

Jan DRENDA, Zenon RÓŻAŃSKI, Krzysztof SŁOTA, Paweł WRONA  
Politechnika Śląska, Gliwice

## **LIKWIDACJA ZAPOŻAROWANIA ELEMENTEM REKULTYWACJI SKŁADOWISKA ODPADÓW POWĘGLOWYCH W SIEMIANOWICACH ŚLĄSKICH - BAŃGOWIE**

**Streszczenie.** Rekultywacja terenów przemysłowych ma na celu przywrócenie im wartości przyrodniczych i użytkowych. Prowadzona musi być z uwzględnieniem szeregu uwarunkowań charakterystycznych dla obiektu będącego jej przedmiotem. Dla składowisk odpadów powęglowych bardzo ważnym elementem, który musi być wzięty pod uwagę, jest stan termiczny. W przypadku aktywności termicznej składowiska jednym z działań podjętych w początkowej fazie jego rekultywacji musi być likwidacja występującego zagrożenia pożarowego. W artykule przedstawiono ogólne założenia walki z pożarami tego typu obiektów. Przedstawiono wyniki badań stanu termicznego oraz technologię likwidacji zapożarowania składowiska usytuowanego w Siemianowicach Śląskich – Bańgowie.

## **FIRE EXTINCTION AS AN ELEMENT OF COAL WASTE DUMP RECLAMATION IN SIEMIANOWICE SLASKIE - BANGOW**

**Summary.** Land reclamation is conducted considering specification of an object. The main aim of reclamation is to recover its functional and natural values. Thermal state is crucial regarding coal wastes dumps. In these areas the fire hazard removal is one of the first steps in reclamation activity. General principles of fire fighting have been presented in the article. Taking into account the coal waste dump located in the city of Siemianowice Slaskie – Bangow, the results of research into thermal state and fire extinction technology have been described.

### **1. Wprowadzenie**

Działalność górnicza na terenie Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego wprowadziła wiele zmian w środowisku naturalnym tego regionu. Jednym z widocznych tego przejawów jest istnienie w krajobrazie Górnego Śląska wielu składowisk, na których zgromadzone są odpady

skalne powstające w trakcie udostępniania pokładów węgla, jego eksploatacji i w czasie procesów jego wzbogacania.

W obszarze aglomeracji górnośląskiej zlokalizowanych jest 136 składowisk odpadów powęglowych, na których zgromadzonych jest ogółem ponad 750 mln Mg materiału odpadowego. Zajmują one łącznie powierzchnię ok. 3500 ha [1]. Mamy więc do czynienia ze znacznymi powierzchniami nieużytków, które bardzo często znajdują się w sąsiedztwie osiedli mieszkaniowych. Samo istnienie oraz zły stan tych obiektów w przeważającej liczbie przypadków jest źródłem uciążliwości dla najbliższego otoczenia. Wymagają one rekultywacji, której zasadniczym celem jest przywrócenie terenom, na których się one znajdują, ich wartości użytkowych i przyrodniczych.

Znaczna zawartość składników palnych w odpadach skalnych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego sprawia, że materiał lokowany na składowiskach górniczych posiada zdolność do palenia się. Zawartości głównych składników palnych w odpadach kopalnianych ulokowanych na składowiskach mogą dochodzić nawet do 30 % substancji węglowej oraz do 8% pirytu [2, 3]. Dlatego częstym zjawiskiem obserwowanym na tego typu obiektach są pożary. Mogą to być pożary egzogeniczne, o ile zostały zapoczątkowane na skutek działania jakiegoś zewnętrznego źródła ciepła, lub pożary endogeniczne, powstałe samoistnie na skutek utleniania się zawartych w odpadach substancji aktywnych w stosunku do tlenu.

Niezależnie od rodzaju pożary składowisk w istotnym stopniu utrudniają prowadzenie prac rekultywacyjnych. Są one nie tylko źródłem emisji gazów pożarowych i pyłu do atmosfery, ale stwarzają spore zagrożenie bezpieczeństwa osób i maszyn znajdujących się na czynnych termicznie składowiskach. Dlatego przed przystąpieniem do rekultywacji ważne jest określenie stanu termicznego składowiska i podjęcie w jej pierwszym etapie odpowiednich działań prowadzących do likwidacji zagrożenia pożarowego.

