



# WPLYW WZBOGACANIA WĘGLA NA PROCESY SPALANIA W ELEKTROWNIACH

Eugeniusz Mokrzycki<sup>1)</sup>, Tadeusz Tumidajski<sup>2)</sup>, Tadeusz Olkuski<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dr hab. inż., prof. AGH; Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Paliw i Energii, Katedra Polityki Energetycznej; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; tel.: (0 prefix 12) 617-34-29 lub 632-27-48; e-mail: mokrzyc@uci.agh.edu.pl; Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Zakład Ekonomiki i Badań Rynku Paliwowo-Energetycznego; ul. Wybickiego 7, 30-950 Kraków; tel.: (0 prefix 12) 632-27-48; fax: (0 prefix 12) 633-50-47; e-mail: mokrzy@min-pan.krakow.pl

<sup>2)</sup> Dr hab., prof. AGH; Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Zakład Przeróbki Kopalni, Ochrony Środowiska i Utylizacji Odpadów; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; tel.: (0 prefix 12) 617-20-56; fax: (0 prefix 12) 617-21-98; e-mail: tumidaj@gorniczy.gorn.agh.edu.pl

<sup>3)</sup> Mgr inż.; Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Paliw i Energii, Katedra Polityki Energetycznej; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; tel.: (0 prefix 12) 617-34-29; e-mail: olkuski@uci.agh.edu.pl; Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Zakład Ekonomiki i Badań Rynku Paliwowo-Energetycznego; ul. Wybickiego 7, 30-950 Kraków; tel.: (0 prefix 12) 632-27-48; fax: (0 prefix 12) 633-50-47; e-mail: olkuski@min-pan.krakow.pl

RECENZENT: Dr inż. Zofia Blaschke

## Streszczenie

W referacie przedstawiono wpływ wzbogacania węgla na procesy spalania w elektrowniach. Omówiono wpływ zawartości popiołu, zawartości siarki oraz zawartości wilgoci. Przedstawiono również sposoby wzbogacania węgla i korzyści wynikające ze spalania wzbogaconego węgla zamiast miału surowego. Przedstawiono też parametry miałów energetycznych dostarczanych do energetyki zawodowej w ostatnich latach i skrajne wielkości wartości opałowej w miałach energetycznych.

## 1. WSTĘP

Podstawowym paliwem stosowanym w polskich elektrowniach jest węgiel kamienny i węgiel brunatny. W 2001 r. udział węgla kamiennego w ogólnej produkcji energii elektrycznej brutto w elektrowniach ciepłych zawodowych wyniósł 61,6% [10]. Jest to wartość wyższa niż w 1990 r., kiedy to udział ten wyniósł 58,2%.

Tendencja wzrostowa może dziwić, gdyż spalanie węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach powoduje znaczne zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego. Znane są powszechnie problemy z emisją pyłów i gazów, głównie tlenków siarki i azotu oraz niemetanowymi związkami organicznymi. Wiele problemów zostało już rozwiązanych jak np. problem emisji pyłów poprzez stosowanie wysokosprawnych elektrofiltrów, ale emisje gazów nadal nastroczają wiele problemów.

Dyrektywy Unii Europejskiej w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń powietrza z dużych źródeł spalania paliw [3] oraz w sprawie krajowych pułapów emisji dla niektórych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego [4], stawiają przed użytkownikami węgla ostre wymagania odnośnie jakości paliw.

Stosowane dawniej dość powszechnie spalanie miałów surowych (niewzbogaconych) może spo-

wodować przekroczenie dozwolonych pułapów emisji.

## 2. KORZYŚCI ZE SPALANIA WZBOGACONEGO WĘGLA

Oprócz niebezpieczeństwa przekroczenia norm emisji, w przypadku spalania węgla niewzbogaconego, spalanie węgla o lepszych parametrach jakościowych daje korzyści zarówno techniczne, ekonomiczne jak i ekologiczne.

