest obszarem poeksploatacyjnym, dojdzie więc do zwiększonego zapotrzebowania na materiał uszczelniający. Szybkie wykonawstwo prac uszczelniających przy tego typu pożarze jest podstawowym czynnikiem jego wygaszenia, dlatego dostęp do rurociągów transportowych materiałów wiążących z powierzchni do punktu zabudowy materiałów jest bardzo ważny. W kopalniach niemieckich w wielu obszarach eksploatacyjnych wykonuje się pasy podsadzkowe, dostęp do rurociągów materiałów wiążących jest obligatoryjny i stanowi jedynie problem logistyczny. Tak było i w tym przypadku. Już w tym samym tygodniu podjęcia decyzji związanej z wykonawstwem prac

uszczelniających podłączono się do ww. rurociągu rozpoczynając prace wstępne. Następnie rozpoczęto uszczelnianie ociosu przez natryskiwanie materiałem wiążącym oraz wypełnianie pustek za uszczelnionym ociosem poprzez krótkie odwierty. Załoga wykonująca te prace miała rurociąg materiałowy do dyspozycji tylko w ciągu jednej zmiany na dobę, przerabiając w tym czasie od 20 do 30 m³ materiału wiążącego. W zależności od stopnia rozluźnienia skał za uszczelnioną obudową wielkość ta wystarczała do uszczelnienia około 10 do 20 mb chodnika. Stała kontrola zawartości tlenu węgla w powietrzu obszaru poeksploatacyjnego zaczęła już po kilku dniach prac uszczelniających wskazywać tendencje obniżającej się zawartości. Po czterech tygodniach, gdy koncentracja tlenu węgla osiągnęła normalny poziom oznaczając powodzenie zastosowanej metody, zdecydowano o rozszerzeniu robot uszczelniających w obydwu kierunkach poza zlokalizowany obszar. Po około trzech miesiącach zakończono roboty uszczelniające i wypełniające z łącznym przerobem około 1500 m³ materiałów wiążących.

3. Zabudowa pasów podsadzkowych masowymi materiałami wiążącymi hydraulicznym systemem rurociągów transportowych z powierzchni

W związku z coraz większą głębokością eksploatacji węgla kamiennego wzrastają wymagania w stosunku do wykonywanych obiektów podziemnych. Szczególnie chodniki przyścianowe ulegają dużym obciążeniom związanym z frontem eksploatacyjnym pokładu węgla. Ważnym aspektem dla użytkowania chodników przyścianowych o odpowiednio dużych przekrojach, dla transportu materiałów, transportu urobku, dla celów wentylacyjnych czy też dwukrotnego użycia jako pod- i nadścianowy, jest zastosowanie materiałów hydraulicznie wiążących. Zarówno badania w górnictwie podziemnym, jak i numeryczne badania symulacyjne w Polsce i Niemczech wykazały, że poprzez zabudowę pasów podsadzkowych w chodnikach ścianowych zmniejszamy konwergencję eksploatacyjną. Konwergencja w chodnikach działa bezpośrednio na jej obudowę, czyli na bezpieczeństwo użytkowania samego chodnika. Poprzez zabudowę pasów zmniejszamy konieczność odpowiednich przebudów, redukując koszty utrzymania wyrobiska. Prawdłowo wykonane pasy podsadzkowe z materiałów wiążących w odróżnieniu od wykonanych za pomocą kasztów drewnianych czy też pojedynczych stojaków polepszają warunki wentylacji wyrobisk ograniczając wypływy gazów, straty powietrza, znacznie redukując ryzyko powstawania pożarów.

Dla zabudowy pasa podsadzkowego z materiałów wiążących o szerokości 1,5 m w chodniku z pokładem węgla o grubości 2 m oraz postępie dziennym ściany około 8 m zapotrzebowanie

