

УДК 614

ZENON RÓŻAŃSKI (dr. inż.), Józef PARCHAŃSKI (dr. inż.)

Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Eksploatacji Złóż, Gliwice, Polska

REKULTYWACJA ZWAŁOWISK ODPADÓW POWĘGLOWYCH W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM W ASPEKTCIE ZAGROŻENIE POŻAROWEGO

W artykule przedstawiono wciąż aktualny problem związany z zagrożeniem towarzyszącym składowaniu odpadów powęglowych na zwałowiskach. Przedstawiono bilans produkcji odpadów pod kątem ilości wykorzystywanego i składowanego materiału odpadowego obecnie oraz w przeszłości. Omówiono przyczyny pożarów oraz ich wpływ na otoczenie. Podano główne założenia oraz fazy procesu rekultywacji obiektów z uwzględnieniem profilaktyki oraz zwalczania zagrożenia pożarowego.

Wprowadzenie. Działalność górnicza na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) 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 jeszcze do niedawna zlokalizowanych było 136 składowisk odpadów powęglowych, na których zgromadzonych było ogółem ponad 750 mln Mg materiału odpadowego. Zajmują one łącznie powierzchnię ok. 3500 ha. Zwałowiska odpadów górnictwa węgla kamiennego zlokalizowane są głównie w centralnej części GZW, w rejonie Rudy Śląskiej, Zabrze, Bytomia i Katowic oraz w Rybnickim Okręgu Węglowym [11].

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.

Jednym z czynników utrudniających proces rekultywacji, a co za tym idzie możliwość zagospodarowania zwałowiska jest często występująca aktywność termiczna tych obiektów.

Produkcja i gospodarka odpadami wydobywczymi z górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Odpady wydobywcze powstające w górnictwie węgla kamiennego, możemy podzielić na dwie grupy [5] :

- odpady górniczne – skały pochodzące bezpośrednio z robót udostępniających i przygotowawczych, prowadzonych w celu udostępnienia kopaliny do eksploatacji. Odpady górniczne charakteryzują się zróżnicowanym składem granulometrycznym do 500 mm, zależnym od stosowanych maszyn urabiających i od sposobu urabiania skały.
- odpady przerobcze – skały pochodzące z partii spągowych, stropowych i przerostów, które podczas eksploatacji złoża przechodzą do urobku, a następnie w procesach przeróbki i wzbogacania zostają oddzielone od kopaliny głównej powstają w osadzarkach, w cieczach ciężkich, flotacji, odmulania, z odsiarczania węgla.

Odpady powęglowe wykazują dużą zmienność składu petrograficznego, zawierając zwykle wszystkie rodzaje skał karbońskich tj. iłowce, mułowce, piaskowce, łupki węglowe. Ponadto w odpadach kopalnianych w pewnych ilościach występuje węgiel w formie przerostów, inkrustacji w innych skałach lub pozostawiony w procesie wzbogacania. (tab. 1) [12,14]. Zawartość węgla w iłowcach i mułowcach dochodzi do kilku procent, natomiast łupki węglowe mogą zawierać ok. 40% węgla. Dużą zawartością węgla charakteryzują się przede wszystkim przerobcze odpady mułowe i poflotacyjne.

W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym odpady skał karbońskich stanowią od około 30 do 50% masy wydobytego węgla [15], a więc można przyjąć, że wydobyte 1 Mg węgla związane jest z powstaniem około 0,4 Mg odpadów. Ze względu na coraz to lepiej rozwiniętą gospodarkę odpadami ilość zgromadzonego na zwałowiskach materiału nie ulega wzrostowi, lecz nawet przeciwnie – dzięki możliwości wykorzystania materiału zwałowego w ostatnich latach zmniejszyła się w istotny sposób.

Główne kierunki wykorzystania odpadów bezpośrednio pochodzących z produkcji lub ułokowanych na zwałowiskach są następujące:

- podsadzka sucha lub hydrauliczna,
- zagospodarowanie nieużytków i terenów zdegradowanych,
- roboty inżynierskie (budowa nasypów komunikacyjnych, obwałowań rzek i zbiorników wodnych)

- budowa dróg,
- odzyskiwanie węgla,
- produkcja materiałów budowlanych itp.

