

Jacek KORSKI, Roman FRIEDE, Patrycja HENSLOK
Kompania Węglowa S.A.
Oddział KWK „Bolesław Śmiały”
Łaziska Górne

LIKWIDACJA EGZOGENICZNYCH OGNISK POŻAROWYCH SKŁADOWISKA ODPADÓW POGÓRNICZYCH „WALESKA” W ŁAZISKACH GÓRNYCH

Streszczenie. W referacie przedstawiono doświadczenia w zwalczaniu pożaru egzogenicznego składowiska odpadów z kopalni węgla kamiennego. Przedstawiono przebieg likwidacji ognisk pożarowych oraz nową technikę wykorzystującą ciekły CO₂ do chłodzenia i inertyzacji ognisk pożarowych w bryle składowiska.

EGZOGENIC FIRE EXTINGUISHING IN COAL MINE WASTE DUMP “WALESKA” IN ŁAZISKA GÓRNE

Summary. In article is shown case study of extinguishing egzogenic fire in one of Silesian coal mining waste dumps. Besides of presentation of all extinguishing operation I shown bright new method using liquid CO₂ for cooling and atmosphere inertisation inside waste dump.

1. Wprowadzenie

Przedstawione w artykule doświadczenie jest przykładem skutecznych działań wyprzedzających rzeczywiste zagrożenie dla środowiska naturalnego i ludzi w sąsiedztwie czynnego składowiska odpadów pogórnich „Waleska” w Łaziskach Górnych. Wieloletnie doświadczenia pracowników Kopalni „Bolesław Śmiały” w Łaziskach Górnych w zwalczaniu zjawisk pożarowych na składowiskach odpadów powęglowych przyniosły efekt w postaci likwidacji ognisk pożarowych składowiska odpadów górniczych „Skalny”. Składowisko to było budowane i przebudowywane przez blisko 90 lat (1912-1998), a bardzo intensywne zjawiska pożarowe trwały od, co najmniej, lat 50. XX wieku. Od 1999 r. prowadzone

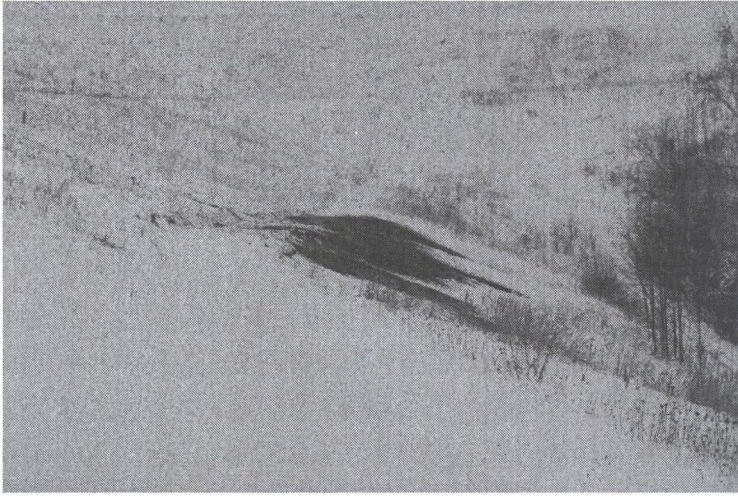
intensywne prace gaśnicze połączone ze studiami i analizami zagadnienia pozwoliły ugasić pożary i, dodatkowo, pozyskać dużą wiedzę i doświadczenie przez grupę pracowników Kopalni. Zdobyte doświadczenia wykorzystywano w profilaktyce przeciwpożarowej w trakcie budowy nowego składowiska odpadów powęglowych „Waleska”. Budowa składowiska prowadzona wg nowych standardów powinna wyeliminować możliwość wystąpienia zjawisk pożarowych. Jednak w kilka miesięcy po wystąpieniu na zazielenionych już skarpach składowiska pożarów roślinności wywołanych wypalaniem traw i procesami technicznymi poza terenem, lecz w bezpośrednim sąsiedztwie składowiska, stwierdzono objawy powstawania pożaru w jego masywie. Prowadzone bezpośrednio po przeniesieniu się z sąsiedztwa składowiska pożarów egzogenicznych (wypalanie traw i awaria techniczna w sąsiednim zakładzie produkcyjnym) badania i pomiary nie wykazały objawów istnienia lub powstawania pożaru.



