

Jacek KORSKI

Politechnika Śląska, Gliwice

Katedra Zarządzania i Inżynierii Bezpieczeństwa, Wydział Górnictwa i Geologii

ROWY CHŁONNE W ZWALCZANIU POŻARÓW I W PROFILAKTYCE POŻAROWEJ SKŁADOWISK ODPADÓW GÓRNICZYCH

Streszczenie. Rowy chłonne są w Polsce najbardziej rozpowszechnioną metodą stosowaną w procesach gaszenia i czasami prewencji pożarowej na składowiskach odpadów górniczych z kopalń węgla kamiennego, a czasami innych składowisk odpadów zawierających części palne. W artykule przedstawiono metodę, jej odmiany oraz ocenę jej skuteczności na podstawie badań terenowych. Wskazano także na najczęściej spotykane błędy wykonawcze.

ABSORPTIVE DITCHES IN EXTINGUISHING AND FIRE PREVENTION COAL MINING WASTE DUMPS

Summary. Absorptive ditches are widely used in extinguishing and fire prevention on coal mining waste dumps in Poland. Sometimes this method is implemented on other firing waste dumps. Main idea of absorptive ditch is to put into specially diged trench fluent ash-water mixture. It let to make insulating screen stopping or preventing fire extending. Simply and easy method is popular but commonly using is taking both: to improvement and to mistakes. In article is presented absorptive ditches method, variants and appraisal of this method basing on field observations. On real examples are presented mistakes in process and their results. Dumps including materials from coal extraction and processing are firing in many place in the world, only in Upper Silesia (Poland) are firing more than twenty dumps.

1. Wstęp

Najnowsze uregulowania w zakresie składowania odpadów produkcyjnych z kopalń węgla w krajach UE, w praktyce zabraniają składowania, w następnych latach tych odpadów na składowiskach. Jednak wieloletnia działalność górnicza w zakresie wydobywania węgla kamiennego na Górnym Śląsku, podobnie jak w innych, starych zagłębiach węglowych, spowodowała powstanie licznych składowisk odpadów poprodukcyjnych.



Rys. 1. Płonące składowisko odpadów pogórnich Hałda Ruda w Zabrze w styczniu 2007 [6]
Fig. 1. Firing waste from coal mining dump in Zabrze (Upper Silesia-Poland) January 2007 [6]

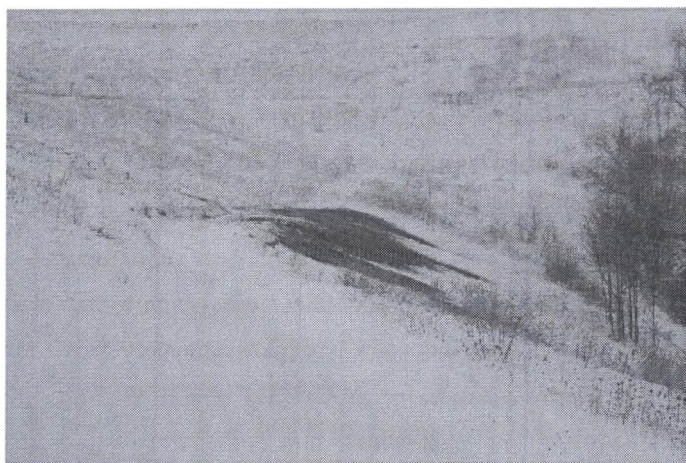
Płonące składowiska odpadów pogórnich z kopalń węgla kamiennego (zarówno odpady z robót górniczych, jak i odpady z procesów wzbogacania kopaliny) są niestety trwałym elementem krajobrazu i źródłem zagrożeń ekologicznych wielu zagłębi węglowych świata. Wśród krajów, w których występują zapożarowane składowiska odpadów górniczych wymienić należy: USA, Rosję, Ukrainę, Chiny. W Polsce około 20 składowisk odpadów górniczych, w ostatnich latach wykazywało aktywność termiczną [6].

Odpady powęglowe powstają:

- w procesach udostępniania złóż i w trakcie prowadzonych robót górniczych (odpady górnicze),
- w procesach wzbogacania kopaliny (odpady przeróbcze).