Korzyści techniczne ze spalania węgla o dobrych parametrach jakościowych to:

- zmniejszenie ilości transportowanego paliwa,
- odciążenie urządzeń nawęglania,
- zwiększenie wydajności energetycznej młynów,
- zwiększenie żywotności młynów,
- zmniejszenie zużycia paliwa,
- poprawa stabilności spalania,
- ograniczenie ilości powstających żużli,
- zmniejszenie ilości składowanych odpadów.

Do korzyści ekonomicznych zaliczyć należy:

- zmniejszenie masy spalanego paliwa,
- zmniejszenie zużycia energii na własne potrzeby,
- obniżenie kosztów remontów,
- obniżenie kosztów transportu paliwa,
- obniżenie kosztów eksploatacyjnych,

- obniżenie kosztów odżużlania i odpopielania,
- obniżenie kosztów składowania odpadów,
- obniżenie opłat za emisję pyłów i gazów do atmosfery.

Korzyści ekologiczne to:

- ograniczenie emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych,
- zmniejszenie ilości składowanych odpadów paleniskowych,
- obniżenie wtórnej emisji pyłów ze składowisk odpadów,
- zmniejszenie powierzchni terenów zajmowanych przez składowiska odpadów,
- poprawa czystości wód powierzchniowych poprzez ograniczenie infiltracji wód opadowych ze składowisk odpadów.

Aby otrzymać węgiel o lepszych parametrach niż surowy urobek należy poddać go procesowi wzbogacania.

### 3. SPOSOBY WZBOGACANIA WĘGLA

Procesy składające się na przeróbkę można podzielić na:

- wstępne, których celem jest przygotowanie surowca lub produktu do dalszych operacji (klasyfikacja, rozdrabnianie),
- główne, których celem jest otrzymanie produktów o dużym zróżnicowaniu wartości (procesy wzbogacania),
- uzupełniające, których celem jest poprawa jakości produktu i nadania mu walorów handlowych,
- pomocnicze, np. transport, odpylanie.

W praktyce przemysłowej wzbogacanie węgla odbywa się na drodze grawitacyjnej oraz na drodze flotacji. Procesy wzbogacania grawitacyjnego wykorzystują różnicę gęstości rozdzielanych składników urobku i różną prędkość ruchu ziaren mineralnych w ośrodku, którym może być woda, ciecz ciężka lub warstwa rozdzielanego surowca mineralnego.

Procesy wzbogacania grawitacyjnego można podzielić na:

- wzbogacanie w ośrodkach ciężkich,
- wzbogacanie w osadzarkach,
- wzbogacanie w separatorach odśrodkowych.

Wzbogacanie w cieczach ciężkich należy do najdoskonalszych metod wzbogacania grawitacyjnego. Wzbogacanie to odbywa się w cieczy o gęstości pośredniej między gęstościami separowanych minerałów. W przypadku węgla koncentrat jako produkt

zawierający mniejszą ilość substancji mineralnej będzie tworzył frakcję pływającą. Odpady charakteryzujące się dużą zawartością substancji mineralnej (popiołu) będą tworzyć frakcję tonącą. W praktyce stosuje się ciecze ciężkie zawiesinowe, które są mechaniczną zawiesiną wody i bardzo drobnych ziaren obciążnika (magnetytu). Wzbogacanie w cieczach ciężkich jest prowadzone w odpowiednio skonstruowanych urządzeniach – separatorach.

Wzbogacanie w osadzarkach dokonuje się poprzez rozdział mieszaniny ziaren mineralnych w pionowo pulsującym strumieniu wody lub powietrza. Pod działaniem pulsującego strumienia wody następuje okresowe rozluźowanie materiału ze względu na prędkość opadania ziaren. Po kilku cyklach pulsujących w górnej części łoża znajduje się warstwa węgla (koncentrat), w środkowej – produktu pośredniego, a w dolnej – odpadów.

Wzbogacanie we wzbogacalnikach spiralnych jest przeprowadzane w strumieniu wody płynącym po wewnętrznej powierzchni odpowiednio przygotowanej śrubowo rynny. Pod wpływem siły odśrodkowej i siły ciężkości następuje rozdzielanie urobku (nadawy) według gęstości. Ziarna węgla, poruszające się z większą prędkością, wynoszone są do górnej części strumienia i tworzą koncentrat. Ziarna odpadów, jako cięższe, poruszają się wolniej po dnie strumienia wzbogacalnika.

