ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1977

Seria: GÓRNICTWO z. 85 Nr kol. 555

Stanisław DUCHOWSKI
Włodzimierz CZUBER

LIKWIDACJA CZYNNYCH TERMICZNIE HAŁD NIEZBĘDNYM SKŁADNIKIEM OCHRONY ŚRODOWISKA NATURALNEGO

Streszczenie. Praca omawia powstawanie i budowę zwałowisk odpadów kopalnianych oraz ich właściwości fizykochemiczne. W szerszym zakresie opisano właściwości termiczne składowisk odpadów kopalnianych, powstawanie samozapłonów oraz profilaktykę i sposoby likwidacji pożarów zwałowisk. Podano również technologię biologicznego zagospodarowania składowisk odpadów kopalnianych w aspekcie zabezpieczenia ich przed samozapłonami spowodowanymi rozluźnianiem gruntu systemem korzeniowym wprowadzonej roślinności.

1. Wstęp

Zasadniczymi składnikami zwałowisk odpadów kopalnianych [2] są skała płonna oraz towarzyszące jej materiały palne, takie jak: węgiel, przerosty lub łupki palne, drewno, kawałki taśm gumowych itp. Poza tym do zwałów tych dostają się takie materiały jak: gruz budowlany, żużle paleniskowe, popioły oraz inne odpady.

Sypanie tych różnorodnych materiałów odbywa się w sposób przypadkowy, bez ich segregacji i bez dokładnego mieszania. Z tego też względu zwałowiska odpadów kopalnianych charakteryzują się dużą niejednorodnością. Powstają skupiska różnych materiałów, bardzo często palnych, posiadających potencjalne możliwości samoutleniania i samozapłonów.

Zapalony zwał odpadów kopalnianych w miarę upływu czasu stwarza coraz większe zagrożenie dla otoczenia, ponieważ potencjalnie zagraża pobliskim zabudowaniom i przebywającym lub mieszkającym w pobliżu ludziom, ze względu na możliwość przeniesienia się pożaru oraz przez zatruwanie atmosfery trującymi gazami i pyłami (rys. 1).

Walka z tymi zagrożeniami jest konieczna z uwagi na ochronę naturalnego środowiska człowieka. Stąd też ważnym problemem w rejonach górniczych jest zagadnienie rekultywacji zwałowisk odpadów kopalnianych, gdyż występują one przeważnie na obszarach podmiejskich, a nawet miejskich, gdzie odczuwa się dotkliwy brak terenów rekreacyjnych przy równoczesnym występowaniu znacznego areału nieużytków poprzemysłowych.

Jednym z bardziej racjonalnych rozwiązań w tym zakresie jest zakładanie centralnych zwałowisk odpadów kopalnianych zlokalizowanych na terenach po odkrywkowej eksploatacji złóż różnych kopalin, jak piaski pod-

Rys. 1. Palące się zwałowisko KWK Gottwald

sadzkowe, kamień, glina itp., względnie w zagłębieniach terenowych, naturalnych (niecki osiadania) lub sztucznych.

Zakładanie tak dużych składowisk odpadów kopalnianych pozwala na zastosowanie odpowiednich technologii zwałowania oraz niezbędnego sprzętu o duzych wydajnościach. Dzięki tym zwałowiskom ochrania się cenne tereny miejskie, lub podmiejskie przed dewastacją.

Składowanie odpadów na zwałowiskach centralnych wymaga zachowania szczególnej profilaktyki. Istnieje tu bowiem potencjalne niebezpieczeństwo samozapłonów składowanych materiałów, a ugaszenie pożaru na tak dużym zwałowisku jest bardzo trudne i kosztowne.

2. Rodzaj materiałów zwałowanych

Potocznie wyróżnia się w zwałowiskach dwa rodzaje skał płonnych - łupki i piaskowce. W rzeczywistości skały te odznaczają się dużo większym zróżnicowaniem petrograficznym, a co za tym idzie - mają różne właściwości chemiczne [1, 2].

Wymienione skały występują głównie w stropach i spągach pokładów węglowych. Część ich pozostaje na dole kopalń lub wykorzystywana jest jako tzw. podsadzka sucha do wypełniania pustych przestrzeni po wybranym węglu. Najlepiej nadają się do tego piaskowce, najmniej - łupki ilaste. Toteż mimo że w skałach towarzyszącym pokładom węgla przeważają piaskowce - na zwałach jest ich stosunkowo mało, więcej natomiast jest łupków ilastych. Przyjmuje się, że ok. 70% skał płonnych przypada na grupy I-III,

pozostałe 30% - na grupy IV i V. Udział skał wapiennych na zwałach bywa znikomy; dotyczy to również tufitów.