(Obecnie większość wytwarzanych odpadów powęglowych to odpady przeróbcze) [7].

Pożary składowisk odpadów powęglowych są konsekwencją własności odpadów i sposobu składowania. Podstawową przyczyną powstawania pożarów składowisk odpadów powęglowych jest proces utleniania substancji węglowej.



Rys. 2. Wytopienie śniegu na składowisku „Waleska” jako przejaw aktywności termicznej [3]

Fig. 2. Melted snow as a sign of „Waleska” dump thermal activity [3]

Znane są dwie grupy przyczyn powstawania pożarów składowisk odpadów powęglowych:

- zewnętrzne – pożary egzogeniczne wywołane zaproszeniem ognia (m.in. przy wypalaniu traw),
- samozapalenie – pożary endogeniczne [1,3].

Najbardziej znane teorie, dotyczące przyczyn samozapalenia węgla to:

- Teoria pirytowa (egzotermiczne utlenianie pirytu pod wpływem tlenu i wody).
- Teoria bakteryjna – podważona.
- Teoria fenolowa – samozagrzewanie się węgla pod wpływem intensywnego pochłaniania tlenu przez nienasycone fenole.
- Teoria kompleksu węgiel – tlen (adsorpcja i chemisorbcja tlenu przez węgiel z wydzielaniem ciepła).

Pewien interesujący pogląd na przyczyny i skłonność substancji węglowej do samozapalenia dają badania prowadzone metodą OTA – oksyreaktywną analizą termiczną [2].

Czynniki wpływające na złożone procesy termiczne w składowiskach odpadów powęglowych dzielą się na dwie grupy:

- czynniki genetyczne (wewnętrzne), określające zdolność materiału do reakcji z tlenem w niskich temperaturach,
- czynniki zewnętrzne.

Podstawowe czynniki zewnętrzne to te, które wpływają na zdolności filtracyjne składowiska i jego bilans cieplny:

- łatwy dopływ powietrza do wnętrza hałdy,
- obecność w składowisku dostatecznej ilości materiałów o odpowiedniej aktywności chemicznej w stosunku do tlenu atmosferycznego,
- możliwość kumulowania w składowisku ciepła – ilość ciepła odprowadzanego z wnętrza składowiska jest mniejsza od ilości ciepła w nim wytwarzanego.

W procesie budowania składowiska odpadów powęglowych należy dążyć do maksymalnego zagęszczenia bryły składowiska [8].

Istniejące już składowisko podlega jednak procesom powodującym zmiany gęstości i jednorodności bryły w czasie. Można tu wymienić:

- wietrzenie chemiczne (zwłaszcza w środowisku szybkiej wymiany wody i powietrza),
- zjawiska suffoacyjne,
- aktywność biologiczną – powstawanie pustek wskutek zasiedlania składowiska przez zwierzęta i roślinność,
- zamróz [9].

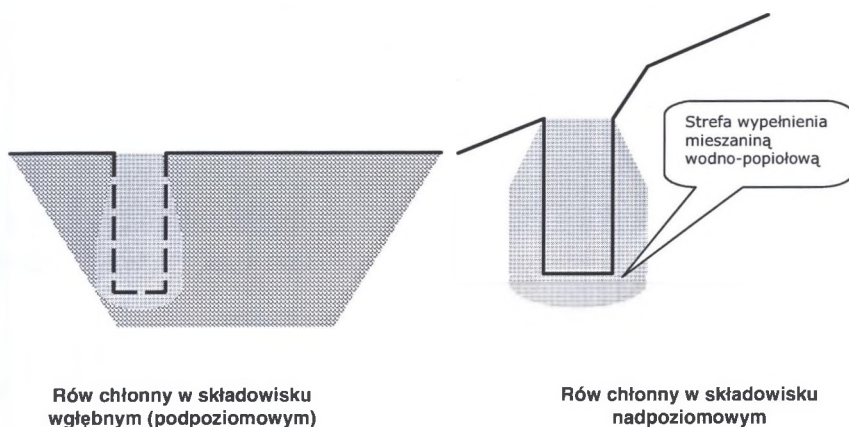
Te i inne procesy naturalne powodują, że zmianie ulegać mogą warunki napowietrzania w bryle składowiska. Z tego powodu zdarzają się pożary składowisk odpadów powęglowych wiele lat po zakończeniu składowania i zamknięciu składowiska. Obserwowano także dużo pożarów składowisk wskutek naruszenia bryły starych składowisk robotami ziemnymi. Izolowanie ognisk pożarowych i częściowe ich wychładzanie przez wykonywanie tzw. rowów chłonnych i wypełnianie ich mieszaniną wodno–popiołową jest jedną z metod stosowanych w procesach gaszenia i w prewencji składowisk odpadów górniczych [4,5].

