

Jan HYCNAR

Przedsiębiorstwo Zagospodarowania
Odpadów Elektrowniowych
Katowice

POPIOŁY ELEKTROWNIANE - NIEBILANSOWANA BAZA SUROWCÓW MINERALNYCH

1. Popioły lotne i żużle surowcami mineralnymi

W szeregu przypadkach zagospodarowanie popiołów lotnych i żużli z elektrowni, elektrociepłowni i ciepłowni nie wynika z działań planowych. Zazwyczaj, po uruchomieniu elektrowni następuje okres hobbistycznego zagospodarowania, polegający na nieplanowym wykorzystywaniu popiołów lotnych lub żużli do wybranych technologii. Dopiero z chwilą narastania trudności ze składowaniem (np. brak terenów, wzrost kosztów składowania), zagospodarowanie popiołów lotnych i żużli z przypadkowego staje się procesem zorganizowanym. Postępowanie to mające charakter przymusu, pozostaje w sprzeczności z posiadaną wiedzą o wartości użytkowej popiołów.

Praktycznie w większości krajów, popioły lotne i żużle zostały uznane jako cenny surowiec mineralny dla bardzo wielu dziedzin budownictwa, przemysłu, rolnictwa itp. [1-6]. Obecnie popioły lotne i żużle w skali masowej wykorzystywane są do:

- produkcji cementu, spoiw bez - i niskocementowych; betonów zwykłych, komórkowych, hydrotechnicznych i osłonowych; ceramiki budowlanej i specjalnej; kruszyw sztucznych i spiekanych; materiałów termo- i hydroizolacyjnych; koncentratów związków żelaza i germanu; tworzyw sztucznych i gum (jako wypełniacze); środków ochrony roślin (jako nośniki); nawozów wapniowych; środków abrazywnych;
- nawożenia i melioracji gleb lekkich i ciężkich, nieużytków i terenów leśnych,
- oczyszczania ścieków i wód oraz regeneracji olejów przepracowanych,
- budowy dróg, autostrad i lotnisk oraz nasypów i wałów,
- podsadzania wyrobisk górniczych,
- niwelacji i rekultywacji zdegradowanych terenów.

We wszystkich tych przypadkach stosowanie popiołów daje efekt ekonomiczny wynikający m.in. z potaniaenia bazy surowcowej, uproszczenia technologii, jakości uzyskiwanych wyrobów itp.

W najbliższych latach należy spodziewać się możliwości dalszego wzrostu wykorzystania popiołów z tytułu zastosowania ich do produkcji glinu i metali rzadkich [7-9].

Niezależnie od wspomnianych problemów, elektrownie w ostatnich latach podlegają silnym naciskom społecznym i oddziaływaniu nowych ostrych przepisów w zakresie ochrony środowiska. Równocześnie obserwuje się tendencje wzrostu ilości odpadów z tytułu wzrostu produkcji energii elektrycznej i cieplnej, zwiększonego zapopielenia spalanych paliw wzrostu skuteczności urządzeń odpylających i coraz powszechniejszego stosowania odsiarczania spalin.

Konfrontując powyższe problemy staje się zasadnym "ochronę przyrody i rozwój ekonomiczny ... skierować ku wspólnemu celowi - racjonalnemu użytkowaniu zasobów Ziemi dla osiągnięcia najwyższych jakości życia ludzkiego" [10]. Kierując się takimi kryteriami należy na etapie projektowania elektrowni proces wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej skojarzyć z procesami celowego zagospodarowania popiołów lotnych i żużli. Takie rozwiązywanie problemów pozwoli na:

- obniżenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej,
- zmniejszenie powierzchni terenów przeznaczonych pod składowiska,
- ograniczenie ujemnego oddziaływania popiołów lotnych i żużli na środowisko,
- zmniejszenie zużycia naturalnych surowców mineralnych,
- zmniejszenie powierzchni terenów z tytułu nie wydobywania naturalnych surowców mineralnych,
- ewentualne zwiększenie ilości i poprawę jakości wytwarzanych dóbr materialnych.