Skały węglowe (I) charakteryzują się tym, że obok materiałów płonnych zawierają znaczną ilość substancji węglowej. W jednych węgiel na przemian z materiałami tworzy strukturę warstwową i wtedy mamy do czynienia z łupkami węglowymi; ze względu na znaczną zawartość węgla (32-70%) tylko nieduża ich ilość trafia na zwały. W innych skałach - iłach węglowych - węgiel wymieszany jest ze skałą płonną, przy czym występuje wtedy zazwyczaj w mniejszych ilościach (przeważnie poniżej 32%). Iły węglowe mogą być szklistoczarne, matowoczarne, pęczniejące i inne. Węgiel w nich jest pochodzenia humusowego, czyli utworzył się z roślin lądowych. Odrębną klasę skał węglowych stanowią iły sapropelowe, w których węgiel powstał wskutek gnicia szczątków organizmów żyjących w zbiornikach wodnych. Udział węgla w tych odpadach rzadko przekracza 5% masy, mimo to ich znaczenie jest duże, gdyż jemu przypisuje się zdolność samozapalania się, może więc on inicjować na zwałach procesy termiczne. W trakcie palenia wydzielają się kłęby gazów żółtego koloru.

Skały ilaste (II) odznaczają się przewagą minerałów ilastych (kaolinit, montmorillonit, illit i inne) przy nieznacznej zawartości węgla.

Należące do tej grupy iły kaolinitowe, zwane także łupkami ilastymi, zawierają co najmniej 70% kaolinitu. W zależności od domieszki minerałów towarzyszących rozróżnia się iły kaolinitowo-albitowe, kaolinitowo-serycytowo-kwarcowe zwane także łupkami ilasto-piaszczystymi i inne.

Łupki ilasto-piaszczyste stanowią przejście do III grupy skał - mułkowców, odznaczających się (poza udziałem kaolinitu) większą zawartością kwarcu (20-40%). Od nazw minerałów towarzyszących w większej ilości rozróżnia się mułkowce kwarcowo-kaolinitowe (łupki piaszczyste) i kwarcowo-kaolinitowo-chlorytowe.

Skały ilaste i mułkowce, mikroskopowo trudne do odróżnienia, stanowią znaczną część materiału zwałowego. Posiadają one decydujący wpływ na właściwości fizyczne i chemiczne zwałów, na rozwój wietrzenia i procesy powstawania gleby.

Szczególnie ważna jest obecność w nich minerałów ilastych, np. kaolinitu i montmorillonitu, które odznaczają się dużą chłonnością wody. Pod wpływem wody miękną, stają się plastyczne i w końcu zmieniają się w płynny muł. Dotyczy to zwłaszcza tzw. iłów pęczniejących, które po dodaniu wody natychmiast ulegają rozkładowi, tworząc zawiesinę.

Większość łupków w krótkim czasie rozsypuje się pod działaniem czynników atmosferycznych.

Piaskowce (IV) są skałami, których zasadniczym składnikiem jest kwarc, występujący w ziarnach widocznych gołym okiem. Zależnie od wielkości ziaren dzieli się je na cztery klasy: piaskowce miałko- drobno- średnio- i gruboziarniste o średnicach ziarna 0,1-2,0 mm. Ze wzrostem ziarnistości rośnie również zawartość kwarcu kosztem minerałów towarzyszących, do których należą: skalenie potasowe, kaolinit, chloryt i inne.

Żwirowce (V) są skałami, w których ziarna kwarcu przekraczają 2 mm grubości. Udział tej grupy skał w ogólnej masie zwałów jest nieznaczny i wynosi średnio 1-2%. Ze względu na znaczną odporność na wietrzenie rola piaskowców i żwirowców w procesach powstawania gleby jest o wiele mniejsza niż poprzednio wymienionych grup.

Odpady przerobowe górnictwa węglowego są drobnoziarnistą mieszaniną łupków, piaskowców i miału węglowego. Odznaczają się one dużą zawartością substancji węglowej (8,5 do 45%). Również odpady z kotłowni zawierają pokaźne ilości nie spalonego węgla; najwięcej (ok. 40%) węgla znajduje się w żużlu paleniskowym.