Tabela 1 – Skład petrograficzny odpadów powęglowych w Polsce (%)

Rodzaj skały	Zagłębie Węglowe	
	Górnośląskie	Lubelskie
Iłowce	40 – 98	31 – 65
Mułowce	2 – 40	34 – 47
Łupki węglowe	2 – 25	
Piaskowce	0 – 33	16 – 18
Węgiel	3 – 10	6 – 8

W tabeli 2 w zestawieniu z wielkością produkcji węgla przedstawiono ilości wytwarzanych, a w tym składowanych i wykorzystanych odpadów, w ostatnich kilku latach oraz dla porównania przykładowe roczne ilości w poprzednich dekadach. Obecnie na zwałowiskach odpadów powęglowych zalega ponad 500 mln Mg materiału skalnego. Ostatnio udział składowanych odpadów w sumarycznej ich produkcji zdecydowanie zmniejszył się bo wynosi zaledwie kilka procent (rys.1).

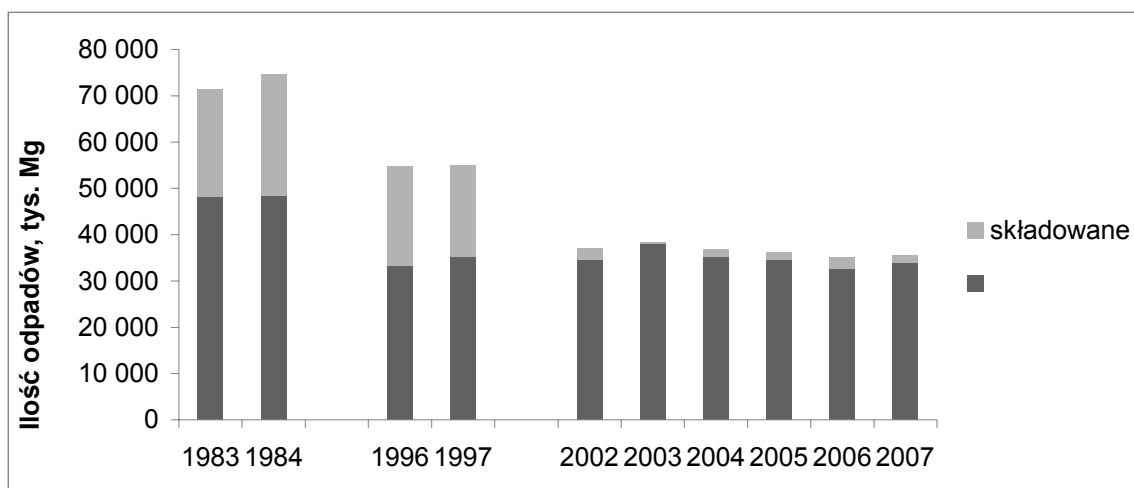
Tabela 2 – Bilans odpadów powęglowych w Polsce wg GUS [10]

Lata	Węglowa produkcja	Odpady wytworzone w ciągu roku			Odpady dotychczas składowane
		ogółem	wykorzystane	składowane	
W tysiącach Mg					
1983	193 241	71 583,7	48 231,6	23 291,7	429 727,0
1984	191 592	74 754,2	48 474,2	26 280,0	461 747,4
1996	137 987	54 752,5	33 307,3	21 427,0	739 439,0
1997	137 755	55 088,4	35 295,1	19 773,3	744 642,8
2002	103 705	37 191,1	34 488,7	2 501,6	668 091,8
2003	102 874	35 875,4	38 088,8	421,2	546 462,8
2004	101 230	36 826,6	35 205,2	1 566,2	548 211,3
2005	97 904	36 426,0	34 609,7	1 681,4	543 570,3
2006	95 200	36 500,6	32 496,4	2 454,6	517 521,8
2007	88 300	36 837,5	33 938,2	1 641,6	506 468,0

Nie zmienia to jednak faktu, że nadal w GZW istnieje wspomniana duża liczba zwałowisk wynikająca z preferowanego w przeszłości kierunku zagospodarowania odpadów polegającego na lokowaniu ich na składowiskach. Udział odpadów składowanych w ogólnej ich produkcji wahał się przykładowo w latach 80-tych i 90-tych na poziomie 30-40%.