Proces flotacji wykorzystuje fizykochemiczne różnice właściwości powierzchniowych cząstek podlegających rozdziałowi, zwłaszcza różnice w ich zwilżalności. Proces wzbogacania przeprowadza się w specjalnie skonstruowanych urządzeniach – flotownikach, w których przez mieszaninę ziaren węgla i wody, zawierającą odpowiednie odczynniki, przepływają zdyspergowane pęcherzyki powietrza. Ziarna węgla posiadające powierzchnię hydrofobową w wyniku zderzeń z pęcherzykami powietrza przyczepiają się do nich i są wynoszone na powierzchnię tworząc zmineralizowaną pianę, która stanowi koncentrat.

W Polsce wyróżnić można trzy grupy zakładów przeróbki węgla:

- zakłady, w których wzbogaca się cały urobek węglowy; urobek o uziarnieniu powyżej 20(10) mm wzbogaca się w separatorach z cieczą ciężką; klasę ziarnową 20±0,5 mm – w osadzarkach; klasa ziarnowa poniżej 0,5 mm jest wzbogacana metodą flotacji,
- zakłady, które wzbogacają urobek do 0,5 mm; podobnie jak w pierwszej grupie, klasa powyżej 20 mm jest wzbogacana w separatorach z cieczą ciężką; klasa 20±0,5 mm – w osadzarkach,

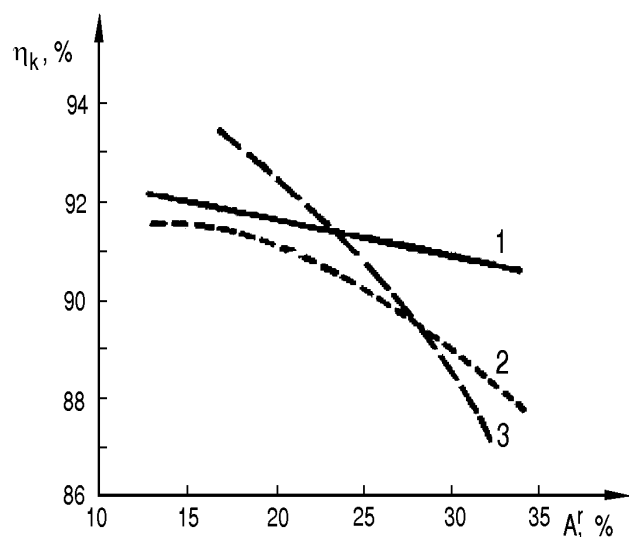
- zakłady, które wzbogacają tylko urobek powyżej 20 mm; klasa ziarnowa 20÷0 mm jest nie wzbogacana i stanowi tzw. miał energetyczny, który wykorzystuje się w elektrowniach i elektrociepłowniach.

Wzbogacanie węgla jest realizowane w zakładach przerobczych, charakteryzujących się różnym stopniem złożoności układu technologicznego. Wybór technologii wzbogacania uzależniony jest od wielu czynników:

- geologicznych (stopień uwęglenia, twardość węgla, charakter i twardość skały płonnej),
- geologiczno-technicznych (sposób urabiania, skład granulometryczny, skład densymetryczny, wydajność godzinowa, możliwości transportowe),
- fizykochemicznych (rozmywalność skały płonnej, flotowalność mułu, sedimentacja mułu, filtracja),
- zewnętrznych (wymagania stawiane przez odbiorców, rozwiązania preferowane przez inwestorów, standardowe rozwiązania projektowe),
- geograficzno-klimatycznych (lokalne warunki terenowe, możliwości zaopatrzenia w wodę, itp.).