Szacuje się, że w różnych odpadach dostaje się na zwały średnio 20-25% węgla i ok. 1% pirytów. W składzie ziarnowym tych zwałów dominują części szkieletowe (powyżej 1 mm średnicy). Dotyczy to przede wszystkim nie przepalonych, niedawno usypanych zwałów. Pod wpływem wietrzenia fizycznego rośnie ilość części ziemistych (poniżej 1 mm średnicy), które ulegają łatwemu wypłukiwaniu w głąb usypiska. W zwałach przepalonych ilość szkieletu maleje na korzyść części ziemistych. Większość iłołupków po przepaleniu przybiera kolor ceglasty, a "ziarna" szkieletu mają charakterystyczną dla łupków blaszkowatą strukturę.

W trakcie wysypywania odpadów materiał grubszy zsuwa się po zboczu, przy czym najniżej staczają się okruchy najgrubsze. W rezultacie dolne warstwy zwałów zbudowane są z dużych okruchów skalnych ze znacznymi przestworami powietrznymi. Im wyżej zwału, tym bardziej zróżnicowany jest skład ziarnowy, materiału i większy udział w nim części drobniejszych.

3. Mechanizm powstawania pożarów hałd odpadów kopalnianych

W zależności od sposobu inicjowania pożaru możemy podzielić je na: egzogeniczne i endogeniczne.

Pożary egzogeniczne powstają w wyniku działania zewnętrznego źródła ognia. Przyczyną mogą być palące się na hałdach ogniska, rozpalone żużle z parowozów, wysypane żarzące się popioły z koszy do podgrzewania wagonów w okresie zimowym itp. Pożary te mogą być w zasadniczy sposób ograniczone, a przy właściwej organizacji robót i dyscyplinie pracowników - na zwałowisku wyeliminowane.

Pożary endogeniczne są wynikiem niskotemperaturowego procesu utleniania się węgla charakteryzującego się wydzielaniem znacznych ilości ciepła (3-4 cal/cm^3).

Mechanizm powstawania pożarów endogenicznych jest zjawiskiem złożonym i niezupełnie wyjaśnionym. Istnieje szereg teorii samozapalania i samopalenia węgla, stanowiącego podstawowy składnik wśród zwałowanych materiałów palnych.

Do ważniejszych teorii samozapalenia należą: pirytowa, katalityczno-bakteryjna, nadtlenkowa, fenolowa itp. Teorie te nie wyjaśniają w sposób dostateczny i jednoznaczny procesu samozapalenia materiałów palnych.

Można stwierdzić natomiast, że pożary endogeniczne na hałdach odpadów kopalnianych powstają wówczas, gdy są spełnione trzy następujące warunki:

- obecność materiału palnego o odpowiedniej aktywności chemicznej w stosunku do tlenu z powietrza,
- dostateczny dopływ powietrza do wnętrza hałdy,
- możliwość akumulacji ciepła wewnątrz hałdy.

W przypadku hałd odpadów kopalnianych warunki takie występują prawie zawsze, dlatego w każdym zwale tego typu istnieje potencjonalne zagrożenie powstania pożaru.

Zawartość materiałów palnych w hałdach odpadów kopalnianych może być różna. Zróżnicowanie to może występować również w obrębie tego samego zwału. Najwięcej materiałów palnych występuje w drobnych frakcjach.

W pewnych szczególnych przypadkach zawartość materiału palnego może dochodzić nawet do 68% [6].

W czasie sypania zwału odpadów kopalnianych zachodzi bardzo często segregacja ziarnowa, powodująca gromadzenie się grubych okruchów w dolnych rejonach, a drobnych w górnej części zwału. Taka budowa zwału stwarza bardzo dobre warunki dla przenikania powietrza w głąb oraz inicjowania procesu samozagrzewania i samozapalania się części palnych. Z tego też względu w hałdach stożkowych występuje bardzo duże zagrożenie samozapłonów.

Z doświadczeń zebranych można również stwierdzić bardzo duży wpływ wiatru na inicjowanie procesów samozagrzewania i samozapalania hałd odpadów kopalnianych. Możemy tu wyróżnić dwie fazy ruchu powietrza przez hałdę.