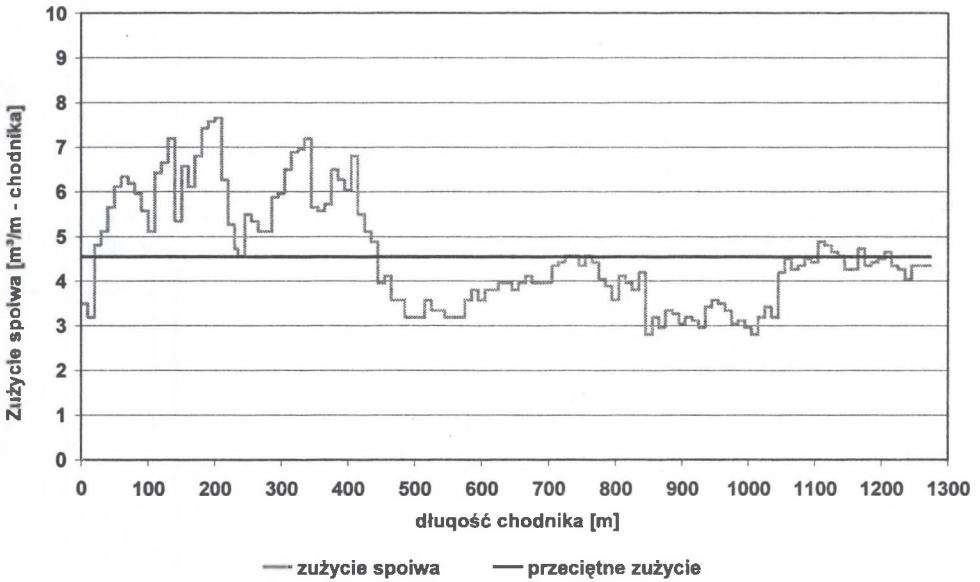
dzienne na materiał wiążący wynosi około 24 m^3 , czyli około 30 t. Dostawa takiej ilości materiału dziennie w opakowaniach, np. w workach czy też w kontenerach elastycznych, tzw. „big-bag”, powoduje nie tylko duże problemy logistyczne, ale i duży nakład siły roboczej, przez co koszty systemowe są wysokie. Poprzez wykorzystanie rurociągów transportu hydraulicznego materiałów wiążących z powierzchni ww. zapotrzebowanie wykonywane jest w ciągu jednej zmiany roboczej; stosując proszkowy materiał wiążący w pasach podsadzkowych, można uzyskać dobre wyniki wytrzymałościowe, stabilizację obudowy, zapobiegać negatywnym skutkom wentylacyjnym.

4. Przebudowa chodnika po pożarze

Wskutek pożaru w jednym z chodników udostępniających w kopalni O. obudowa chodnika utraciła stateczność. Opinka w chodniku z siatek drucianych została prawie całkowicie zniszczona. Dodatkowo, poprzez duże wypalone przejścia pokładu w chodnik udostępniający, łuki obudowy utraciły kontakt z górotworem.

Przebudowę rozpoczęto wymianą i zabudową nowej opinki z siatek, uszczelnieniem jej za pomocą natrysku z materiałów wiążących oraz wypełnieniem pustek za uszczelnioną obudową. Pustki te zostały wypełnione materiałem wiążącym. Przez natrysk oraz wypełnienie pustek za obudową przywrócono jej kontakt górotworem i stateczność. Jednocześnie poprzez natryskiwanie obudowy materiałami wiążącymi związane resztki pożarowe w samym zabudowanym spoiwie. Całkowita długość przebudowy chodnika wynosiła 1275 m. Przedział czasowy na wykonanie tych prac, podany przez WUG, wynosił 5 miesięcy, tzn. planowany dzienny postęp robót przebudowy wynosił 12 do 13 m. Początkowa kalkulacja zapotrzebowania materiałowego dla robót uszczelniających (natryskowych) oraz wypełnienia pustek wynosiła 2 do 3 m^3 na metr bieżący chodnika. Przy obłożeniu jednozmianowym zaplanowano zapotrzebowanie dzienne materiału wiążącego na około 30 m^3 , czyli 37,5 t. Do wykonania tych robót wykorzystano rurociąg materiałowy do transportu hydraulicznego materiałów wiążących z powierzchni. Już po paru tygodniach od rozpoczęcia robót okazało się, że zakładane zapotrzebowanie dzienne materiału wiążącego było zbyt optymistyczne. Wypalone pustki pokładu węgla w chodniku były lokalnie tak duże, że zapotrzebowanie dzienne na materiał wiążący wzrosło do $5,5 - 7 \text{ m}^3$ na metr bieżący chodnika. Utrzymanie harmonogramu czasowego zwiększyło zapotrzebowanie dzienne spoiwa do 70 m^3 wymuszając obłożenie na dwu zmianach roboczych. Średnia całkowita zapotrzebowania na materiał wiążący wyniosła $4,6 \text{ m}^3$ na metr bieżący chodnika.