Współczesne elektrownie opalane węglem kamiennym lub brunatnym, w zależności od zapopielenia spalanych paliw tworzą od 35 do 220 g popiołów/kWh. Oznacza to, że elektrownie o mocy 1000 MW przy średnim wskaźniku tworzenia odpadów 110 g/kWh (wartość charakterystyczna dla Polski) wydziela w ciągu roku około 650 Gg popiołów lotnych i żużli. Na składowanie takiej ilości (do 14 m wysokości) popiołów nieodzownym jest zabezpieczenie rocznie minimum ok. 6 ha terenów, a na 30 letni okres eksploatacji elektrowni ok. 180 ha.

Natomiast w przypadku włączenia popiołów lotnych i żużli do bazy surowcowej danego regionu, składowisko można ograniczyć do awaryjnego, o powierzchni 5 do 15 ha. Równocześnie na rzecz społeczeństwa można przetworzyć lub wykorzystać 600 Gg popiołów, do:

1. produkcji materiałów budowlanych, uzyskując m.in.:

- 1.1. ok. 1 mln m³ elementów drobno - i wielkowymiarowych z betonu komórkowego, lub
- 1.2. ok. 1 mln m³ lekkich kruszyw spiekanych, lub
- 1.3. ok. 1 mln m³ cegły ceramicznej, przy dodatku ok. 40 % gliny,
2. zwiększenie produkcji tradycyjnych materiałów budowlanych, m.in.;
 - 2.1. cementu marek 25 i 35 o 10 do 15 %,
 - 2.2. spoiw bezcementowych i gipsowych o 30 do 50 %,
 - 2.3. betonów towarowych i elementów betonowych, z tytułu zmniejszenia zużycia cementu o ok. 10 %,
3. budowy dróg, przy zastosowaniu popiołów do stabilizacji gruntu można uzyskać powierzchnie rzędu 200 ha itd.,
4. podsadzania wyrobisk górniczych (podsadzka górnicza), co pozwala na ograniczenie lub wyeliminowanie eksploatacji piasek na podadzkę.

Jest oczywiste, że wyżej podane przykłady wykorzystania popiołów wymagać będą odpowiedniej ich jakości, czy nawet odpowiedniego uszlachetnienia oraz istnienia potrzeb na wytwarzane produkty.

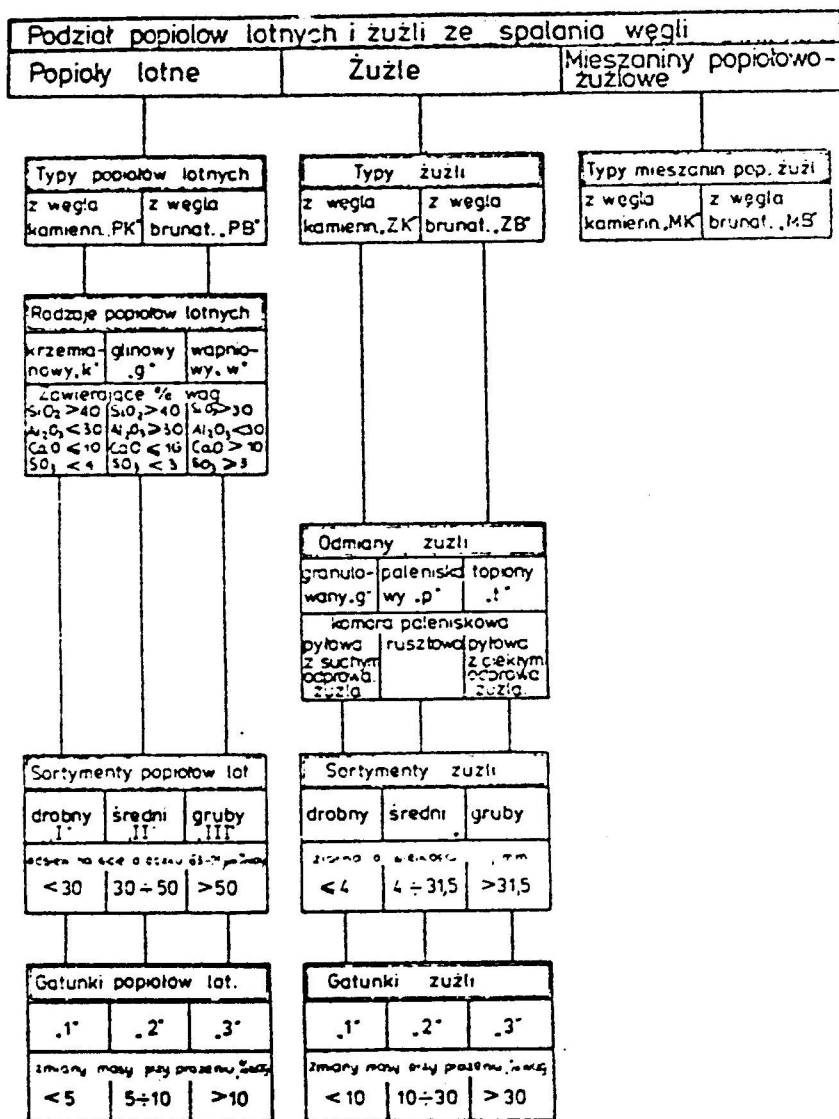
Przedstawiona powyżej dyskusja, sprowadzająca się praktycznie do tematu możliwości ograniczenia ujemnego oddziaływania odpadów z elektrowni na środowisko wykazuje, że rozwiązanie tych problemów można osiągnąć przez skojarzenie produkcji energii elektrycznej i ciepłej z potrzebami na surowce mineralne. W tych to warunkach, tradycyjna elektrownia jako fabryka prądu elektrycznego, może przeistoczyć się w kombinat produkcji energii elektrycznej i ciepłej oraz surowców i wyrobów mineralnych. Nie oznacza to co prawda, że cała ta działalność musi być podporządkowana elektrowni, mogą to być przecież niezależne zakłady wspólnie kooperujące. Ostateczny wybór rozwiązań gospodarki popiołami w elektrowni zależy od wielu czynników m.in. technicznych, ekonomicznych, organizacyjnych i społecznych [11]; najistotniejszy wpływ wywierają czynniki techniczne i ekonomiczne.