Pierwsza faza występuje w początkowym okresie, gdy temperatura wnętrza zwału jest niższa niż otoczenia. W wyniku reakcji tlenu z powietrza z materiałami samozapalnymi powstaje dwutlenek węgla, który jest cięższy od powietrza i wypływa na zewnątrz dolnymi partiami zwału. Wpływ dwutlenku węgla pociąga za sobą zasysanie świeżego powietrza od góry do wnętrza hałdy i wzmożenie się procesów utleniania.

W drugiej fazie, gdy temperatura wnętrza zwału jest wyższa od otoczenia, następuje odwrócenie ruchu gazów. Występuje wówczas normalny ciąg naturalny (z dołu do góry) tym silniejszy, im większa jest różnica temperatury otoczenia i wnętrza zwału.

Obok działania wiatru oraz kształtu i struktury zwału, duży wpływ ma na powstawanie i lokalizację pożarów nasłonecznienie. Również opady atmosferyczne, powodujące powstawanie szczelin bruzd lub wyrw ułatwiających dopływ powietrza do wnętrza hałdy, mogą być przyczyną samozapłonów.

Ogniska samozapalenia występują na małych głębokościach od powierzchni (0,2-3,0 m). Wynika to ze stopniowego zużywania tlenu z powietrza, w miarę przenikania do wnętrza zwału.

W przypadku istnienia szczelin w hałdzie głębokość występowania ognisk jest większa i dochodzi do 5-6 m.

4. Dotychczasowe metody gaszenia pożarów odpadów kopalnianych

Profilaktyka i likwidacja pożarów w zwałach odpadów kopalnianych powinna być oparta na wyeliminowaniu co najmniej jednego z trzech wymienionych uprzednio warunków, powodujących powstawanie pożarów endogenicznych. Całkowite usunięcie materiałów palnych z odpadów kopalnianych nie jest możliwe, lecz należy dążyć do tego, ażeby zawartość ich w zwale była stosunkowo mała. W miarę możności należy zapobiegać powstawaniu w zwale skupisk o zwiększonej zawartości materiałów palnych.

Poza tym z odpadów transportowanych na zwał należy eliminować wszelkie materiały "obce", zwłaszcza palne, takie jak np. drewno, guma, szmaty lub pakuły (zwłaszcza naoliwione) itp.

Z powodu olbrzymiej zazwyczaj masy zwału i zawartości w nim materiałów palnych, zdolnych do samozapalenia, trudno jest zapobiec akumulacji ciepła w zwale, aczkolwiek teoretycznie jest to realne.

Istnieją teoretyczne możliwości przewietrzania zwałów i odprowadzanie nadmiaru ciepła na zewnątrz. W tym celu należy w zwale wywiercić gęstą sieć otworów, w których umieszcza się następnie rury stalowe, ułatwiające dostatecznie silną wentylację (naturalną). Wymienioną metodę wypróbowano co prawda w zwale węgla a nie w zwale odpadów kopalnianych, lecz istnieje pewna analogia między tymi zwałami. Metodę tę należy ocenić krytycznie zarówno co do jej skuteczności jak również w aspekcie ekonomicznym.

Nie wytrzymuje również krytyki inna metoda, oparta na odprowadzaniu ciepła ze zwału za pomocą wody obiegowej, przetłaczanej poprzez system rur, umieszczonych w zwale, a także ewentualne metody, polegające na działalności przyspieszającej wypalenie się zwału.

Największą gwarancją zarówno w zakresie profilaktyki jak i zwalczania pożarów w zwałach odpadów kopalnianych dają metody, które ograniczają lub całkowicie odcinają dostęp powietrza do wnętrza zwału. W tym celu można stosować albo zagęszczenie - podobnie jak w przypadku zabezpieczania zwałów węgla (III) albo uszczelnienie zwałów za pomocą różnych dostępnych i niezbyt drogich materiałów jak glina, ziemia, pyły dymnicowe, a nawet muły węglowe itp. Wymienione materiały bywają stosowane między innymi w Anglii i USA, a także w ZSRR i w Czechosłowacji [5].

W USA sypanie zwałów odpadów kopalnianych poprzedzane jest sypaniem odpadów na małe kopce, dla wstępnego utleniania węgla i innych materiałów palnych, bez możliwości jednak ich samozapalenia z powodu braku warunków akumulacji ciepła. Następnie kopce te rozgarnia się na warstwy o grubości ok. 1 m, które z kolei przesypuje się warstwami gliny lub innego gruntu.