2. Rowy chłonne jako metoda

Idea metody rowów chłonnych jest bardzo prosta. Polega ona na wykonaniu możliwie głębokiego rowu i wypełnienie go emulgatem wodno-popiołowym. Mieszanina wody z popiołem, z instalacji opylania spalin w kotłach przemysłowych wnika w ściany boczne i dno rowu, powodując powstanie ekranu izolacyjnego z substancji niepalnych. Utrudnia to przenikanie pożaru przez wykonany ekran. Chemiczne i izolacyjne własności popiołów

skutecznie hamują procesy samozagrzewania substancji węglowej w składowisku i ograniczają przepływ gazów wewnątrz składowiska.

Rowy chłonne powinny być wykonywane koparką możliwie głęboko, czyli na głębokość przekraczającą 3 metry. Według dość powszechnych poglądów [3] zjawiska pożarowe występują przeważnie w strefie aeracji barycznej lub dynamicznej.

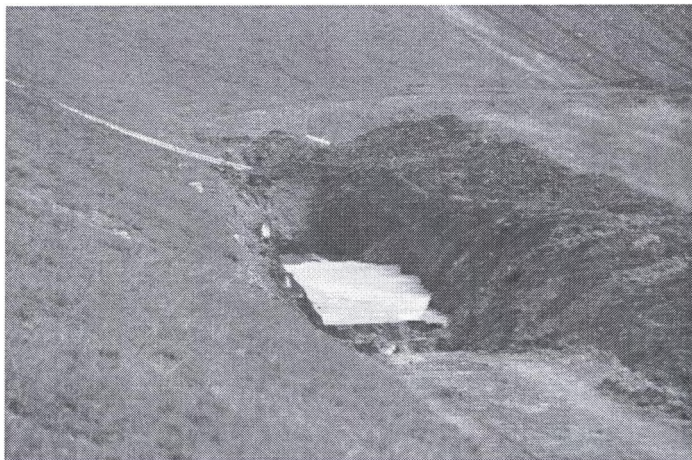


Rys. 3. Idea rowu chłonnego w różnych typach składowisk odpadów
Fig. 3. Absorptive ditch as idea in different kinds of dumps

Na składowisku „Waleska” w Łaziskach Górnych zetknięto się z problemem związanym z wykonywaniem rowu chłonnego na skarpie składowiska. Ze względu na to, że rowy musiały mieć zamknięty obwód i w tym celu musiały przebiegać także pochyło, wykonywano je odcinkami i bezzwłocznie po wykopaniu odcinka rowu, wypełniano go mieszaniną wodno–popiołową. Ponadto, ograniczone dostawy popiołów lotnych powodowały, że dla uniknięcia dodatkowej aeracji wykonywano tylko taki odcinek rowu, który można było szybko wypełnić. Wykonane odcinki sąsiadowały ze sobą.

Wykonywanie rowu chłonnego po nachyleniu terenu odcinkami z natychmiastowym wypełnieniem wykopanego odcinka mieszaniną wodno–popiołową pozwala na sprawne izolowanie objętych pożarem obszarów bryły składowiska.

Przygotowanie mieszaniny wodno–popiołowej najczęściej odbywa się w bezpośrednim sąsiedztwie rowów chłonnych, w mieszalnikach wykorzystujących zmywanie popiołu strumieniem wody (rys. 5).