Przyczyny powstawania pożarów zwałowisk odpadów powęglowych

Odpady skalne pochodzące z górnictwa węgla kamiennego zgodnie z ustawą o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz.628) nie są zaliczane do odpadów niebezpiecznych. Jednak znaczna zawartość składników palnych w tych odpadach sprawia, że materiał lokowany na zwałowiskach górniczych posiada zdolność do palenia się.



Rys. 1 – Udział składowania i wykorzystania odpadów powęglowych w Polsce w wybranych latach z przedziału 1983-2007

Zawartości głównych składników palnych w polskich odpadach kopalnianych ulokowanych na składowiskach mogą dochodzić nawet do 30 % substancji węglowej oraz do 8 % pirytu. W tabeli 3 przedstawiono skład mineralogiczny karbońskich odpadów powstających w Polsce oraz innych krajach [13].

Tabela 3 - Skład mineralogiczny odpadów w różnych krajach

Minerał	Belgia	Czechy Słowacja	Hiszpania	Niemcy	Wielka Brytania	WNP	Polska
Illit	80	10-45	20-60	41-66	10-31	5-30	28-82
Kaolinit	12	20-45	3-30	4-25	10-40	1-60	9-65
Mieszane warstwy illitowo-montmorillinitowe	0	0-0,5	8	-	6-18	6-40	0-5
Chloryt	5	0-15	0-7	1-3	2-7	-	0-10
Kwarc	8	10-50	5-57	13-27	15-25	-	3-37
Piryt	0,5	0-25	-	0,5-5	2-10	0,2-8	0-8
Substancja węglowa	10	0-25	4-30	5-10	5-25	8-40	15-30

Ze względu na przyczyny jakie wywołują zapalenie się zgromadzonego na zwałowisku materiału odpadowego wyróżnia się dwa rodzaje pożarów:

- pożary egzogeniczne, o ile zostały zapoczątkowane na skutek działania zewnętrznego źródła ciepła,
- pożary endogeniczne, powstałe samoistnie na skutek utleniania się zawartych w odpadach substancji aktywnych w stosunku do tlenu (głównie węgla i pirytu).

Do powstawania pożarów egzogenicznych dochodzi zazwyczaj w skutek nieodpowiedzialnych działań ludzkich wynikających zazwyczaj z braku odpowiedniej świadomości. Przyczyny są tu prozaiczne: rozpalanie ognisk lub wypalanie traw na terenie zwałowiska, źle zabezpieczone prace z wykorzystaniem źródeł wysokiej temperatury.

Proces powstawania pożarów endogenicznych jest bardziej złożony i wciąż nie do końca jednoznacznie wyjaśniony. Opracowano wiele teorii i hipotez na temat czynników aktywujących procesy termiczne. Wśród nich można wymienić kilka zasługujących na największą uwagę: teoria pirytowa, bakteryjna, fenolowa oraz teoria kompleksu węgla-tlen [2,8].

Jednak pewnym jest, że powstanie pożaru endogenicznego warunkowane jest jednoczesnym zaistnieniem trzech czynników:

1. łatwy dopływ powietrza do wnętrza hałdy,
2. obecność w hałdzie dostatecznej ilości materiałów o odpowiedniej aktywności chemicznej w stosunku do tlenu z powietrza,
3. możliwość akumulacji ciepła w hałdzie, a więc sytuacja, w której ilość ciepła powstającego przewyższa ilość ciepła odprowadzanego na zewnątrz hałdy.