Zwraca się uwagę na pokrycie szczelną warstwą izolacyjną wykonaną z ziemi lub gliny skarp zwału. W razie uszkodzenia zewnętrznej warstwy izolacyjnej powstałe uszkodzenia likwiduje się natychmiast, gdyż w przeciwnym razie w szybkim czasie może nastąpić samozapalenie w tej części zwału.

Dobre wyniki w zakresie profilaktyki pożarowej w zwałach odpadów kopalnianych otrzymuje się także przez równomierne zlewanie wodą, a następnie formowanie zwałów spycharkami. Ta metoda składowania odpadów powoduje zamulenie pustek występujących normalnie w zwałach, wobec czego utrudniony jest dostęp powietrza do wnętrza zwału. Zamulenie pustek może następować zarówno drobnymi ziarnami odpadów, jak również szlamem, powstającym w wyniku zlasowania się łupków ilastych występujących w odpadach.

Należy zwrócić uwagę, że stosowanie wody do gaszenia powstałych już pożarów w zwałach odpadów kopalnianych nie jest celowe, a nawet szkodliwe lub wręcz niebezpieczne. Zraszanie wodą powoduje obniżenie temperatury zwału. Powstająca jednak para wodna, skraplając się w innej części zwału, oddaje ciepło kondensacji i stwarza tam warunki sprzyjające powstawaniu nowego ogniska pożaru. Ujemną stroną stosowania samej wody jest też żłobienie przez nią w zwale kanałów, przez co zwiększa się powierzchnia dostępu powietrza do zwału. Ponadto na skutek złej zwilżalności materiału zwałowego przez wodę, nasycenie zwału zachodzi tylko na małej głębokości. Ugaszenie pożaru zwału byłoby możliwe tylko wówczas, gdyby można dokładnie i intensywnie zalać cały zaogniony obszar, co jednak praktycznie trudno jest przeprowadzić.

W żadnym wypadku nie należy stosować wody do gaszenia istniejącego, dużego zwału, gdyż daje to tylko efekt przejściowy, a w pewnych przypadkach woda może spowodować niebezpieczne wybuchy fizyczne pary i gazów pożarowych czy nawet wybuchy chemiczne. Nie należy rozgarniać palącego się zwału w celu usunięcia z niego rozgrzanych partii. Powoduje to bowiem zwiększenie odpływu powietrza do zwału i gwałtowne ożywienie się pożaru.

Zamiast samej wody można stosować wodne roztwory niektórych substancji chemicznych jak np. chlorek sodowy, mleko wapienne, a także czteroboran sodowy, fosforan amonowy, fosforan glinowy, metakrzemian sodowy itp. [7]. Są to jednak na ogół materiały drogie i stosowanie ich na skalę przemysłową wydaje się być nieopłacalne.

Dobre wyniki w zakresie gaszenia pożarów w zwałach odpadów kopalnianych daje stosowanie pulpy gliniastej, w której stosunek gliny do wody wynosi 1:5 do 1:8. Pulpę wtłacza się do wnętrza zwału za pomocą rur stalowych, w dolnej części perforowanych. Oprócz tego całą zewnętrzną powierzchnię zwału zlewa się obficie pulpą, rozpoczynając od dołu skarp w kierunku do góry. Dalszy wzrost efektów gaszenia można osiągnąć przez otoczenie dolnych partii zwału nasypem, a następnie zalanie powstałego w ten sposób rowu pulpą gliniastą.

Również dobre efekty osiągnięto, stosując pyły dymnicowe odpowiednio utwardzone.

Można też stosować mieszaninę o następującym składzie:

a) pyły dymnicowe - 65%,
b) odpad WM (z produkcji surowego tlenku cynku),
c) mączka wapienna - 5%,
d) chlorek wapniowy - 0,7%,
e) woda - 24,3%.

Podaną wyżej mieszaniną należy pokryć zwał warstwą grubości 3 cm.

5. Metoda komprymacyjna gaszenia hałd i osiągnięte wyniki

Metoda komprymacyjna została opracowana przez zespół inżynierów Przedsiębiorstwa Materiałów Podsadzkowych PW w Katowicach. Metoda ta okazała się bardzo skuteczna pod warunkiem ścisłego przestrzegania złożonych w niej rygorów.

Zwałowiska nowo budowane, gdzie do transportu odpadów stosowany jest transport szynowy, winny być sypane warstwami grubości 4-5 m.