Rys. 4. Wykonywanie rowu chłonnego odcinkami w skarpie składowiska „Waleska” w Łaziskach Górnych (kwiecień 2005)

Fig. 4. Sectional absorptive ditch in „Waleska” dump hillside (april 2005)



Rys. 5. Wykonywanie mieszanki wodno-popiołowej przez zmywanie pyłu

Fig. 5. Water-ash preparing on ash rinsing

Wytwarzanie mieszanki metodą zmywania wiąże się z dość intensywnym pyleniem. Innym sposobem wykonywania mieszanki jest wykorzystanie mieszalników inżektorowych (rys. 6). Niekiedy mieszankę wodno–popiołową wykonuje się w pewnej odległości (na istniejących instalacjach stacjonarnych) i dowozi do miejsca wypełniania rowów chłonnych cysternami. Sedymentowanie mieszanki jest w takich sytuacjach istotnym czynnikiem ograniczającym zasięg operacji.



Rys. 6. Wykonywanie mieszaniny wodno-popiołowej przez zmywanie pyłu
Fig. 6. Water-ash preparing on ash rinsing

3. Sposoby wykorzystania rowów chłonnych w prewencji i gaszeniu pożarów składowisk górniczych

Rowy chłonne wykorzystywane są do profilaktyki przeciwpożarowej i gaszenia pożarów składowisk odpadów górniczych z kopalń węgla kamiennego, ale nie tylko. Metodę tę wykorzystano m.in. w procesie gaszenia składowiska odpadów po hucie cynku w Świętochłowicach-Lipinach. Wśród składowanych odpadów występował tam koksik, wykorzystywany w przeszłości, w procesach technologicznych huty. Metoda wykorzystywana jest w:

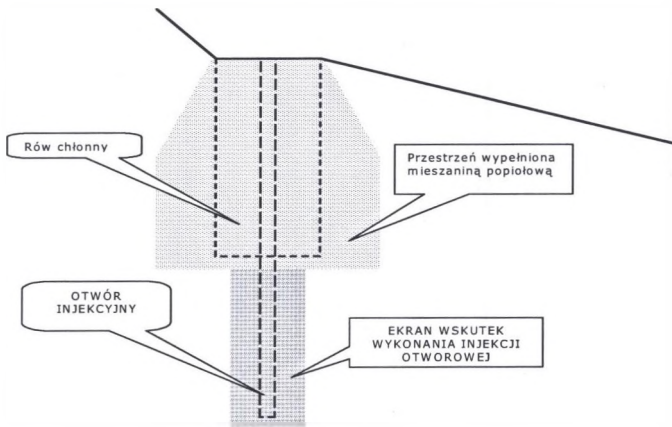
- ograniczaniu rozprzestrzeniania się aktywnego pożaru,
- stopniowym ograniczaniu przestrzeni objętej pożarem,
- prewencyjnym podziale bryły składowiska na sektory.

3.1. Ograniczenie rozprzestrzeniania się aktywnego pożaru

W sytuacji wystąpienia objawów pożaru na składowisku odpadów górniczych celowe jest działanie, polegające na ograniczeniu możliwości rozprzestrzeniania się pożaru na inne części składowiska. W tym celu, obok innych rozwiązań technicznych, stosowane są rowy chłonne. W takiej sytuacji rów chłonny stanowi izolacyjny ekran ognioszczelny.

Niekiedy dla zwiększenia skuteczności (jak np. w przypadku Hałdy Ruda w Zabrze) rów chłonny łączy się z wykonywanym pod nim ekranem z materiału izolacyjnego (rys. 7).

Kolejność wykonywania takiego ekranu polega na wykonaniu rowu chłonnego, a po związaniu mieszaniny, wykonanie przez rów otworu wiertniczego z podawaniem po przewierceniu rowu przepłuczki zawierającej materiał izolacyjny. Ze względu na właściwości materiału złożonego na składowisku (a zwłaszcza porowatość), następuje migracja przepłuczki i wypełnienie przestrzeni wokół otworu materiałem niepalnym oraz likwidacja pustek wypełnionych powietrzem, gazami pożarowymi. Ubocznym skutkiem tego działania jest wzmożona uciążliwość zapachowa i dymienie, wskutek wypychania gazów pożarowych i par poza bryłę składowiska. Głębokość tak wykonywanego ekranu ograniczona jest tylko zasięgiem wiertnicy oraz statecznością odwierconych otworów. Metoda wydaje się bardzo dobra w izolacji zapożarowanych skarp składowisk nadpoziomowych i skarpowych. Była ona stosowana m.in. w procesach gaszenia płonących składowisk w okolicach Wałbrzycha.