Negatywny wpływ na środowisko atmosferyczne w najbliższym otoczeniu

W trakcie pożaru zwałowiska do atmosfery wydzielane są typowe gazy pożarowe: tlenek i dwutlenek węgla. W jego wnętrzu zachodzą procesy zbliżone do wylewania czy nawet koksowania węgla. Materiał odpadowy zawierający znaczną zawartość węgla i związków siarki poddawany działaniu wysokiej temperatury w warunkach ograniczonego dostępu tlenu, podlega procesowi termicznego rozkładu (pirolizy). W efekcie tego zjawiska mogą wydzielać się kolejne produkty gazowe m.in. ditlenek siarki, ditlenek azotu, węglowodory alifatyczne i aromatyczne, siarkowodór i disiarczek węgla. Niektóre z tych substancji należą do grupy odorantów. Substancje te są wyraźnie wyczuwane w sąsiedztwie czynnego termicznie zwałowiska pomimo tego, że ich stężenia są znacznie niższe od wartości dopuszczalnych w atmosferze [1]. Ich próg wyczuwalności zapachowej jest bowiem niższy od wartości dopuszczalnego stężenia. Można tu wymienić głównie związki siarki i węglowodory.

Istotnym zagrożeniem ze strony palącego się zwałowiska jest zwiększone zapylenie atmosfery w jego sąsiedztwie. Wysoka temperatura materiału odpadowego powoduje usunięcie z niego wilgoci. Sprzyja to zwiększonej możliwości wynoszenia przez wiatr drobnych i suchych ziaren przepalonego materiału odpadowego. Szczególnie silna emisja pyłu ma miejsce podczas wszelkiego typu prac związanych z eksploatacją czy przebudową zwałowiska. Typowym widokiem towarzyszącym pożarom zwałowisk są obrazki przedstawione na fotografiach 1 i 2.

Zanieczyszczeniu powietrza oraz pojawieniu się dyskomfortu zapachowego niemal zawsze towarzyszy pojawienie się uzasadnionych skarg mieszkańców terenów przyległych do czynnego termicznie zwałowiska. Konieczne są zatem działania zapobiegawcze, uniemożliwiające powstanie tego niekorzystnego zjawiska. Natomiast w przypadku pojawienia się zjawisk termicznych konieczna jest niezwłoczna ich likwidacja w celu ograniczenia możliwości rozwoju. Działania zmierzające w tym kierunku stanowią ważny element szerszego procesu nazywanego rekultywacją.



Fot. 1. Emisja gazów pożarowych z powierzchni



Fot. 2. Emisja pyłów w trakcie rozbiórki hałdy

Rekultywacja z uwzględnieniem profilaktyki i zwalczania istniejących pożarów

Rekultywacja to proces polegający na przywróceniu gruntom zdewastowanym wartości użytkowej poprzez wykonanie właściwych zabiegów technicznych, agrotechnicznych i biologicznych. Rekultywację terenów zdegradowanych działalnością przemysłową, w tym zwałowisk odpadów górniczych dzieli się na trzy fazy:

- przygotowawczą (dokumentacyjną),
- podstawową (techniczną),
- szczegółową (biologiczną).

Rekultywacja przygotowawcza dotyczy opracowania dokumentacji technicznej i kosztorysowej, szczegółowe rozpoznanie zwałowiska, ustalenie kierunku rekultywacji i zagospodarowania. Już na tym etapie należy zaplanować (zaprojektować) niezbędne operacje związane z profilaktyką/zwalczaniem zagrożenia pożarowego. Pożary składowisk stwarzają spore zagrożenie bezpieczeństwa osób i maszyn znajdujących się na czynnych termicznie składowiskach. Dlatego dokumentacja projektowa musi zawierać ściśle instrukcje na temat sposobu prowadzenia prac oraz stosowanych środków bezpieczeństwa uwzględniających zarówno zagrożenie gazowe oraz narażenie na wysoka temperaturę.

Rekultywacja techniczna obejmuje czynności realizowane na powstającym lub istniejącym zwałowisku polegające głównie na właściwym ukształtowaniu rzeźby terenu zwałowiska, ukształtowaniu i regulacji warunków hydrologicznych, odtworzenie gleb metodami technicznymi, budowa dróg dojazdowych. Prawidłowe przeprowadzenie tego etapu rekultywacji posiada największe znaczenie w aspekcie zagrożenia pożarowego. W wypadku zwałowisk zagrożonych pożarem endogenicznym najważniejszym celem rekultywacji technicznej jest minimalizacja czynników warunkujących rozwój zjawisk termicznych. Głównym zadaniem jest zapewnienie szczelności składowiska, odporności na czynniki meteorologiczne oraz osłabienie reaktywności materiału odpadowego w stosunku do tlenu.