Rys. 1. Pogorzelnisko w sąsiedztwie składowiska „Waleska”

Fig. 1. Site of the fire near “Waleska” waste dump

W kilka miesięcy później stwierdzono w omawianej części składowiska powstawanie w kilku miejscach wytopisk śniegu, będących jednym z objawów zwiększania się aktywności termicznej.



Rys. 2. Wytopienie śniegu na składowisku „Waleska” jako przejaw aktywności termicznej
 Fig. 2. Melted snow as a sign of „Waleska” dump thermal activity

2. Składowisko odpadów pogórnich „Waleska” w Łaziskach Górnych

Budowę składowiska rozpoczęto w 1994 roku, kiedy zaczynały już obowiązywać nowe standardy prawne i ekologiczne budowy składowisk odpadów powęglowych. Teren, na którym budowane jest składowisko „Waleska” kopalni „Bolesław Śmiały”, znajduje się na wschodnim skraju miasta Łaziska Górne przyległym do granicy administracyjnej gminy Wiry. Morfologicznie teren obejmuje:

- obszar hałdy „Waleska II” wyeksploatowanej dla poboru żużla do roku 1990,
- obszar dawnej hałdy „Waleska” powstałej w latach 1890 – 1968 (rozebranej w końcu lat 60.),
- teren dawnej cegielni przy kopalni Waleska wraz z wyrobiskiem po eksploatacji gliny, które zlikwidowano w końcu lat 70.,
- tereny rolne Agencji Własności Rolnej Skarbu Państwa (dawnego PGR – Wiry).

Podstawowe parametry charakteryzujące składowisko odpadów pogórnich „Waleska”

- to:
- powierzchnia 18,3 ha,
 - kubatura obecna 2.467 tys. m³,
 - kubatura docelowa – 3.478 tys. m³,
 - wysokość docelowa 40 m,
 - wysokość obecna około 20 m.



Rys. 3. Fragment składowiska „Waleska” z lotu ptaka (widoczne kolejne półki - piętra składowania, zgromadzone wapno podekarbonizacyjne)

Fig. 3. Part of „Waleska” waste dump from the air

Początkowa pojemność składowiska „Waleska” po korektach powierzchniowych i wysokościowych wynosiła 5913 tys. ton. Do chwili obecnej na składowisku ulokowano około 4358,3 tys. ton skały płonnej. Składowisko wyposażone jest w system rowów opaskowych wraz z osadnikiem odcieków. Jakość wód powierzchniowych i wód podziemnych pobieranych z wybudowanych piezometrów jest poddana ciągłemu monitoringowi. Do obiektów infrastruktury technicznej składowiska należą również: droga dojazdowa, sieć wodociągowa przeciwpożarowa, oświetlenie i myjnia kół samochodowych. W wyniku sporządzonych dwóch ocen oddziaływania na środowisko projektowanego składowiska odpadów zmieniono kilkakrotnie projekt budowy składowiska wraz z technologią lokowania odpadów i dopracowano jego ostateczną wersję, która wydaje się być jak najbardziej korzystna i najmniej uciążliwa dla środowiska.

Technologia deponowania odpadów odbywa się w sposób, który polega na wybudowaniu w pierwszej kolejności wału obudowanego wokół obrzeża składowiska. Wał zbudowany jest z zagęszczonych warstw odpadów. Zadaniem jego jest wyciszenie pracy sprzętu i uniknięcie pylenia podczas zasypywania wnętrza składowiska. Wysokość wałów wynosi około 6 m,