Rys. 7. Połączenie rowu chłonnego z iniekcją otworową
Fig. 7. Absorptive ditch supplemented by hole injection screen

Przepłuczka po zestaleniu cechuje się bardzo małą rozmywalnością i tym samym znaczną trwałością. Odpowiednio dobrana odległość sąsiednich otworów pozwala na wykonanie szczelnego ekranu na głębokość wiercenia.

3.2. Stopniowe ograniczanie przestrzeni objętej pożarem

Technologia stopniowego ograniczania przestrzeni objętej pożarem polega na wykonywaniu kolejnych rowów chłonnych, zbliżających się stopniowo do stwierdzonych ognisk pożarowych. Pierwsze rowy wykonuje się jako ekrany w niezagrażonej części

składowiska, a kolejne stopniowo coraz bliżej ogniska pożaru. Ze względu na topografię kształt rowów chłonnych może być różny, wynika to także z możliwości sprzętu używanego do kopania rowów. Należy podkreślić, że w miarę zbliżania się rowami chłonnymi do prawdopodobnego ogniska pożaru, zwiększa się wydzielanie gazów pożarowych, odczuwana jest uciążliwość zapachowa i wzrasta możliwość „wypchnięcia” pożaru na powierzchnię składowiska. Z powodu ww. przyczyn, tego typu prace muszą być prowadzone z zachowaniem szczególnej ostrożności i z zabezpieczeniem przed potencjalnymi zagrożeniami pracujących tam ludzi.

3.3. Prewencyjny podział bryły składowiska na sektory

Rowy chłonne mogą być wykonywane także w celu prewencyjnego rozdzielania nieaktywnego termicznie składowiska na sektory. Może to być uzasadnione np. zamiarem ingerencji w bryłę składowiska, celem jego częściowej rozbiórki itp. Jak wspomniano wcześniej wiele starych i pozornie nieaktywnych termicznie składowisk rozpała się po naruszeniu bryły.

4. Przegląd niektórych błędów popełnianych przy wykorzystaniu rowów chłonnych w prewencji i gaszeniu pożarów składowisk odpadów

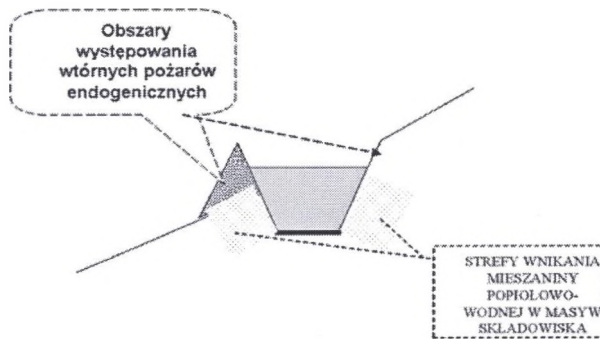
Na podstawie wyników badań i obserwacji procesów gaszenia pożarów składowisk odpadów górniczych i innych, zawierających materiały palne, stwierdzono kilka powtarzających się grup błędów, które wpływają na skuteczność zastosowania rowów chłonnych.

4.1. Wykonywanie rowów chłonnych przy wykorzystaniu spychaczy lub równiarek

Na składowiskach nadpoziomowych lub w zboczach składowisk skarpowych występują poważne problemy z wprowadzeniem koparek, zdolnych do pracy na nachyleniu zbocza (skarpy). W takich sytuacjach podejmuje się niekiedy decyzję o wykonywaniu rowu chłonnego przez wygarnianie materiału spychaczem lub inną podobną maszyną (np. równiarką czy zgarniarką). Rozwiązanie takie powoduje już na wstępie niepożądane zjawisko, w postaci utwardzenia dna rowu chłonnego i tym samym, w dalszej konsekwencji, utrudnione przenikanie mieszaniny wodno–popiołowej w głąb, poniżej dna rowu, co schematycznie pokazano na rys. 8.