Jednym z obiektów stanowiących przykład występowania takiego zjawiska było niewielkie składowisko kopalniane byłej KWK „Siemianowice” - ZG „Rozalia” sp. z o.o. w Siemianowicach Śląskich – Bańgowie, na którym to na przełomie lat 2003-04 zaobserwowano objawy intensywnego pożaru.

## 2. Ogólne założenia i metody likwidacji pożarów składowisk odpadów powęglowych

Zapobieganie pożarom na składowiskach odpadów z kopalń węgla kamiennego związane jest z podjęciem stosownych działań już na etapie budowy składowiska. Zapobieganie pożarom egzogenicznym jest stosunkowo łatwe, gdyż wystarczy unikać wywołujących je przyczyn, tj. rozpalania ognisk, wypalania traw w obrębie lub sąsiedztwie składowiska itp. Zapobieganie pożarom endogenicznym polega natomiast na eliminacji lub raczej minimalizacji przynajmniej jednego z czynników warunkujących jego powstanie. Prowadzić można zatem działania zmniejszające zawartość w odpadach substancji aktywnych w stosunku do tlenu, ograniczające dostęp powietrza do wnętrza składowiska lub zmniejszające możliwość akumulacji ciepła.

Brak prewencji pożarowej, zwłaszcza na starych stożkowych hałdach, lub stosowanie jej w niedostatecznym zakresie na nowszych składowiskach jest przyczyną występowania aktywności termicznej obecnie na co najmniej kilkunastu śląskich składowiskach. Obiekty te są uciążliwe, a często i niebezpieczne, dla najbliższego otoczenia i wymagają działań naprawczych.

Opracowanie odpowiedniej technologii likwidacji zagrożenia pożarowego możliwe jest po uprzednim rozpoznaniu stanu termicznego obiektu. Konieczne jest określenie stref zagrzewania lub zapożarowania składowiska, intensywności zjawisk termicznych i ich zasięgu. Metody oceny stanu termicznego bazują na pomiarach temperatury materiału odpadowego oraz analizie składu atmosfery wnętrza składowiska, głównie pod kątem zawartości tlenków węgla i ubytku tlenu.

Na przestrzeni wielu lat doświadczeń zakładów górniczych i jednostek naukowych w walce z zagrożeniem pożarowym na zwałowiskach wykształciły się, mniej lub bardziej skuteczne, techniki likwidacji zapożarowania [4,5].

Powszechnie stosowanym w przeszłości sposobem gaszenia pożarów było zlewanie powierzchni palącego się składowiska wodą. Wywoływało to szybkie obniżenie temperatury zagrzanego materiału odpadowego, lecz skutkowało także erozją powierzchni składowiska i wyflukiwaniem spośród grubszych ziaren materiału droboziarnistego, co w efekcie wpływało na ułatwienie dostępu powietrza i w krótkim czasie powodowało nawrót zjawisk termicznych. Z tych względów nie stosuje się teraz tego zabiegu, chyba że towarzyszy mu natychmiastowe wybranie wychłodzonego materiału.

Obecnie likwidacja pożarów składowisk to najczęściej działania prowadzące do ograniczenia dostępu powietrza do ich wnętrza. Dodatkowym zabiegiem poprawiającym skuteczność może być chłodzenie materiału odpadowego w strefach zagrania. Metody likwidacji istniejących pożarów składowisk przedstawione są w tabeli.