2. Wpływ czynników technicznych na możliwości wykorzystania popiołów lotnych i żużli

Jakość i forma występowania popiołów lotnych i żużli zależy od składników mineralnych zawartych w węglu i warunkach jego spalania, wpływy te dobrze ilustruje obowiązująca w Polsce norma - rys. 1 [12].

Większość powstających popiołów lotnych, ze względu na zawartość podstawowych składników (Si, Al, Ca i S), można zakwalifikować do rodzaju krzemianowego, glinowego lub wapniowego. O rodzaju popiołów, decyduje głównie węgiel i rozwiązanie układu odpielania.

Jeżeli elektrownia nie ma zapewnionych stałych dostaw węgla, nie należy spodziewać się stałego składu i własności wydzielanych popiołów lotnych i żużli, a zatem nie można planować masowego ich zagospodarowania w technologiach wymagających od surowca określonych i stabilnych własności. Stosowanie wielostopniowych urządzeń odpylających, a w tym wielostrefowych elektrofiltrów, prowadzi zazwyczaj nie tylko do zróżni-



Rys. 1. Podział popiołów lotnych i żużli wg normy branżowej BN-79/6722-C9.

powinno składu ziarnowego ale również chemicznego popiołów wydzielanych w poszczególnych sterfach elektrofiltra. Zazwyczaj w procesie spalania dochodzi do wzbogacenia popiołów lotnych, w porównaniu do żużla, w związki ołowiu, cynku, galu, germanu, chromu, niklu, kobaltu, berylu, wapnia itp.

Przechodząc od popiołów wydzielonych w I-szej strfie do III-ciej również obserwuje wzrost zawartości związków pierwiastków rzadkich i wapnia. W oparciu o te zasady, m.in. w Polsce wydzielane są w skali przemysłowej koncentraty wapniowe (mieszanka popiołów z II i III sterfy elektrofiltrów) przeznaczone do odkwaszania i nawożenia gleb oraz do stabilizacji podłoży dróg.

Udział żużli w stałych produktach spalania węgla zależy przede wszystkim od rozwiązania komory paleniskowej kotła i wynosi;

60-70 % dla kotłów cyklonowych dających żużel topiony,

60-90 % dla kotłów rusztowych i fluidalnych, dających żużel paleniskowy,

30-50 % dla kotłów ze stołem topienia, dających żużel topiony,

10-20 % dla kotłów z komorą granulacyjną, dających żużel granulowany.