Cel rekultywacji technicznej osiąga się przez stosowanie odpowiednich działań, uwzględniających specyfikę danego obiektu, polegających na [16]:

1. Przebudowie i łagodzeniu skarp w celu ograniczenia niekorzystnego oddziaływania wiatru.
2. Zagęszczaniu wierzchowiny docelowej i poszczególnych poziomów składowania poprzez wielokrotny przejazd walca wibracyjnego.
3. Wprowadzeniu materiału uszczelniającego w postaci drobnoziarnistych materiałów takich, jak ility, muły, odpady popłotacyjne, popioły lotne z energetyki np. poprzez iniekcję otworową lub tzw. rowy chłonne.
4. Przewarstwianiu materiałem inertnym. Jako materiał uszczelniający należy stosować glinę, ił, popioły lotne itp.
5. Formowaniu półek i dróg technologicznych na zwałowisku, zabezpieczenie przed erozją zboczy.
6. Doraźnej likwidacji ognisk pożarowych.
7. Retencji wód na zwałowisku dla utrzymania i rozwoju szaty roślinnej rekultywowanego obiektu.

Są to główne sposoby likwidacji istniejących ognisk pożarowych obecnie stosowane na obiektach znajdujących się regionie Górnego Śląska [4,7,9]:

- wybieranie palącego się materiału odpadowego z jednoczesnym jego chłodzeniem,
- izolowanie powierzchni składowiska niepalnym materiałem drobnoziarnistym,
- ciśnieniowe zatłaczanie mieszanin wodno-popiołowych do wnętrza składowiska,
- tworzenie tzw. rowów chłonnych i wypełnianie ich mieszaniną popiołowo-wodną,
- wykonanie zagęszczonego nasypu rekultywacyjnego wokół bryły składowiska i wypełnianie przestrzeni między płonącym składowiskiem a nasypem mieszaniną popiołowo-wodną,
- gaszenie i chłodzenie bryły składowiska gazem obojętnym (azot, ditlenek węgla).

Niektóre z wymienionych działań w ramach rekultywacji technicznej przedstawiono na fotografiach 3-8 [6].



Fot. 3. Likwidacja ognisk otwartego ognia



Fot. 4. Wybieranie palącego się materiału



Fot. 5. Rów chłonny



Fot. 6. Zagęszczanie materiału walcem



Fot. 7. Warstwa izolująca



Fot. 8. Przykrycie warstwą ziemi

Rekultywacja biologiczna polega na biologicznej i przeciwerozyjnej odbudowie zboczy i wierzchołków oraz zapoczątkowaniu i przyspieszeniu procesów glebotwórczych.

W przypadku zwałowisk odpadów powęglowych najistotniejszy jest odpowiedni dobór metod rekultywacji biologicznej, gdyż są to bardzo trudne obiekty, m.in. ze względu na: własności fizykochemiczne składowanego materiału, jego uziarnienie, zróżnicowaną podatność na wietrzenie, stopień zagęszczenia, uszczelnienia materiału, warunki wodne na zwałowisku, podatność na występowanie samozapłonu.

Proces rekultywacji biologicznej można prowadzić dwoma sposobami:

- pierwszy sposób polega na przykryciu skały warstwą materiału ziemistego o odpowiednich parametrach agrotechnicznych (przede wszystkim zasobności w podstawowe składniki odżywcze dla roślin) i wprowadzenie roślinności darniotwórczej przez siew,
- drugi sposób polega na bezpośrednim siewie nasion w grunt zwałowiska przy zachowaniu odpowiedniego sposobu użytkowania.

Kryteria doboru roślin:

- szybki wzrost i rozwój,
- płytki system korzeniowy łatwo adaptujący się w trudnych warunkach i niepowodujący z czasem rozszczelnienia bryły zwałowiska,
- niski przy dobrym krzewieniu się i pokrywaniu powierzchni,
- małe wymagania troficzne (pokarmowe roślin),
- zdolność przetrzymywania okresowych susz,
- łatwość rozkładu biomasy liści obumarłych.

Zagospodarowanie stanowi końcową fazę przywracania użyteczności terenu zwałowiska, stąd prace wykonywane w tej fazie mogą mieć zasadniczo różny charakter związany z przyjętym kierunkiem docelowego zagospodarowania.