Tabela 1

## Zestawienie stosowanych metod walki z pożarami składowisk odpadów powęglowych

Metoda	Efekt	Zalety (Z) i/lub wady (W)
1) Izolowanie powierzchni składowiska materiałem drobnziarnistym	ograniczenie dostępu powietrza, izolacja termiczna powierzchni	Z: brak ingerencji w bryłę składowiska, niewielkie koszty; W: możliwość przesuszenia i spękania warstwy izolującej
2) Ciśnieniowe zatłaczanie mieszanin wodno-popiołowych do wnętrza składowiska	ograniczenie dostępu powietrza, częściowe ochłodzenie zagranego materiału, izolacja termiczna niezapożarowanej części składowiska, rozproszenie substancji palnej	W: konieczność wiercenia wielu otworów, wysokie koszty; Z: głęboka penetracja materiału uszczelniającego
3) Wypełnianie mieszaniną popiołowo-wodną tzw. rowów chłonnych	ograniczenie dostępu powietrza, częściowe ochłodzenie zagranego materiału, izolacja ognisk pożarowych, rozproszenie substancji palnej	Z: wysoka skuteczność, niewielkie koszty
4) Wykonanie zagęszczonego nasypu rekultywacyjnego wokół bryły składowiska i wypełnianie przestrzeni między płonącym składowiskiem a nasypem mieszaniną popiołowo-wodną	ograniczenie dostępu powietrza, izolacja termiczna powierzchni	Z: wysoka skuteczność, możliwość kształtowania skarp, wykorzystanie odpadów z bieżącej produkcji; W: znaczna pracochłonność, uniemożliwienie oddawania ciepła, zwiększenie kubatury składowiska
5) Wybieranie palącego się materiału odpadowego z jednoczesnym jego chłodzeniem	likwidacja (nawet całkowita) ognisk pożarowych	Z: ograniczenie emisji produktów niepełnego utleniania, możliwość wykorzystania przepalonego materiału; W: zagrożenie dla ludzi i maszyn, naruszenie bryły składowiska, konieczność zastosowania dodatkowych działań prewencyjnych
6) Gaszenie i chłodzenie bryły składowiska gazem obojętnym (azot, dwutlenek węgla)	wypieranie tlenu z wnętrza składowiska i przerwanie procesu palenia się, ochładzanie zagranego materiału	Z: mała ingerencja w bryłę składowiska; W: konieczność zastosowania dodatkowych działań prewencyjnych

Zastosowanie odpowiednich metod likwidacji zagrożenia pożarowego uwarunkowane jest oczywiście specyfiką poszczególnych obiektów. Obserwacje wskazują, że najlepsze efekty dają techniki kombinowane, stanowiące połączenie metod pozwalających na jednoczesną izolację przed dostępem tlenu i chłodzenie zapożarowanych stref składowiska. Doświadczenia nad pozyskiwaniem ciepła z palących się składowisk pokazują, że celowe może być również umieszczanie w strefach zapożarowania rur, w których płynie odbierający ciepło czynnik chłodzący [6].

### **3. Likwidacja zapożarowania składowiska byłej KWK „Siemianowice” - ZG Rozalia sp. z o.o.**

#### **3.1. Charakterystyka ogólnego stanu składowiska**

Składowisko znajduje się w północno-zachodniej części obszaru miasta Siemianowice Śląskie, na granicy z Piekarami Śląskimi. Powstało ono w połowie lat 90. XX w. na terenie należącym do byłej KWK Siemianowice - ZG Rozalia sp. z o.o., w rejonie nieistniejącego już dziś szybu Podsadzkowego II. Po upadłości Kopalni syndyk masy upadłościowej teren, na którym leży składowisko, przekazał miastu Siemianowice Śląskie. Widok składowiska przedstawia fot. 1.

Hałda usytuowana jest wśród pól uprawnych w odległości 300-500 m od zabudowań mieszkalnych. Powierzchnia, jaką zajmuje, to ok. 3,7 ha. Wysokość zwałowiska ponad powierzchnią terenu była niewielka, bo zaledwie ok. 3 m. Na składowisku odpadów górnictwa występowały mułowce, ilowce i łupki węglisto – ilaste, obserwowano również spore ilości przerostów węglowych.

Obiekt nie był w przeszłości poddany żadnym zabiegom rekultywacyjnym. Na przełomie lat 2003-04 pojawiły się na nim objawy aktywności termicznej.

Można było wyróżnić dwie części składowiska: wschodnią o powierzchni ok. 20 000 m<sup>2</sup> i zachodnią o powierzchni ok. 17 000 m<sup>2</sup>, w której to obserwowano latem 2004 r. widoczne zewnętrznie oznaki pożaru włącznie z otwartym ogniem na wierzchołku obiektu. Część wschodnia nie przejawiała zauważalnych oznak pożarowych, ale nie było pewności co do możliwości zapoczątkowania procesów termicznych wewnątrz obiektu. Istniało także zagrożenie przeniesienia się pożaru z części zachodniej.