Z punktu widzenia gospodarki odpadami, najbardziej interesującym rozwiązaniem jest stosowanie kotłów cyklonowych, które pozwalają na całkowite stopienie popiołów lotnych w żużel. Wydzielany żużel jako kruszywo jest łatwy do stosowania m.in. do betonów, podszadzenia wyrobisk górniczych, budowy dróg, walki z gozoledzią itd. Niestety, kotły cyklonowe należą do największych emiterów tlenków azotu (NO_x), co w sposób zasadniczy ogranicza ich stosowanie. Duże nadzieje na łatwe połączenie zagospodarowania stałych produktów ze spalaniem węgla dają kotły fluidalne, z których żużel może być stosowany jako lekkie kruszywo [17] lub po domieleniu jako spoiwo bezcementowe.

Niezależnie od rodzaju spalanego węgla, rozwiązania komory paleniskowej oraz układów odpopielania i odżużlowania, jednym z najważniejszych wymagań dla ekonomii procesów spalania i większości zastosowań jest by popioły lotne i żużle zawierały jak najmniejsze ilości niespalonego węgla.

Odpowiednio dobierając komory paleniskowe, urządzenia oczyszczające spaliny oraz układy odpopielania stosunkowo łatwo jest połączyć proces wytwarzania pary lub gorącej wody z produkcją kruszyw, wypełniaczy, nawozów wapniowych, frakcji popiołów wzbogacających w metale rzadkie itd. Na przykład spalając węgiel bogaty w związki pierwiastków metali rzadkich w kotle cyklonowym, wyposażonym w trójstrefowy elektrofiltr i filtr tkaninowy, można otrzymać oprócz energii cieplnej i elektrycznej, kruszywo (żużel topiony) i rudę metali rzadkich (frakcja popiołowa).

Wprowadzając natomiast do układów odzupielania i odżużlenia odpowiednie urządzenia przeróbcze, w ramach działania elektrowni, łatwo można uruchomić produkcję;

- kruszywa żużłowego, na drodze kruszenia i rozsiewu żużli,
- koncentratów węglowych, poprzez flotowanie popiołów lotnych lub rozsiew żużli,
- koncentratów związków żelaza, poprzez rozdział popiołów na separatorach magnetycznych,
- ścierniwa nie wywołującego krzemicy, poprzez kruszenie i rozsiew żużli topionych,
- mikrosfer (materiał termoizolacyjny), na drodze grawitacyjnego rozdziału pulpy wodno-popiołowej,
- wypełniaczy do kruszyw sztucznych, poprzez klasyfikację ziarnową popiołów lotnych,
- proszków hydrofobowych, na drodze hydrofobizacji gorących popiołów lotnych, itd.

Masowe wykorzystanie popiołów wymaga jednak budowy przemysłu przeróbczego, który najczęściej powinien być skupiony wokół elektrowni i elektrociepłowni. Niezagospodarowane natomiast popioły lotne i żużle powinny być inwentaryzowane i odpowiednio składowane jako surowce przyszłości.

Obecne wyposażenie techniczne i technologiczne elektrowni, przemysłu i budownictwa pozwala na zagospodarowanie około 50 % wypadających popiołów lotnych i żużli - tablica 1.

Przy czym struktura zagospodarowania popiołów lotnych i żużli w 1980 r. kształtowała się następująco;

- 8,9 %, tj. 1004 Gg popiołów stanowiło bazę surowcową do produkcji betonów komórkowych naparzananych i autoklawizowanych, kruszywa żużłowego, magnetytu, tlenku glinu, mikrosfer i zasypek w specjalnie zbudowanych zakładach lub instalacjach;
- 12,3 %, tj. ok. 1.400 Gg popiołów stosowano jako dodatek surowcowy do produkcji cementu, betonów, wyrobów ceramicznych, środków ochrony roślin, zasypek hutniczych, środków czyszczenia i wyrobów gumowych w istniejących zakładach w zamian tradycyjnych surowców;
- 9,4 %, tj. 1.063 Gg popiołów zastosowano do budowy dróg;
- 51,2 %, tj. 5.806 Gg popiołów wykorzystano do niwelacji wszelkiego rodzaju wyrobisk, budowy obwałowań składowisk i podsadzania wyrobisk górniczych.