Docelowymi mogą być następujące kierunki:

- ogólnie przyrodniczy,
- rekreacyjno – parkowy z obiektami sportowymi,
- lekka zabudowa przemysłowa (zwałowiska podziemne).

Monitoring stanu termicznego zwałowisk

Niezwykle ważną rolę w profilaktyce przeciwpożarowej zwałowisk odgrywa monitoring. Obiekty zbudowane z odpadów powęglowych, na których istnieje niebezpieczeństwo pojawienia się zjawisk termicznych powinny podlegać regularnie prowadzonym obserwacjom stanu termicznego w trakcie prowadzonych prac rekultywacyjnych, po ich zakończeniu oraz ostatecznym zagospodarowaniu obiektu. Zawsze bowiem istnieje ryzyko wznowienia procesów termicznych. Odpowiednio szybkie wykrycie początku procesów samozagrzewania pozwala na natychmiastowe podjęcie stosownych zabiegów prewencyjnych i niedopuszczenie do ich rozwoju i powstania pożaru. Ocena zagrożenia pożarowego opiera się o następujące sposoby wczesnego wykrywania aktywności termicznej zwałowiska:

- obserwacje zewnętrznych objawów samozagrzewania tj.:
- wydzielanie się dymu i pary wodnej z powierzchni zwałowiska,
- zapach produktów pirolizy węgla,
- ciemne plamy na powierzchni będące wynikiem skraplania produktów pirolizy węgla, wykwyty siarki w miejscach wydzielania gazów pożarowych, wysychanie i zanikanie szaty roślinnej w strefach aktywności termicznej,
- zanikanie pokrywy śnieżnej porą zimową itp.;
- badania składu atmosfery wnętrza zwałowiska, przede wszystkim pod kątem obecności CO, CO₂ oraz ubytku tlenu;
- badania temperatury materiału odpadowego na powierzchni zwałowiska lub/i w jego wnętrzu.

Podsumowanie

W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym wciąż istnieje kilkanaście zwałowisk wykazujących aktywność termiczną. Na wielu obiektach proces rekultywacji nie został przeprowadzony w sposób dostateczny lub w ogóle nie został rozpoczęty. Tylko nieliczne obiekty znajdują się w stanie, który pozwala przejść do kolejnego etapu związanego z zagospodarowaniem zwałowiska.

W świecie istnieją doskonałe przykłady tego, że obiekty pogórnice jakimi są zwałowiska odpadów powęglowych mogą stanowić element krajobrazu będący nawet atrakcją architektoniczną i wizytówką regionu.

Nawet pozytywne zakończenie procesu rekultywacji oraz zagospodarowania zwałowiska nie może zwalniać właściciela z obowiązku dalszego okresowego nadzoru i kontroli stanu termicznego, gdyż wykorzystywane obecnie metody profilaktyki i gaszenia pożarów nie są doskonałe i nie dają 100-procentowej gwarancji, że do pożaru nie dojdzie ponownie.

Literatura:

1. Adamczyk Z. Kształtowanie się zanieczyszczeń powietrza w strefie składowania odpadów powęglowych na przykładzie termicznie czynnego zwałowiska / Z. Z. Adamczyk // Białecka. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów. – 1999/ - Vol. 33, No. 5.
2. Strumiński A. Zwalczanie pożarów w kopalniach głębinowych / A. Strumiński. - Katowice: Śląsk, 1996.
3. Barosz S. Rekultywacja zwałowisk odpadów powęglowych w rejonie rybnicko- jastrzębskim / S. Barosz, W. Koziół, A. Tabor // Kształtowanie krajobrazu terenów poeksploatacyjnych w górnictwie: Międzynarodowa Konferencja Naukowa. – Kraków: AGH, 2003.
4. Buchwald P. Zastosowanie ciekłego CO₂ do profilaktyki i zwalczania ognisk pożarowych składowisk odpadów pogórnich / P. Buchwald, J. Korski // Materiały konferencyjne 4 Szkoły Aerologii Górniczej. - Kraków 2006.
5. Dulewski J. Gospodarka odpadami górnictwem / J. Dulewski, M. Mazurkiewicz // Miesięcznik WUG. – 1998. - No. 9.