Każda warstwa winna być dobrze zagęszczona walcem wibracyjnym VT 801 produkcji CSRS lub CH 60 produkcji szwedzkiej, doczepianych do spycharek TG 170 produkcji jugosłowiańskiej (rys. 2).

Rys. 2. Ugaszone zwałowisko KWK Gottwald

W wypadku stosowania walca VT 801 o sile wymuszającej 20 ton, osiąga się zagęszczenie do 1,2 m. Przy zastosowaniu walca CH 60 o sile wymuszającej 28 ton, osiąga się zagęszczenie do 2,5 m.

Po zakończeniu zwałowania i zagęszczania ostatniej górnej warstwy cała powierzchnia zwałowiska winna być pokryta 2-metrową warstwą możliwie drobnych utworów, w której będzie się rozwijał system korzeniowy przyszłej roślinności. Przy takiej technologii można ograniczyć do niezbędnego minimum lub nawet całkowicie zaniechać pokrywania zwałowisk grubą warstwą gliny lub gleby urodzajnej. Funkcję gleby może z powodzeniem przyjąć tu rozkładający się łupek kopalniany.

Rys. 3. Ukształtowana i zagęszczona skarpa zwałowiska KWK Gottwald

W wypadku gaszenia już istniejących i zaognionych zwałowisk należy wykonać pewne prace ziemne dla odpowiedniego ich ukształtowania. Skarpy zwałowisk muszą być tak ukształtowane, by posiadały łagodne nachylenia 1:6, a nawet 1:10 (rys. 3). Wierzchowina winna być wyrównana, by nie było żadnych pryzm ani zagłębień. Po wykonaniu tych wstępnych prac należy przystąpić do zagęszczania ciężkimi wałami wibracyjnymi na głębokości do 2,5 m. Zagęszczenie musi być wykonane bardzo starannie w kratę, dwu- lub trzykrotnie.

Po wykonaniu wyżej podanych prac całą powierzchnię zwałowiska należy pokryć glebą lub utworami spełniającymi funkcję gleby grubości 0,6-1,5 m, w zależności od głębokości systemu korzeniowego wprowadzonej roślinności po wykonaniu zabiegów rekultywacyjnych. Tą metodą w okresie od października 1974 r. do września 1977 r. ugaszono następujące zwałowiska: Zwałowisko Centralne PMP PW w Brzezince, Zwałowisko KWK "Wawel" w Rudzie

Śląskiej o pow. 3,5 ha, Zwałowisko KWK "Sośnica" o pow. 6 ha, Zwałowisko KWK "Katowice" o pow. 1,5 ha, Zwałowisko KWK "Gottwald" pole "Kleofas" o pow. 3,6 ha, Zwałowisko KWK "Gottwald" pole "Gottwald" o pow. 6 ha, Zwałowisko "Bagno" KWK "Wieczorek" o pow. 12,75 ha, Zwałowisko KWK "Śląsk" o pow. 9 ha, Zwałowisko KWK "Murcki" o pow. 14 ha.

Wszystkie wyżej podane zwałowiska położone były w pobliżu osiedli mieszkalnych. Palące się hałdy zatruwały otoczenie wyziewami pyłów i gazów oraz obniżały walory estetyczne tych osiedli. Do ugaszenia pozostaje jeszcze około 80 ha palących się zwałowisk odpadów kopalnianych położonych najczęściej w pobliżu osiedli mieszkaniowych.

6. Biologiczne zagospodarowanie zwałowisk odpadów kopalnianych

Biologiczne zagospodarowanie zwałowisk odpadów kopalnianych nie może prowadzić do ich termicznego uaktywnienia się, gdyż powoduje to duże szkody społeczne i gospodarcze [3, 4]. Z tego też względu przed przystąpieniem do zagospodarowania winno się posiadać rozeznanie o termicznych właściwościach zwałowiska. Do tych właściwości winna być dobrana technologia rekultywacji oraz sposób zagospodarowania.

Nieodzowne jest stworzenie w górnych warstwach zwałowiska warstwy luźnej niezgęszczonej, gdzie będzie się rozwijał system korzeniowy wprowadzonej roślinności. Poniżej tej warstwy zwałowisko winno być dobrze zagęszczone, by nie powstały warunki swobodnego przepływu powietrza w głębsze warstwy. Wierzchnią warstwę należy odpowiednio przygotować. Jeżeli rekultywacja jest kierunkiem rolnym, wówczas powierzchnia zwałowiska musi być pokryta glebą urodzajną grubości minimum 60 cm. Warstwa ta jest niezbędna dla intensywnego gospodarowania, jak również prowadzenia prac agrotechnicznych.