Oznacza to, że w 1980 r. zaledwie ok. 3.500 Gg popiołów lotnych i żużli uzupełniło tradycyjną bazę surowcową przemysłu i budownictwa a 6.000 Gg zmniejszyło zużycie mas ziemnych w gospodarce rekultywacyjnej terenów i budowie składowisk. Charakterystyczną cechą obecnego etapu

Efekty techniczno-ekonomiczne wynikające z zagospodarowania
popiołów lotnych i żużli

Tablica 1

Lp.	Wyszczególnienie	Maksymalne wykorzystanie osiągnięte w la- tach 1975-1982 Og/rok	Efekty 1980 roku		
			Efekt Jedn. zł/Mg	Ilość popiołów i żużli Mg	Efekt ekonomiczny tys. zł.
1.	Wartość produktów	-	11,-	4.021.092	45.289,4
1.1.	Popiół lotny	2433/1980	9,-	2.433.450	21.901,0
1.2.	Żużel	610/1980	27,-	609.764	16.463,6
1.3.	Pył magnetytowy	12/1977	539,-	7.225	3.894,3
1.4.	Mieszany pop.-żużl. ze składowisk	2544/1980	1,-	970.145	970,1
1.5.	Produkty specjalne (mikrosfery, zasypki, popiół modyfikowany)	1200/1982	4064,-	507	2.060,4
2.	Oszzczędności energetyki z tytułu zmniejsza- nia ilości składowanych popiołów i żużli	-	-	-	1.515.788,6
2.1.	Oszzczędności w nakładach inwestycyjnych	-	200,-	5.594.485	1.118.897,0
2.2.	Oszzczędn. w kosztach eksplo. składowisk	-	35,-	11.339.759	396.891,6
3.	Oszzczędności u użytkowników pop. i żużli	-	79,22	11.339.759	898.305,2
3.1.	Produkcja cementu	719/1978	400,-	569.081	227.632,4
3.2.	Produkcja betonu komórkowego	1041/1976	57,-	878.406	50.069,1
3.3.	Produkcja betonów kruszywowych	472/1977	167,-	423.776	70.770,6
3.4.	Produkcja wyrobów ceramicznych	271/1981	74,-	249.825	18.487,0
3.5.	Produkcja elementów budowlanych (energetyka)	81/1978	57,-	57.359	3.269,5
3.6.	Budowa dróg	1064/1980	100,-	1.063.878	106.387,8
3.7.	Niwelacja terenów	5745/1980	50,-	5.745.274	287.263,7
3.8.	Nawożenie gleb	99/1980	230,-	98.548	22.666,0
3.9.	Produkcja magnetytu	12/1977	169,-	7.225	1.221,0
3.10.	Produkcja elporytu	80/1975	21,-	61.424	1.289,9
3.11.	Podsadzka	391/1980	-	-	-
3.12.	Inne	589/1977	50,-	2.184.953	109.248,2
4.	Oszzczędności wynikające ze stosowania popiołów i żużli (2 + 3)	-	212,89	11.339.759	2.414.093,8
5.	Wypad popiołów lotnych i żużli	19458/1980	-	19.457.740	-

Tablica 2

Porównanie charakterystyk ścian wykonanych z popiołowego betonu komórkowego
cegły i trójwarstwowego betonu kruszywowego

Wyszczególnienie	Elementy z betonu komórkowego				Pustaki ceramiczne szostekowe	Ściany trójwarstwowe z betonu kruszywowego	Źródło informacji
	Drobnowymiarowe odłamy			Wielkowymiarowe odłamy			
	07	06	05				
1	2	3	4	5	6	7	8
Współczynnik przewodności cieplnej, W/m.K	0,24	0,21	0,18	0,21	0,54	1,20	19
Współczynnik przenikania ciepła, W/m ² K, d ₁₀							19
- przegrody grubości 24 cm	0,861	0,763	0,647	0,763			
- przegrody grubości 30 cm	0,714	0,623	0,529	0,623			
- przegrody grubości 36 cm	0,610	0,531	0,448	0,531	1,22 ⁵		22
Masa 1 m ² ściany, kg	200			166 (grub. 24cm)	430	333 (grub. 20cm)	20
Zużycie cementu na 1 m ² ściany, kg		43 ¹⁾		43 ¹⁾		50 (grub. 20cm)	10
Zużycie stali szbrojeniowej na 1 m ² ściany, kg	-	-	-	3,7	-	7,1 (grub. 20cm)	18
Zużycie energii cieplnej, kg paliwa umownego/1000 j.t. ²		65		72	200	146	21
Zużycie energii elektrycznej, kWh/1000 j.t. ²		29,0		43,2	115,0	114,2	22
Kapitałochłonność, zł/1000 j.t. ²		2796		4060	5070	15780	22
Koszt materiału surowego na ścianę zł/m ²		96			234 ³⁾ (202) ⁴⁾		21
Moc dawek promieniowania jonizującego:							19
- wewnątrz budynku "D _b ", mGy/rok	-			1,08	-	0,98	
- poza budynkiem "D _t ", mGy/rok	-			0,83	-	0,68	
Stosunek mocy dawek wewnątrz budynku do poza budynkiem D _b /D _t	-			1,30	-	1,44	