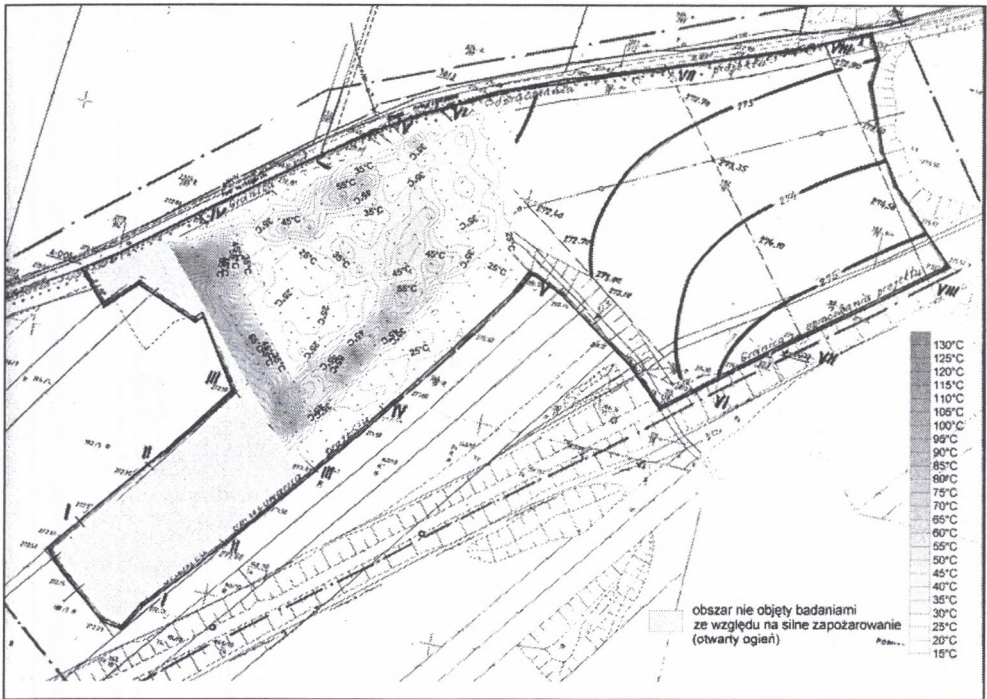
Fot. 1. Składowisko na terenie byłej KWK „Siemianowice” - ZG Rozalia sp. z o.o. (01.09.2004 r.)

Photo 1. Cola waste dump of former Siemianowice Coal Mine - ZG Rozalia sp. z o.o. (1<sup>st</sup> Sept. 2004)

### 3.2. Ocena stanu termicznego składowiska

Badania stanu termicznego zwałowiska przeprowadzone były w dniu 01.09.2004 r. W wielu miejscach na składowisku zjawiska termiczne objawiały się otwartym ogniem na wierzchołkach, nie wymagały więc one specjalnych badań. Jednak w celu lokalizacji stref wewnętrznej zapożarowania składowiska przeprowadzono badania stanu termicznego części obiektu. W ramach nich wykonano przy użyciu pirometru pomiary temperatury powierzchni składowiska, a także w wybranych punktach temperatury jego wnętrza. Wyniki badań pozwoliły opracować rozkład temperatury wskazując na mapie miejska ognisk pożarowych.

Część wschodnia obiektu nie wykazywała widocznych objawów palenia się i zostało to potwierdzone wynikami pomiarów - niskie wartości temperatury materiału odpadowego. W części zachodniej stwierdzono intensywną aktywność termiczną w strefie mającej kształt podkowy. Rozkład temperatury powierzchni składowiska w zachodniej części obiektu przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Rozkład temperatury powierzchni składowiska w Siemianowicach Śląskich - Bańgowie

Fig. 1. Temperature distribution on surface of coal waste dump in Siemianowice Slaskie - Bangow

### 3.3. Technologia prac na składowisku

Niewielkie rozmiary obiektu w Siemianowicach Śląskich – Bańgowie umożliwiły zastosowanie prostych i stosunkowo mało kosztownych działań zmierzających do likwidacji zapożarowania. Prace, które zostały wykonane w ramach gaszenia pożaru, prowadzone były w kilku etapach:

1. likwidacja ognisk otwartego ognia poprzez przykrycie materiałem odpadowym z innych stref składowiska, usypywanie pryzm w celu wychłodzenia materiału odpadowego, a także częściowa rozbiórka zwałowiska (fot. 2, 3),
2. wykonanie rowu izolacyjnego wypełnionego pulpą popiołową-wodną oddzielającego część wschodnią zwałowiska od palącej się części zachodniej (fot. 4),
3. rozplantowanie wychłodzonego w pryzmach materiału i wyrównanie wierzchowiny,
4. zagęszczanie materiału przez walcowanie (fot. 5) – na tym etapie robót dokonano ponownej oceny stanu termicznego, która wskazywała na zmniejszenie się intensywności procesów termicznych, lecz nadal występowały stosunkowo wysokie temperatury wewnątrz obiektu,
5. izolacja materiałem drobnziarnistym - pulpa popiołowo-wodna (fot. 6),

6. przykrycie obiektu warstwą ziemi, która stanowi podłoże do dalszych zabiegów rekultywacyjnych (fot. 7).



Fot. 2. Likwidacja ognisk otwartego ognia  
Photo 2. Extinction of flames



Fot. 3. Pryzmy chłodzącego się materiału  
Photo 3. Cooling of heaps



Fot. 4. Rów izolacyjny  
Photo 4. Isolating trench



Fot. 5. Zagęszczanie materiału walcem  
Photo 5. Densification of waste material using roller



Fot. 6. Warstwa izolująca  
Photo 6. Isolating layer



Fot. 7. Przykrycie warstwą ziemi  
Photo 7. Soil covering



#### 4. Podsumowanie

Prace przeprowadzone na składowisku w Siemianowicach Śląskich – Bańgowie pozwoliły na istotne ograniczenie zjawisk termicznych, znacznie zmniejszając zagrożenie wynikające z występującego zapożarowania. Jednocześnie nie naruszyły znacząco bryły obiektu.

Materiał odpadowy wewnątrz składowiska posiadał podwyższoną temperaturę, jednak ulegał powolnemu wychładzaniu. Oddawanie ciepła zostało utrudnione przez wykonanie warstwy izolacyjnej z popiołów przykrytych glebą. Wprowadzenie dodatkowo zabiegów pozwalających na odbiór ciepła i przyspieszenie procesu chłodzenia mogłoby zniwelować możliwość nadmiernego wysuszenia i zniszczenia warstwy izolacyjnej, zmniejszając niebezpieczeństwo wznowienia aktywności termicznej w przyszłości. Jednak obserwacje obecnego stanu obiektu wskazują, że przeprowadzone prace przyniosły zamierzony efekt, dając jednocześnie możliwość przeprowadzenia dalszych prac rekultywacyjnych i zagospodarowania w zgodzie z lokalnymi warunkami terenowymi.

#### LITERATURA

1. Sikorska-Mayakowska M., Barszcz A., Grabowski D., Lewandowski P., Strzelecki R.: Waloryzacja środowiska przyrodniczego i identyfikacja jego zagrożeń na terenie województwa śląskiego. Państwowy Instytut Geologiczny – Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Warszawa 2001.
2. Szafer M.: Nowe metody prewencji pożarowej i rekultywacji technicznej zwałów odpadów kopalnianych. Przegląd Górniczy nr 9, 1985.
3. Skarżyńska K.M.: Odpady powęglowe i ich zastosowanie w inżynierii lądowej i wodnej. Wyd. A R, Kraków 1997.
4. Mółka M.: Czy zwałowiska górnicze muszą się palić? Ekoprofit nr 9, 1999.
5. Korski J., Henslok P., Friede R.: Uwagi o przyczynach powstawania pożarów składowisk odpadów górniczych, zwalczaniu pożarów i profilaktyce przeciwpożarowej. Seminarium Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, Kraków 2005.
6. Różański Z.: Pozyskiwanie ciepła ze składowisk odpadów powęglowych podlegających naturalnym procesom utleniania. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 2003.