a każdy poziom składowiska jest oddzielony poziomą półką o szerokości około 2 m. Budowa wałów oraz wnętrza wykonana jest warstwami o grubości 0,5 m i zagęszczona walcem wibracyjnym okołkowanym. Stosowanie walca wibracyjnego pozwala osiągnąć zagęszczenie materiału do 1,5 m. Między każdą warstwę wprowadzana jest warstwa izolacyjna (antypirogenna) grubości 0,1 m wykonana ze szlamów (wapna) podekarbonizacyjnych pochodzących z Elektrowni Łaziska. Metoda ta pozwala odciąć dopływ powietrza do wnętrza zwału i nie dopuścić do zagrożenia powstania pożarami endogenicznymi. Na składowisku odpadów „Waleska” od roku 2001 stopniowo ograniczono składowanie odpadów górniczych, zaprzestając go całkowicie w roku 2002. W roku 2003 rozpoczęto w miesiącu październiku składowanie, lokując nieznaczne ilości odpadów w wysokości 13,8 tys. ton. W roku 2004 zeskładowano 46,1 tys. ton, zaś od I-VI 2005 r. ulokowano 38,7 tys. ton kamienia – od lipca br. do chwili obecnej zaprzestano wożenia tego odpadu na składowisko „Waleska”. Rzędna składowiska wynosi obecnie +320 m npm., a docelowe rzędne ustalone w decyzjach na budowę wynoszą: w części południowej +332 m npm., a w części północnej +340 m npm. Równocześnie z budową wałów obwodowych, po ich ukształtowaniu do nachylenia 1 : 2,5, prowadzi się bieżącą rekultywację zewnętrznych skarp składowiska poprzez obsypanie ich ziemią i wprowadzenie zieleni (obsianie mieszaninami traw i roślin motylkowych). Kopalnia wykonała również pas zieleni izolacyjnej wzdłuż drogi dojazdowej do składowiska odpadów. Przewiduje się także wykonanie zalesienia na terenach, które uzyskane zostały w wyniku przesunięcia granic składowania na składowisku oraz wzdłuż ul. Marta – Waleska. Po wybudowaniu składowiska obiekt ten zamierza się zaadaptować do celów rekreacyjno – sportowych. Zaprojektowano między innymi boiska sportowe, place zabaw, ścieżki spacerowe, tor saneczkowy itp.

3. Czynniki wpływające na występowanie aktywności pożarowej składowisk odpadów powęglowych

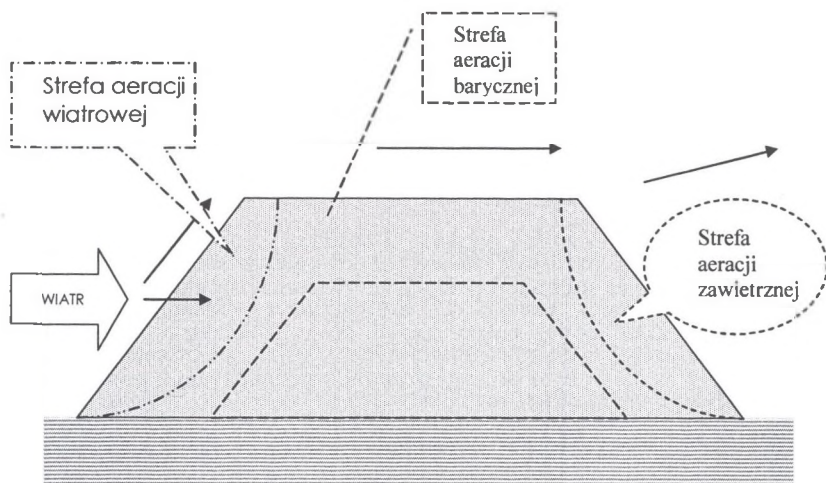
Podstawową przyczyną wystąpienia możliwości zaistnienia pożarów składowisk odpadów poprodukcyjnych z kopalń węgla kamiennego jest występowanie w nich substancji palnych, a przede wszystkim węgla. Jednak sama obecność węgla i, wg niektórych poglądów, pirytu nie jest czynnikiem wystarczającym do zaistnienia pożaru składowiska odpadów powęglowych.

Niezbędny jest także dostęp tlenu zawartego w powietrzu atmosferycznym i możliwość kumulowania wytwarzającego się w procesach samoutleniania ciepła. Istnieje kilka znanych grup czynników zwiększających ryzyko powstania pożaru składowiska odpadów powęglowych [4].

3.1. Kształt i objętość składowiska

Nadpoziomowe składowiska odpadów pogórnicych narażone są na dynamiczne napowietrzanie przez wiatr oraz na wpływ zmian wywołanych zmianami ciśnienia atmosferycznego. W przypadku dużego, nadpoziomowego składowiska odpadów rejestrowane, dobowe zmiany ciśnienia [4] powodują wymianę powietrza na głębokość do 2 metrów. Biorąc pod uwagę własności składowanego materiału (pojemność i przewodność cieplna, struktura ziarnowa materiału), szybkie zmiany ciśnienia nie powodują chłodzenia przypowierzchniowej (do metrów od powierzchni) warstwy składowiska. Powodują jednak zasilenie tej warstwy w tlen niezbędny w procesach samoutleniania.