1 - cement + wapno,

2 - jest to współczynnik przesłaniania w odniesieniu do cegły ceramicznej o wymiarach 25x12x6,5 cm, w murze grubości 24 cm, odpowiadającej materiałom przy równej wartości współczynnika "k",

3 - cegły kratówki,

4 - ściana z cegły wapienno-piaskowej i ceramicznej,

5 - 1,5 cegły ceramicznej dziurawki z obustronnym tynkiem.

zagospodarowania popiołów lotnych i żużli jest mały udział przemysłu przetwórczego - szczególnie zbudowanego i bazującego na popiołach jako surowca podstawowego - w ogólnym zagospodarowaniu, wynoszący zaledwie ok. 10 %.

Stosunkowo małe wykorzystanie popiołów lotnych i żużli jako surowców mineralnych np. do produkcji materiałów budowlanych i w budownictwie stoi w sprzeczności z własnościami użytkowymi wyrobów uzyskiwanych na bazie popiołów. Na przykład, ściany wykonywane z elementów z popiołowego betonu komórkowego w porównaniu do ścian ceramicznych i z betonów kruszywowych są znacznie cieplejsze, lżejsze a na ich wytwarzanie zużywa się mniej energii elektrycznej i cieplnej, co dobrze uwiadcniają dane tablicy 2. Niestety znajomość tych faktów w małym stopniu przyczyniła się do rozwoju betonów komórkowych, pomimo, że tego typu zakłady były tańsze od fabryk dmców [21].

3. Wpływ czynników ekonomicznych na możliwości wykorzystania popiołów lotnych i żużli

Na ważność posługiwania się kryteriami ekonomicznymi przy rozwiązywaniu problemów zagospodarowania popiołów lotnych i żużli zwróciło uwagę szereg autorów [11, 13-15]. Wszędzie tam gdzie wypracowano metody ekonomiczne, proces wykorzystania popiołów ma charakter dynamiczny i popioły stają się rzeczywistą bazą surowcową. Elektrownie z powodu gospodarki popiołami ponoszą duże wydatki związane z budową i eksploatacją składowisk. Koszty te w ostatnich latach w szeregu krajach, znacznie rosną z tytułu ochrony naturalnego środowiska człowieka. W Polsce, 1982 roku podwyższono opłaty za korzystanie ze środowiska na składowanie popiołów 3 krotnie, a w rejonie najsilniej uprzemysłowionym (Śląsku) aż 9-krotnie, do 90 zł/Mg; uzyskiwane przez administrację opłaty mają być przeznaczone na finansowanie działań zmierzających do ochrony środowiska. W USA [16] stwierdzono natomiast, że chcąc przestrzegać obowiązujące przepisy o ochronie środowiska, trzeba zmienić dotychczasowe metody składowania, niestety powoduje to wzrost kosztów składowania z 2-3 dolarów/Mg do 50-100 dolarów/Mg. Składowanie popiołów dla energetyki staje się nie tylko coraz droższym procesem, ale również coraz bardziej kłopotliwym, gdyż coraz trudniej jest uzyskać jakiegokolwiek tereny pod składowiska, nawet w odległości 50 km.

Coraz częściej elektrownie mające lub przewidujące trudności ze składowaniem popiołów, stosują politykę preferencji ekonomicznych. W kraju od wielu lat stosowane są metody stymulowania wykorzystywania popiołów m.in. przez;

Tablica 3

Porównanie kosztów przeróbki popiołów lotnych w materiały budowlane z kosztami składowania popiołów lotnych i żużli