#### 4. WPLYW ZAWARTOŚCI POPIOŁU NA PROCESY SPALANIA

Jednym z najważniejszych parametrów określających wartość użytkową węgla jest zawartość popiołu. Wpływa ona na wartość opałową węgla w sposób liniowy, przy czym wzrost zawartości popiołu obniża wartość opałową, a tym samym jego wartość użytkową.



Rys. 1. Wpływ zawartości popiołu w spalonym węglu na sprawność brutto  $\eta_k$  kotła OP-650k [6]

1 – wartości obliczeniowe, 2 – wartości gwarancyjne, 3 – wartości zmierzone

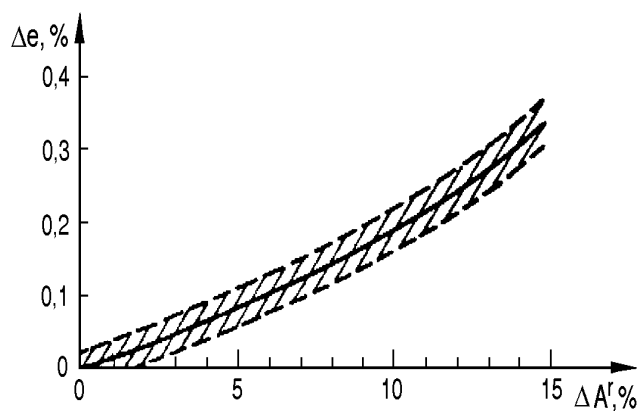
Zwiększa ona też ilość popiołu i żużla po procesie spalania w kotle oraz ilość popiołu lotnego, obniża temperaturę spalania, zmniejsza ilość ciepła w komorze paleniskowej, zwiększa obciążenie części konwekcyjnej i powoduje wzrost temperatury spalin. Jest to niekorzystne zjawisko, gdyż czym wyższa temperatura spalin tym wyższa strata wylotowa. Dlatego też należy dążyć do obniżenia, poprzez procesy przerobcze, zawartości popiołu w węglu do takiego poziomu, aby zagwarantować optymalne warunki pracy kotła. Na rys. 1 przedstawiono wpływ zawartości popiołu w spalonym węglu na sprawność brutto kotła OP-650k.

Przy zawartości popiołu  $A^r$  wynoszącej około 18%, sprawność  $\eta_k$  kotła OP-650k wynosi około 93%. Następnie gwałtownie maleje. Dotyczy to wartości zmierzonych, czyli najbardziej realnych (rys. 1, krzywa 3). Wartości gwarancyjne (krzywa 2), a w szczególności wartości obliczeniowe (krzywa 1) nie zmieniają tak gwałtownie przebiegu. Świadczy to o niedokładności obliczeń. Wzrost zawartości popiołu w spalonym węglu powoduje wzrost zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne elektrowni. Zależność ta została przedstawiona na rys. 2.

Wykres został sporządzony dla bloków energetycznych o mocy 100÷200 MW i jest prawdziwy w przedziale zaznaczonym zakreskowanym polem. Zwykle przyjmuje się, że zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne elektrowni wynosi 0,15% [7]. Wzrost zawartości popiołu w węglu powoduje też wzrost erozyjności. Np. wzrost zawartości popiołu w węglu z 15 do 40% powoduje nawet czterokrotny wzrost erozyjności kotła OP-650k.

#### 5. WPLYW ZAWARTOŚCI SIARKI NA PROCESY SPALANIA

Siarka występuje we wszystkich węglach. Poszczególne węgle posiadają jednak różną jej zawartość. Zmienia się ona od prawie zera do nawet



Rys. 2. Wzrost zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne  $\Delta e$  w zależności od wzrostu zapopielenia  $\Delta A^r$  węgla spalanego w elektrowniach o blokach rzędu 100÷200 MW [6]

kilkunastu procent w zależności od warunków w jakich tworzyły się dane złoża. W polskich pokładach węgla zawartość siarki waha się w granicach od 0,32 do 2,82%, średnio 1,2% [5, 8, 13]. Wyróżnia się następujące rodzaje siarki:

- siarka całkowita  $S_T$ ,
- siarka popiołowa  $S_A$ ,
- siarka palna (lotna)  $S_{pl}$ ,
- siarka nieorganiczna:
  - siarczanowa  $S_{SO_4}$ ,
  - pirytowa  $S_{pir}$ ,
- siarka organiczna  $S_o$ ,
- siarka elementarna  $S$ .