W wypadku przeznaczenia powierzchni zwałowiska pod uprawy leśne lub zadrzewienie można ograniczyć grubość warstwy urodzajnej do 30 cm, a w szczególnych warunkach nawet zupełnie z niej zrezygnować (wówczas, jeżeli mamy do czynienia z łupkami dobrze rozłożonymi).

Dla stworzenia optymalnych warunków rozwoju wprowadzonej roślinności należy wykonać wapnowanie, nawożenie mineralne NPK oraz niezbędne zabiegi agrotechniczne, jak orki, talerzowanie itp. Na tak przygotowaną powierzchnię można wysiać łubin jednoroczny, który będzie przyorany na tzw. nawóz zielony, gdy osiągnie maksymalną masę zieloną. Po przyoraniu łubinu możemy przystąpić do wstępnego zagospodarowania, tj. do wprowadzenia gatunków glebotwórczych. W doborze tych gatunków należy zwrócić uwagę, by ich system korzeniowy nie rozwijał się na większą głębokość od założonej miąższości warstwy niezagęszczonej.

Winno się dobierać gatunki o płaskim systemie korzeniowym, małych wymaganiach glebowych, odporne na zadymienie i zapylenie powietrza (rys.4).

Rys. 4. Zagospodarowane zwałowisko KWK Gottwald

7. Wnioski końcowe

1. Unikać zwałowisk nadpoziomowych, wykorzystując na ten cel wyrobiska odkrywkowe lub inne zagłębienia terenowe.

2. Przestrzegać ściśle warstwowej budowy zwałowisk i odpowiedniego zagęszczania ich wałami wibracyjnymi o dużym nacisku powyżej 20 t.

3. Przy budowie zwałowisk nadpoziomowych należy je sypać warstwami grubości 4-5 m zagęszczanymi wałami wibracyjnymi o dużym nacisku.

4. Do zagospodarowania biologicznego winno się dobierać gatunki z płaskim systemem korzeniowym o małych wymaganiach glebowych odpornych na zadymienie i zapylenie powietrza.

LITERATURA

[1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1971.

[2] Chudek M., Duchowski S., Czuber W.: Zagospodarowanie nieużytków pogórniczych ważnym aspektem ochrony naturalnego środowiska w Górnośląskim Zagłębiu. Ochrona Terenów Górniczych nr 37, 1976.

[3] Czuber W.: Przekształcenie gleb w wyniku górniczej eksploatacji piasku podsadzkowego. Materiały z XIX Zjazdu Naukowego PTG Puławy - wrzesień 1972.

[4] Duchowski S.: Rekultywacja wyrobisk popiaskowych i perspektywy likwidacji nieużytków górnictwa węglowego. Przegląd Górniczy nr 12, Katowice 1973.

[5] Węgierski J.: Prawidłowe zwałowanie materiałów odpadowych w świetle doświadczeń amerykańskich i angielskich. Biuletyn Biura Projektów PW, 1963 nr 4, s. 15-19.

[6] Urbański H., Potyrała T., Prochowicz B., Dąbrowski J.: Geneza i profilaktyka pożarów w hałdach odpadów kopalń węgla. Bezpieczeństwo pracy w górnictwie, 1972 nr 14, s. 29-32.

[7] Granowski R.: Gaszenie pożaru zwałów kopalnianych. Przegląd Poż. nr 5, 1959.

ЛИКВИДИРОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ОТВАЛОВ НЕОБХОДИМОЙ СОСТАВНОЙ ЧАСТЬЮ ОХРАНЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Р е з ю м е

Работа рассматривает образование и строительство шахтных хвостохранилищ, а также их физико-химические свойства. Более шире описано термические свойства шахтных отвалов, возникновение самовоспламенений, а также профилактику и способы ликвидирования пожаров отвалов. Даётся тоже технология биологического заведения шахтных хвостохранилищ в аспекте обеспечения их перед самовоспламенением вызванным разрыхлением грунта системой корней введённой растительности.

RUNNING DOWN OF THERMICALLY ACTIVE DUMPS AS AN IMPORTANT FACTOR OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

S u m m a r y

Build-up and dump structures have been presented and the physical and chemical properties discussed with stress being laid on the thermal properties, self-ignition harards and means of gighting the fires.

A biological treatment of dumps has also been suggested.