Dynamiczne oddziaływanie wiatru powoduje przy stromych skarpach intensywne napowietrzanie nawietrznych (zwłaszcza od strony tzw. Przeważających wiatrów) skarp składowiska. W nowo budowanych składowiskach nadpoziomowych dla zmniejszenia aeracji wiatrowej dąży się do możliwie małego nachylenia skarp, jednak skutkuje to, przy określonej powierzchni terenu, zmniejszeniem pojemności składowiska. Jak wskazują jednak obserwacje, na zawietrznej (w stosunku do przeważających wiatrów) stronie składowiska występują strefy podciśnienia dynamicznego. Wpływ ciśnienia atmosferycznego i wiatru schematycznie pokazano na rys.4.



Rys. 4. Strefy aeracji barycznej i wiatrowej w bryle składowiska nadpoziomowego
 Fig. 4. Wind and barometric aeration zones inside overlevel waste dump

3.2. Technologia składowania

Technologia składowania powinna zminimalizować możliwość przenikania powietrza do bryły składowiska w długim horyzoncie czasowym. Obecnie stosuje się najczęściej składowanie z zagęszczaniem i, choć nie jest to zasadą, stosowanie przekładek pomiędzy kolejnymi warstwami składowanych odpadów w postaci materiałów antypirogennych. Technologia składowania powinna także uwzględniać zabezpieczenie bryły składowiska przed erodującym działaniem deszczu, zwłaszcza nawalnego i możliwość wykonywania na składowisku przyszłych prac naprawczych i konserwacyjnych.

3.3. Sposób rekultywacji biologicznej powierzchni składowiska

Na podstawie obserwacji wentylacyjnych doświadczeń można wskazać, że procesy biologicznej rekultywacji docelowych powierzchni (skarpy i wierzchowina) składowiska powinny być prowadzone na bieżąco, a do zazieleniania powinna być stosowana wieloletnia roślinność zielona. Sadzenie drzew i krzewów w przypadku składowisk zawierających substancję węglową lub piryt jest mało efektywne i jednocześnie może ułatwić procesy utleniania i samozagrzewania składowanego materiału. Rozbudowane systemy korzenne roślin krzewiastych i drzewiastych powodują rozsadzanie bryły składowiska.

Literatura przedmiotu [5,6] zaleca stosowanie mieszanek traw i roślin motylkowych (lubin, lucerna, koniczyna), które mają własności glebotwórcze.

3.4. Przygotowanie składowanych materiałów

Przez pojęcie przygotowania materiału do składowania należy rozumieć takie prowadzenie procesów przerobczych i gospodarki odpadami z robót górniczych, aby odpady zawierały możliwie najmniej substancji palnych, a zwłaszcza węgla [7]. W celu przyszłej hermetyzacji wnętrza składowiska należy dążyć do zróżnicowania składu ziarnowego odpadów [4], tak aby możliwe było po zagęszczeniu wyeliminowanie powietrza z wnętrza składowiska.

4. Taktyka pożarowa przy likwidacji ognisk pożarowych na składowisku odpadów powęglowych „Waleska”

Na podstawie wyników badań w czasie wiercenia otworów na jednej z półek składowiska stwierdzono występowanie niewielkich pustek i dużej porowatości bryły składowiska na głębokości 3-8 metrów. Było to poważnym zaskoczeniem, ponieważ analizowany obszar składowiska był nadzorowany i dokumentowany w czasie jego budowy z dużą starannością i dokładnością. Przeprowadzono dogłębną analizę posiadanej dokumentacji mierniczo-geologicznej i procesu budowy składowiska. Jako najbardziej prawdopodobne wyjaśnienie przyczyn występowania pustek i porowatości materiału uznano występowanie zjawisk wietrzenia i sufozji [8]. Dostępne wyniki badań węgla i odpadów metodą Oksyreaktywnej Analizy Termicznej (OTA) [1,2] wskazywały, że możliwe było dostarczenie wskutek pożaru roślinności energii cieplnej w egzotermicznej fazie procesu utleniania substancji węglowej i tym samym rozwój procesu samozagrzewania i wystąpienia pożaru. W związku z faktem, iż nie występowały jeszcze otwarte ogniska pożarowe i oddziaływanie na środowisko w postaci emisji gazów i par pożarowych, podjęto działania planowej likwidacji zagrożenia. Założono:

- uszczegółowienie informacji o stanie termicznym i strukturze bryły składowiska przez wykonanie odwiertów,
- izolację ognisk pożarowych przez wykonanie wokół składowiska rowów chłonnych wypełnionych mieszaniną popiołowo-wodną i gaszenie,
- zastosowanie ciekłego CO₂ do chłodzenia bryły składowiska i inertyzacji atmosfery wewnątrz składowiska,

- likwidację wykonanych otworów przez wypełnienie ich i ewentualnych pustek mieszaniną popiołowo wodną.