Lp.	Zakład Składowanie	W przeliczeniu na roczną produkcję			W przeliczeniu na 25 lat pracy Zkł.		
		ilość popio- łów Gg	koszt inwest. mln.zł.	zł/Mg	ilość popio- łów Gg	koszt inwest. mln.zł.	zł/Mg
1.	Przeróbka popiołów lotnych na materiały budowlane						
1.1.	beton komórkowy	790	3800	4810	19750	3800	192
1.1.1.	Łaziska II	190	700	3684	4750	700	147
1.1.2.	Łódź (EC IV)	140	900	6428	3500	900	257
1.1.3.	Siekierki II	125	600	4000	3125	600	192
1.1.4.	Kozienice II	190	600	3158	4750	600	126
1.1.5.	Dolna Odra	145	1000	6896	3625	1000	276
1.2.	cegła wysoko popiołowa						
1.2.1.	Kraków Łęg	123	409	3325	3075	409	133
1.2.	Razem (1 + 2)	913	4209	4610	22825	4209	184
2.	Składowanie popiołów lotnych i żużli						
2.1.	warunki z el.pak.	-	-	76			
2.2.	warunki dogodn.	-	100	232			
2.3.	warunki utrudn.	-	150	282			
2.4.	warunki trudne	-	200	332			
2.5.	warunki b.trudne	-	1300-400	432-532			

- premiowanie pracowników mających zasługi w wykorzystaniu popiołów. Stosowane od 1974 roku, w wysokości 9 zł/Mg, przy zasadzie podziału dla pracowników użytkownika 65 do 35 % i elektrowni 35 do 65 %;
- obniżenie opłat za składowanie popiołów. Obniżka opłat obejmuje 50 % opłat, jaka byłaby wymierzana za składowanie popiołów wykorzystanych gospodarczo;
- częściowe pokrywanie przez elektrownie kosztów transportu popiołów do odbiorców przez bezpłatne dostarczenie popiołów własnymi środkami transportu, pokrywanie kosztów transportu popiołów lub stosowanie bonifikaty w wysokości równoważnej własnych kosztów składowania popiołów.

Nowe możliwości sterowania wykorzystania odpadów daje wprowadzana reforma gospodarcza m.in. poprzez stosowanie ulg podatkowych i kredytowych. Niestety, stosowanie tych preferencji nie zawsze rozwiązuje problemy gospodarki popiołami i w dalszym ciągu przed elektrowniami stoi

jako podstawowe zagadnienie, jak i gdzie składować popioły. Szereg elektrowni i zakładów posiadających możliwość masowego stosowania popiołów nie wykazuje rzeczywistego i realnego zainteresowania wykorzystaniem popiołów lotnych i żużli jako miejscowej bazy surowcowej.

Rozwiązania tych problemów należy szukać w powiązaniu produkcji energii elektrycznej i ciepłej z budową przemysłu przerobowego popiołów. Dokonane analizy kosztów składowania i nakładów inwestycyjnych koniecznych na budowę zakładów przerobowych wykazały, że jednostkowy koszt składowania popiołów jest znacznie wyższy niż jednostkowy koszt masy przerobowej popiołów w cegłę czy elementy budowlane z betonu komórkowego (w przeliczeniu na 25 lat pracy zakładu) - tablica 2. Faktyczne korzyści ekonomiczne będą jeszcze większe, gdyż w wyżej wspomnianej analizie nie uwzględniono efektów wynikających z produkcji i sprzedaży materiałów budowlanych - co częściowo ilustruje tablica 1.

Na obecnym etapie rozwoju technologicznego i ekonomicznego, istnieją warunki do ograniczenia pojemności składowisk (do ok. 10 %) i masowego zagospodarowania popiołów lotnych i żużli w użyteczne produkty, a przez to ograniczenie ujemnego oddziaływania elektrowni i elektrociepłowni na naturalne środowisko człowieka.

Nasądzicie tam, gdzie relacje ekonomiczne nie zawsze stają się podstawą do podejmowania racjonalnych decyzji, Władze Terenowe z tytułu ich uprawnień winny wymuszać stosowanie rozwiązań optymalnych. Niejednokrotnie oznaczać to winno obowiązek budowy zakładów przerobowych lub zmian składowisk lub modernizacji istniejących zakładów, dla umożliwienia wykorzystania w nich popiołów w zamian surowców tradycyjnych.

4. Wnioski

Dla ograniczenia ujemnego oddziaływania przemysłu na naturalne środowisko człowieka, nieodzownym jest powiązać rozwój produkcji energii elektrycznej i ciepłej bazującej na spalaniu węgla z rozwojem przemysłu surowców mineralnych, zastępując tradycyjne surowce mineralne popiołami lotnymi i żużlami.