Siarka całkowita jest to suma siarki popiołowej i siarki palnej (lotnej) lub też siarki nieorganicznej i organicznej. Siarka nieorganiczna z kolei jest to siarka siarczanowa i siarczkowa. Sporadycznie może występować również siarka rodzima (elementarna). Największy udział w węglu posiada siarka pirytowa. Duża zmienność zawartości pirytu spowodowana jest warunkami tworzenia się tego związku.

Ponieważ każdy węgiel zawiera pewną ilość siarki, podczas procesu spalania siarka ta przechodzi w  $SO_2$  i  $SO_3$ . Jeżeli nie stosuje się urządzeń do odsiarczania gazów wylotowych, ponad 90% siarki obecnej w węglu jest emitowana do atmosfery w postaci tlenków siarki. Jeśli węgiel o wartości opałowej  $Q$  równej 29 MJ/kg posiada 1% siarki to można przyjąć, że emisja  $SO_2$  będzie wynosiła 700 g/MJ [11]. Aby osiągnąć poziom emisji wynoszący 400 mg/m<sup>3</sup> (~140 mg/MJ) obowiązujący w Europie, należałoby spalać węgiel o zawartości siarki około 0,2%. Jednakże niektóre węgle emitują mniej siarki niż wynikałoby to z obliczeń, ponieważ zawierają znaczne ilości związków wapnia. Występuje wtedy „naturalne odsiarczanie” pod warunkiem, że temperatura spalania jest względnie niska i kontakt tworzących się gazów z popiołem jest odpowiednio długi.

Zdecydowana większość siarki znajdującej się w gazach wylotowych występuje w postaci  $SO_2$ . Powstają również w kotle związki  $SO_3$  poprzez utlenienie związków  $SO_2$  tlenem molekularnym. Stosunek  $SO_2$  do  $SO_3$  w gazach wylotowych wynosi 20:1, a nawet 30:1 [12]. Różnica jest więc ogromna, co jest zjawiskiem korzystnym. Nadmierne utlenianie  $SO_2$  do  $SO_3$  powoduje powstawanie problemów z gazami wylotowymi przejawiającymi się powstawaniem niebieskiego pióropusza dymu nad kominem. Pióropusz ten tworzą cząsteczki  $SO_3$  występujące w formie aerozolu, które są praktycznie

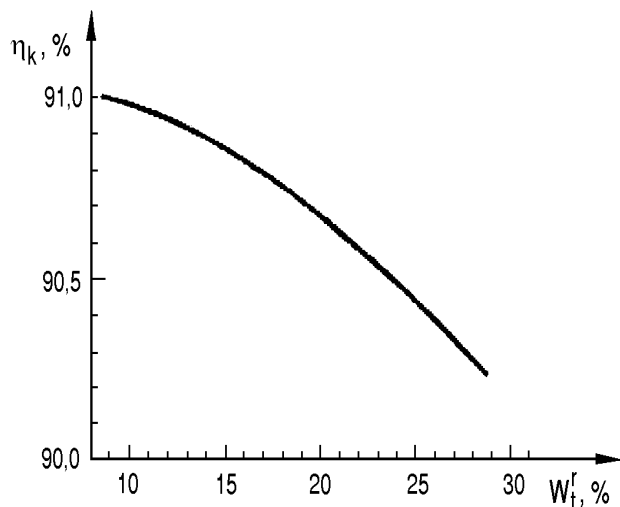
nieusuwalne przez instalacje odsiarczania przeznaczone do redukcji  $SO_2$ .