4.1. Wykonywanie rowów chłonnych wypełnionych mieszaniną popiołowo-wodną celem izolacji ognisk pożarowych

Najstarszy i sprawdzony praktycznie [3] sposób likwidacji i izolacji ognisk pożarowych na składowiskach odpadów powęglowych to kopanie możliwie głębokich rowów i wypełnianie ich mieszaniną wody i popiołów z odpylania spalin w elektrowniach. Na składowisku „Waleska” 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 po nachyleniu, wykonywano je odcinkami i bezzwłocznie po wykopaniu odcinka rowu wypełniano go mieszaniną popiołowo-wodną. 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 bezpośrednio.



Rys. 5. Wykonywanie rowu chłonnego w skarpie składowiska „Waleska” (kwiecień 2005)
Fig. 5. Receptive trench in „Waleska” dump hillside (april 2005)

4.2. Wiercenie otworów rozpoznawczych i wlewanie do nich mieszaniny popiołowo-wodnej

Występujące na powierzchni składowiska objawy oraz pomiary temperatury na głębokości do 1 m i analiza składu gazów pobieranych wbijaną sondą nie dały pełnego obrazu lokalizacji ognisk pożarowych i przebiegu migracji gazów w omawianej części składowiska. Celem rozszerzenia wiedzy wykonano dwa otwory wiertnicze z półki składowiska na głębokość 12 metrów. Wykonane otwory wykazały występowanie lokalnych pustek i porowatych struktur wewnątrz składowiska. Zjawiska te powiązano z wietrzeniem i sufozją w bryle składowiska [8]. Dla wyeliminowania migracji powietrza w rejonie wykonanych otworów wypełniono je mieszaniną popiołowo-wodną (stosunek 1:3). Mieszaniny takie dobrze migrują do niewielkich pustek i powodują szczelne ich wypełnienie. Obecność wody powodowała też schłodzenie materiału wokół otworów.

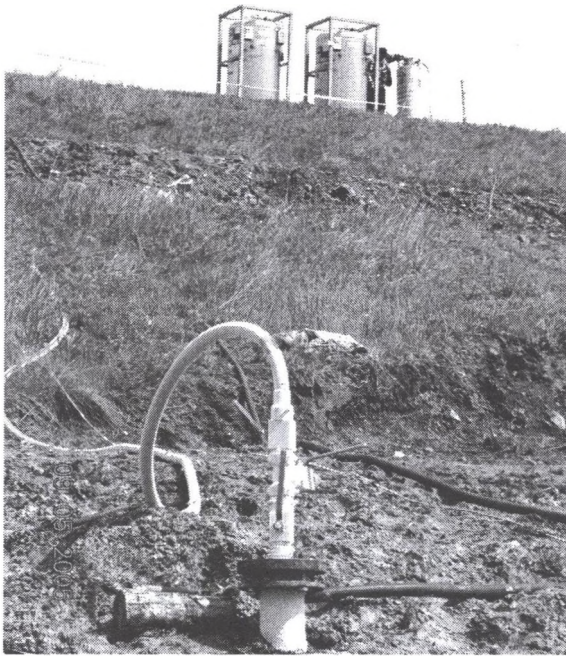
4.3. Zastosowanie ciekłego CO₂ do chłodzenia bryły składowiska i inertyzacji atmosfery

W procesie likwidacji pożaru po raz pierwszy zastosowano ciekły CO₂ jako środek do jednoczesnego chłodzenia bryły składowiska i wyparcia tlenu z jego objętości. Aplikacja tego rozwiązania miała charakter także eksperymentalny dla oceny skuteczności metody do chłodzenia wygaszonych, ale wciąż nagrzanych innych składowisk odpadów. W sytuacji kiedy dostępne metody nie pozwalały jednoznacznie zlokalizować ognisk pożarowych w odizolowywanej części składowiska, należało znaleźć sposób odebrania części ciepła ze składowiska i jednocześnie podjąć działania eliminujące lub ograniczające obecność tlenu w składowisku. W tym celu na półce składowiska oraz w zboczach w jej bezpośrednim sąsiedztwie wykonano kilkanaście otworów o średnicy 125 mm i głębokości 6-8 metrów. Otwory, obok innych celów, pozwoliły uzyskać informację o temperaturze i aktualnej strukturze składowiska w badanym miejscu. Na wlocie otworów osadzono i zacementowano odcinki rur obsadowych o średnicy 108 mm. Długość zarurowanego odcinka otworu nie przekraczała 0,5-0,7 m.