6. Drenda J. Likwidacja zapożarowania elementem rekultywacji składowiska odpadów powęglowych w Siemianowicach Śląskich – Bańgowie / J. Drenda, Z. Róžański, K. Słota, P. // Rekultywacja terenów uprzemysłowionych: Wrona Konferencja Naukowa // Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Górnictwo. – 2006. – No. 1732. - P. 272.
7. Korski J. Uwagi o przyczynach powstawania pożarów składowisk odpadów górniczych, zwalczaniu pożarów i profilaktyce przeciwpożarowej / J. Korski, P. Henslok, R. Friede // Seminarium Instytutu Mechaniki Górotworu PAN. – Kraków, 2005.
8. Maciejasz Z., Kruk F. Pożary podziemne w kopalniach. Cz. 1 / Z. Maciejasz, F. Kruk. - Katowice: Śląsk, 1977.
9. Mólka M. Czy zwałowiska górnicze muszą się palić? / M. Mólka // Ekoprofit. – 1999. – No. 9.
10. Rocznik statystyczny przemysłu. Główny Urząd Statystyczny. – Warszawa, 1984-2008.
11. Sikorska-Mayakowska M. Waloryzacja Środowiska przyrodniczego i identyfikacja jego zagrożeń na terenie województwa śląskiego / M. Sikorska-Mayakowska, A. Barszcz, D. Grabowski, P. Lewandowski, R. Strzelecki; Państwowy Instytut Geologiczny; Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego. – Warszawa, 2001.
12. Skarżyńska K.M. Charakterystyka petrograficzna odpadów powęglowych w aspekcie ich wykorzystania w budownictwie hydrotechnicznym / K.M. Skarżyńska, E. Kozielska-Sroka, J. Setmajer // Przeg. Górn. – 1988/ - No. 3.
13. Skarżyńska K.M. Odpady powęgłowe i ich zastosowanie w inżynierii lądowej i wodnej / K.M. Skarżyńska. – Kraków: Akad. Roln., 1997.
14. Stochlak J. Własności chemiczne i fizyczne skał przywęglowych i odpadów przerobczych Lubelskiego Zagłębia Węglowego / J. Stochlak, J. Szczerbiński // Przeg. Górn. – 1981. – No. 5.
15. Szczepańska J. Zwałowiska odpadów węgla kamiennego jako ogniska zanieczyszczeń środowiska wodnego / J. Szczepańska // Zesz. Nauk. AGH, Geologia. - 1987. – No. 35.
16. Tabor A. Składowanie odpadów powęglowych jako problem techniczny i ekologiczny / A. Tabor // Wiadomości górnicze. – 1998. – No. 6.

Надійшло до редакції 01.10.09

Зенон Ружаньски, Юзеф Парханьски (политехника Шлєнська (г. Гливице, Польша)

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГУРНОШЛЁНСКОМ УГОЛЬНОМ БАСЕЙНЕ В АСПЕКТЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Статья посвящена рассмотрению постоянно актуальной проблемы, связанной с загрязнениями сопутствующими складированию угольных отходов на отвалах. Приведен баланс производства отходов с количественной оценкой получаемого и складированного материала в настоящее время и в ближайшей перспективе. Рассмотрены причины возгорания и вредные последствия этого. Приведены основные положения пофазового процесса рекультивации объектов складирования с учетом профилактики возгорания и уменьшения пожароопасности.

отходы, возгорание, складировании отходов, пожароопасность

Z. Rygansky, U. Porkhansky

RESTORATION OF COAL WASTE DUMPS IN GURNOSHLYONSKY COAL BASIN IN THE ASPECT OF FIRE HAZARD

The article considers the important problem of contamination caused by the coal waste stored in mine dumps. The balance of waste products and the quality of the obtained and stored materials is shown for the present day and nearest future. The causes of ignition and its harmful consequences are discussed. The basic points of restoration process of the stored objects are described with regard to fire prevention measures.

waste, ignition, warehousing of waste, fire danger

© **Z. Róžański, J. Parchański, 2009**