LITERATURA

- [1] Seminar on the extraction, removal and of ash from coal - fired thermal power stations. United Nations. Economic Commission for Europe. Committee on Electric Power, Geneva, 10-12 May 1982.

- [2] Meroprijatia na elektrostancjach po obespečenii vozmožnosti maksimalnogo ispolzovania zoly i šlakov., Tema PT-02.2., Sekcja 2 po Teplovym Elektrostancjam Postojannoj Komissiji SEV po Elektroenergii. 1982 g.
- [3] A review of current situation on coal ash utilisation and disposal. UNIPED. 1982.
- [4] Ispolzovanie novych lekkih materialov i odchodov proizvodstva v stroitelstvie (perlita, sungizita, zoly i šlakov TES) Izd. Strojizdat, Moskva 1982.
- [5] Ash Utilization, Fourth International Ash Utilization Symposium. St. Louis, March 24, 25, 1976.
- [6] Hycnar J., The industrial utilization of fly-ash produced in power stations. Polish Machine Industry 1980, Nr 7-8.
- [7] Jugović J.Z., Geochimija iskopaemych uglej., Izd.Nauka, Leningrad 1978.
- [8] Morrison R.E., Power plant ash - A new mineral resource. Ibid. 5.
- [9] Hycnar J. i inni, Opracowanie kryteriów techniczno-ekonomicznych stosowania popiołów jako surowców koncentratów metali. Praca PR-8.2.4.5.1.a2. I etap. PZOEl. Katowice 1982.
- [10] Dasmann R.P., Milton J.P., Freeman P.H., Ecological principles for economic development. John Wiley and Sons Ltd. London, New York, Sydney. Toronto 1973.
- [11] Hycnar J., Czynniki stymulujące wykorzystanie odpadów poprodukcyjnych jako surowców wtórnych. Gospodarka Materiałowa 1981, Nr 4.
- [12] BH-79/6722-09, Popioły lotne i żużle z kotłów opalanych węglem kamiennym i brunatnym. Podział, nazwy i określenie.
- [13] Augustynik M. i inni, Propozycje rozwiązań systemowych dla racjonalizacji gospodarki mineralnymi surowcami odpadowymi w warunkach funkcjonowania reformy gospodarczej. Międzyresortowy Zespół Roboczy. MGiE - UGM. Warszawa 1982.
- [14] Levit G.O., Techniko-ekonomiczne problemy ispolzovania zoloślakovykh otchodov teplovykh elektrostancii v komplekssnom gidrotekhnicheskom stroitelstvie. Ibid. 4.
- [15] Rekhtar J.A., Ekonomičeskaja efekivnost i puti racionalnozo ispolzovanie zoly i šlakov teplovykh elektrostancij v stroitelstvie. Ibid. 5.
- [16] The continuing disposal of coal ash. EPRJ Journal 1980. Nr 2.
- [17] Hycnar J., Antonowicz Wł., Żak M. i inni, Analiza stanu zagadnienia oraz ustalenie kryteriów techniczno-ekonomicznych produkcji kruszyw lekkich z żużla elektrownianego. Praca PR-8.2.4.5.1.a4. I etap. PZOEl. Katowice.
- [18] Jatymowicz H. i inni, Technologia autoklawizowanego betonu komórkowego. Arkady. Warszawa 1980.

- [19] Sieradzki W., System elementów z betonu komórkowego - SEG. Biuletyn Informacyjny o Budownictwie 1981, nr 12.
- [20] Bienias T., Cięższy beton komórkowy. Materiały Budowlane 1980, nr 4.
- [21] Chmielewski A., Problem lekkiej jak beton. Życie Gospodarcze 1980, nr 11.
- [22] Płóński W., Energetyczne uwarunkowania rozwoju budownictwa mieszkaniowego. Biuletyn Informacyjny o Budownictwie 1982, nr 1.

PLY ASHES NON-BALANCED BASES OF MINERAL RAW MATERIALS

Production of electric and thermal energy is accompanied by formation of 35-220 g of ashes per each kWh. A 1000 MW electric power station produces about 650 Gg ashes per year. Storage of this quantity of ashes requires about 180 hectares of storage area during 30 years of power station operation.

Limitation of negative effect of electric power station on the environment can be accomplished by means of ash utilization, among others for the production of building materials and highway construction. It is indispensable, in these cases, to link power industry development with the development of mineral industry, where ashes replace conventional mineral raw materials.