Rys. 6. Wiercenie otworów w bryle składowiska „Waleska” wiertnicą samojezdną
Fig. 6. Selfpropelled drilling unit in operation on „Waleska” dump

Do tak wykonanych otworów przy użyciu specjalnej instalacji wlewano ciekły CO_2 . Wskutek spadku ciśnienia następowało zestalenie się CO_2 w nieorurowanej części otworu. Po napełnieniu otworu odłączano przewody podające i kołkowano otwór. Następowo powolne odgazowanie „suchego lodu” z przenikaniem CO_2 do bryły składowiska. Jednorazowo niektóre otwory przyjmowały do 120 dm^3 ciekłego gazu. Do najbardziej chłonnych otworów ciekły CO_2 podawano kilkakrotnie. Po zakończeniu podawania otwory zlikwidowano przez wypełnienie mieszaniną popiołowo-wodną.



Rys. 7. Podawanie ciekłego CO₂ do otworów w bryle składowiska „Waleska” (widoczne zbiorniki z ciekłym CO₂, oszronione przewody i głowica otworu)

Fig. 7. Extinguishing operation with liquid carbon dioxide on “Waleska” waste dump (CO₂ tanks, pipes and hole head)

5. Podsumowanie i wnioski

W wyniku podjętych działań następuje stopniowe obniżanie się temperatury bryły składowiska przy niskiej zawartości tlenu w obszarach rozwijania się uprzednio zjawisk pożarowych. Na podstawie doświadczeń i analizy zastosowanego zespołu działań można sformułować następujące wnioski:

1. Likwidacja ognisk pożarowych w składowisku odpadów pogórnich wymaga, dla osiągnięcia pożądanych efektów, zastosowania zespołu skoordynowanych działań.
2. Mimo zastosowania technologii budowy składowiska odpadów powęglowych „Waleska” zmniejszającej zagrożenie powstania pożaru wskutek działania czynników zewnętrznych i procesów w masywie składowiska wystąpił zespół czynników, które umożliwiły powstanie pożaru.

3. Dynamiczne zjawiska geologiczne w antropogenicznym utworze, jakim jest składowisko odpadów pogórnicych, w istotny sposób mogą zmienić warunki przebiegu naturalnych przemian składowanego materiału.
4. Technika wlewania ciekłego CO₂ wstępnie potwierdziła skuteczność i celowość stosowania metody.

Literatura

1. Cebulak S., Gawęda A., Jernowaja I.: Application of the Oxyreactive Thermal Analysis to the investigation of the carbonized substances in rocks. Conference and exhibition "Modern exploration and improved oil and gas recovery methods", Kraków 1998.
2. Cebulak S., Langier-Kuźniarowa A.: Application of Oxyreactive Thermal Analysis to examination of organic matter associated with rocks. Journal of Thermal Analysis nr 50, 1997.
3. Korski J., Henslok P., Bodynek P.: Doświadczenia z likwidacji zapożarowania składowiska odpadów powęglowych „Skalny” w Łaziskach Górnych. Konferencja Naukowa „Górnictwo zrównoważonego rozwoju 2004” Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Gliwice 19 listopada 2004.
4. 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 Górnotworu Polskiej Akademii Nauk, Kraków 3 lutego 2005.
5. Kotowski W.: Utylizacja i gospodarka odpadami. Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji w Bytomiu, Bytom 2001.
6. Maciak F.: Ochrona i rekultywacja środowiska. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003.
7. Różański Z.: Pozyskiwanie ciepła ze składowisk odpadów powęglowych podlegających naturalnym procesom utleniania. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 2003.
8. Zbiorowa [Embleton C., Thornes J.red.]: Geomorfologia dynamiczna. PWN, Warszawa 1985.

Recenzent: Dr hab. inż. Józef Sułkowski, prof. nzw. w Pol. Śl.

Abstract

The most often reason thermal activity inside coal mining waste dumps is self-ignition of coal contained in wastes. Selfheating and self-ignition processes have, in the most popular views, only genetic reasons but some conditions are simultaneously needed to become real fire. On example of "Waleska" coal wastes dump and basing on analysis and researches in article are presented probable process of fire come to existence and advanced methods of extinguishing.