W sumie do wykonania powyższego projektu zużyto $5,825 \text{ m}^3$, czyli 7,300 ton materiału wiążącego. Dotrzymanie terminu, określonego przez WUG, na wykonanie prac związanych z ponownym uzyskaniem stateczności chodnika udostępniającego, było możliwe jedynie poprzez transport materiałów wiążących do miejsca ich zabudowy rurociągiem do transportu hydraulicznego z powierzchni. System ten gwarantuje transportowanie dużych ilości materiałów wiążących do miejsca ich zabudowy w odpowiednio krótkim czasie.



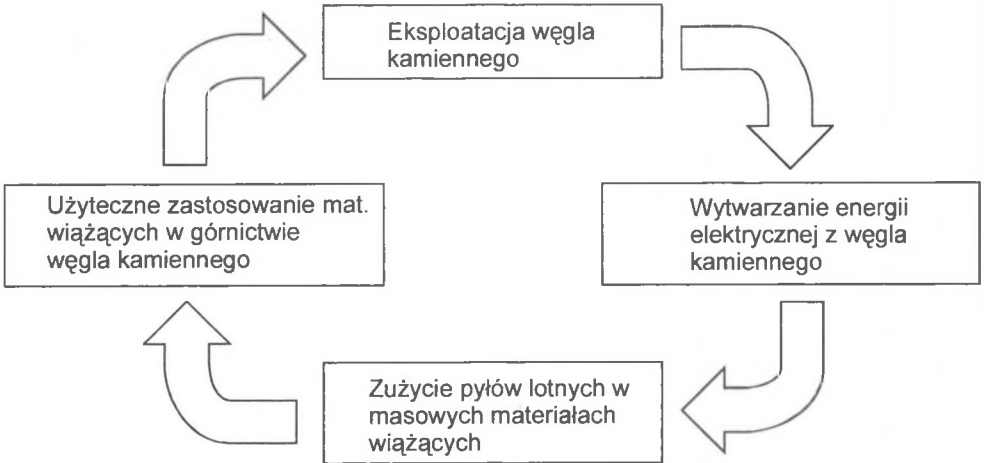
Rys. 1. Zużycie spoiwa mineralnego

Fig. 1. Building material for a roadway stabilisation

5. Podsumowanie

Przykłady te pokazały, że wykorzystanie masowych materiałów wiążących przyczynia się do utrzymania stateczności obudowy, utrzymania chodników, poprawiając bezpieczeństwo pracy w górnictwie. Uszczelnianie poprzez natrysk, budowa tam wentylacyjnych, wypełnianie pustek za obudową, budowa pasów podsadzkowych z materiałów wiążących redukują tworzenie się szkodliwych gazów dołowych i straty świeżego powietrza. W przypadku potrzeby dostarczania dużych ilości objętościowych spoiw i ich przerobu w krótkim czasie przeważa system hydrauliczny transportu materiałów wiążących z powierzchni nad innymi stosowanymi systemami transportu spoiw. Transportując hydraulicznie proszkowe masowe

materiały wiążące wykorzystuje się użytecznie odpadowe pyły lotne powstające w elektrowniach węgla kamiennego. Rozpatrując jedynie przykład trzeci tegoż referatu, gdzie zużytkowano przeszło 4 000 ton pyłów lotnych, dostrzec można zamykające się koło zapoczątkowane przez eksploatację węgla, jego zużycie do wytworzenia energii elektrycznej aż do wykorzystania powstających przy tym pyłów lotnych i ich zastosowania jako materiał wiążący w górnictwie podziemnym.



Rys. 2. Schemat przebiegu od eksploatacji węgla do użytecznego wykorzystania odpadów po jego spalaniu

Fig. 2. Circle from winning the hard coal to using fly ash as admixture to building material

Recenzent: Prof. dr Stanisław Janiczek

Abstract

Using fly ash as admixture to building material is one way to reduce dumping. Building material containing fly ash can be beneficially used for roadside packages, roadway stabilisation and other applications, where a high tonnage is needed. The three examples show the successful using of building material, pumped about a long distance. The voluminous task was as roadway stabilisation, where up to 70 m³ per day of building material were needed. It were 5.825 m³ respectively 7.300 t worked in sum.