Wykonywanie rowu spychaczem wiąże się z pozostawieniem podciętych, pionowych skarp od strony wzniosu zbocza składowiska, w przypadku składowisk skarpowych i nadpoziomowych.

Ponadto, w sąsiedztwie rowu pozostaje rozluźniony materiał zawierający substancję węglową. W przypadku składowiska „Skalny” w Łaziskach Górnych w sąsiedztwie podcięć zbocza i w masie przemieszczonego materiału rejestrowano szybkie wystąpienie objawów grzania się węgla.



Rys. 8. Konsekwencje wykonywania rowu chłonnego spychaczem
Fig. 8. Results of digging absorptive trench by bulldozer

4.2. Pokrywanie powierzchni rowu chłonnego materiałem z wykopu

Jednym z utrudnień przy wykonywaniu rowów chłonnych jest zagospodarowanie materiału z wykopów. Materiał ten nie odbiega z zasady składem od materiału będącego w całej bryle składowiska, a więc zawiera substancję palną, a w niektórych przypadkach proces samozagrzewania już się rozpoczął.

Pozostawienie materiału z wykopów niezagospodarowanego na powierzchni składowiska lub, co wydaje się jeszcze gorszym rozwiązaniem, pokrycie nim wykonanego wcześniej rowu chłonnego powoduje wystąpienie ognisk pożarowych w tym materiale. Stwarza także zagrożenie przejścia pożaru nad rowem chłonnym, czyli pozbawienie rowu założonej roli. Taki przypadek przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Rów chłonny na Hałdzie Ruda przykryty materiałem z wykopu, widoczne dymy świadczą o rozwoju pożaru na rowie

Fig. 9. Material from digging covering absorptive trench with smoke upon ditch

4.3. Pozostawienie rowu chłonnego bez wypełnienia

Pozostawienie rowu chłonnego niewypełnionego mieszaniną wodno-popiołową jest konsekwencją:

- niewiedzy realizatorów procesu gaszenia o przebiegu rozwoju pożarów w składowiskach,
- niewłaściwego planowania robót,
- niewłaściwego nadzoru.

Wskutek wykonania i niewypełnienia rowu chłonnego następuje doprowadzenie powietrza do wnętrza składowiska i zakłócenie dotychczasowych kierunków przepływu powietrza. Doprowadzenie tlenu atmosferycznego do nowych, grzejących się części składowiska powoduje rozpoczęcie, wznowienie lub przyspieszenie procesu palenia. Z reguły po zaledwie kilku dniach od wykonania rowu i pozostawienia go, w jego sąsiedztwie występuje intensywne parowanie i pojawianie się węglowodorów z procesów termicznego rozkładu substancji węglowej.

Podobne zjawiska występują w sąsiedztwie wykopów wykonywanych w innych technologicznych celach, dlatego istotnym elementem prewencji przeciwpożarowej i ograniczania rozwoju pożaru jest dążenie do minimalizacji ingerencji w bryłę składowiska robotami ziemnymi.



Rys. 10. Parowanie z rowu chłonnego pozostawionego bez wypełnienia
Fig. 10. Steaming from unfilled ditch

5. Podsumowanie i wnioski

Rowy chłonne mogą być bardzo skuteczną metodą izolacji ognisk pożarowych, pozwalającą na ograniczanie rozwoju i zacieśnianie przestrzeni objętej pożarem, pod warunkiem przestrzegania zasad ich wykonywania. W wyniku podjętych działań następuje stopniowe obniżanie się temperatury bryły składowiska, przy niskiej zawartości tlenu w obszarach rozwijania się uprzednio zjawisk pożarowych. Na podstawie obserwacji i analizy wybranych procesów gaśniczych można sformułować następujące wnioski:

1. Bezpośrednio po wykonaniu rowu należy wypełniać go mieszaniną wodno–popiołową. W przypadku konieczności wykonywania długich rowów chłonnych, należy wykonywać go odcinkami o długości umożliwiającej wypełnianie ich do 24 godzin po wykopaniu.
2. Pozostawienie niewypełnionego rowu chłonnego prowadzi do powstania nowych dróg przepływu powietrza w bryle składowiska i może przyczynić się do powstania nowych lub rozwoju istniejących ognisk pożarowych.
3. Wykorzystanie rowów chłonnych do bezpośredniej likwidacji ognisk pożarowych wydaje się nieuzasadnione. Prawdopodobieństwo precyzyjnej lokalizacji ogniska pożarowego jest niskie, a nietrafienie oznacza dodatkowe doprowadzanie świeżego powietrza w pobliże ogniska pożaru.
4. Rozszerzanie zasięgu (głębokości) ekranu izolującego przez łączne zastosowanie rowów chłonnych i wierceń z tłoczeniem do otworów materiału izolacyjnego o własnościach penetracyjnych jest dobrym rozwiązaniem, pod warunkiem prawidłowego wykonania.

Literatura

1. Buchwald P., Korski J.: *Zastosowanie ciekłego CO₂ do profilaktyki i zwalczania ognisk pożarowych składowisk odpadów pogórnich*. Materiały 4 Szkoły Aerologii Górniczej. Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa EMAG, Kraków 10-13 październik 2006.
2. Cebulak S., Śmieja-Król B., Tabor A., Misz M., Jelonek I., Jelonek Z.: *Oksyreaktywna Analiza Termiczna (OTA) – dobra i tania metoda oceny samozapalności węgla na składowiskach – wstępne wyniki badań*. Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w regionie górnośląskim, materiały konferencyjne LXXVI Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Rudy k/Rybnika, 14-16 września 2005.
3. Korski J., Friede R., Henslok P.: *Likwidacja egzogenicznych ognisk pożarowych składowiska odpadów pogórnich „Waleska” w Łaziskach Górnych*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona środowiska w górnictwie podziemnym i odkrywkowym”. Gliwice 24 maja 2006. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Górnictwo, z. 271. Gliwice 2006.
4. Korski J., Henslok P., Bodynek P.: *Doświadczenia z likwidacji zapożarowania składowiska odpadów powęglowych „Skalny” w Łaziskach Górnych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria: Górnictwo, z. 261. Gliwice 2004.
5. Korski J., Henslok P., Friede R.: *Uwagi o przyczynach powstawania pożarów składowisk odpadów górniczych, zwalczaniu pożarów i profilaktyce przeciwpożarowej*. Referat wygłoszony na seminarium Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk. Kraków 3 lutego 2005.
6. Korski J.: *Zarządzanie kryzysowe w sytuacji zagrożenia ekologicznego – pożaru składowiska odpadów pogórnich*. Monografia „Zarządzanie środowiskiem w aspekcie zrównoważonego rozwoju terenów uprzemysłowionych”. CMG KOMAG. Gliwice 2007, s. 67-76.
7. Kotowski W.: *Utylizacja i gospodarka odpadami*. Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji w Bytomiu. Bytom 2001.
8. Maciak F.: *Ochrona i rekultywacja środowiska*. Wydawnictwo SGGW. Warszawa 2003.
9. Thornes J.: *Geomorfologia dynamiczna*. PWN. Warszawa 1985.

Abstract

Firing waste dumps are a very popular element of landscapes in old coal regions and basins. For a long time fires and pollution from firing waste dumps were treated as usual and normal result of mining activity. Fire extinguishing was practiced as water raining only when dump was in service. At present time dumps including materials from coal extraction and processing are firing in many places in the world, only in Upper Silesia (Poland) are firing more than twenty dumps. After environmental expectations growth up were began works on waste dumps fire extinguishing. As a result were worked out different methods and techniques. In Poland one of the popular techniques became absorptive ditches as one of few methods. Absorptive ditches are widely used in extinguishing and fire prevention on coal mining waste dumps in Poland. Sometimes this method is implemented on other firing waste dumps. Described method is used as a exclusive or in complex. Main idea of absorptive ditch is to put into specially digged trench fluent ash-water mixture. It let to make insulating screen stopping or preventing fire extending. Absorptive ditch method is probably one of the cheapest in waste dumps fire extinguishing. Simply and easy method is popular but commonly using is taking both: to improvement and to mistakes. In article is described absorptive ditches technology with variants. Described is implementation of absorptive ditches for extinguishing and fire prevention. Basing on field observations is presented appraisal of absorptive ditch. Very important is description of typical errors in practical use and examples of technical solutions