W starszych zakładach spalających węgiel, zaopatrzonych w instalacje selektywnej redukcji katalitycznej (SCR – Selective Catalytic Reduction) przeprowadzone testy pokazały, że 80+90%  $SO_3$  zawartego w spalinach wytrąca się poza podgrzewaczem powietrza, jeśli w podgrzewaczu jest odpowiednia temperatura [9]. Najlepsze efekty w usuwaniu  $SO_3$  osiąga się poprzez obniżenie temperatury gazów. Nie można jednak obniżyć jej poniżej temperatury skraplania, gdyż następuje wtedy szybkie niszczenie elementów urządzeń poprzez korozję.

W celu zmniejszenia emisji tlenków siarki stosuje się odsiarczanie. Może to być odsiarczanie pierwotne, czyli usuwanie siarki występującej w postaci pirytu i markasytu  $FeS_2$  na etapie przeróbki. Jeśli taki proces nie został przeprowadzony należy odsiarczać spaliny powstałe podczas spalania węgla, czyli stosować odsiarczanie wtórne. Odsiarczanie pierwotne jest zdecydowanie tańsze i łatwiejsze do przeprowadzenia. Usuwanie siarki pirytowej odbywa się we wzbogacalnikach z cieczą ciężką. Gęstość pirytu jest kilkakrotnie większa od gęstości węgla więc rozdział tych dwóch substancji jest stosunkowo łatwy. Problemem mogą być zrosty pirytu z substancją węglową. W tym przypadku należy węgiel poddać procesowi kruszenia.

## 6. WPLYW ZAWARTOŚCI WILGOCI NA PROCESY SPALANIA

Wilgoć w węglu nie jest zjawiskiem pożądanym. Powoduje ona poważne problemy podczas transportu i rozładunku, a w szczególności podczas procesu spalania. Większa ilość wilgoci w palenisku obniża temperaturę spalania, co z kolei zmniejsza ilość ciepła w komorze paleniskowej. Występuje większe obciążenie części konwekcyjnej. Wyższa temperatura spalin powoduje większe straty wylotowe. Więcej wilgoci to większa objętość spalin, czyli większe obciążenie wentylatorów ciągu i podmuchu. Niższa temperatura spalania w komorze paleniskowej powoduje gorsze wykorzystanie substancji palnych w węglu, czyli większą stratę niedopału. Wzrost zawartości wilgoci obniża wartość opałową, pogarsza sypkość węgla i stwarza zagrożenie jego zamarzania. Wilgotny węgiel łatwiej ulega zbrylaniu. Zatyka otwory przesykowe i utrudnia rozładunek z wagonów. Wzrastają też koszty transportu węgla, rozmrażania, podgrzewania i suszenia. Wszystkie te czynniki powodują zmniejszenie dyspozycyjności, zmniejszenie mocy i produkcji energii cieplnej i zwiększone jednostkowe zużycie węgla.



Rys. 3. Wpływ zawartości wilgoci  $W_t^r$  w węglu na sprawność  $\eta_k$  kotła OP-650k [6]

Tabela 1. Średnie parametry jakościowe (wartość opałowa, zawartość siarki i zawartość popiołu) w dostawach kwartalnych węgla do energetyki zawodowej w latach 1997÷2002

Parametr	Wartości parametrów			
	I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
Rok 1997:				
$Q$ , kJ/kg	21 515	21 628	21 510	21 671
$A$ , %	21,2	21,0	20,9	20,7
$S$ , %	0,83	1,00	0,84	0,84
Rok 1998:				
$Q$ , kJ/kg	21 765	21 655	21 489	21 637
$A$ , %	20,4	20,9	20,9	20,7
$S$ , %	0,83	0,84	0,86	0,87
Rok 1999:				
$Q$ , kJ/kg	21 637	21 519	21 296	21 409
$A$ , %	20,7	20,5	21,0	21,2
$S$ , %	0,87	0,89	0,89	0,88
Rok 2000:				
$Q$ , kJ/kg	21 352	21 200	21 350	21 259
$A$ , %	20,7	21,4	21,0	22,1
$S$ , %	0,88	0,93	0,91	0,87
Rok 2001:				
$Q$ , kJ/kg	21 425	21 097	20 956	21 459
$A$ , %	21,0	21,3	21,5	21,7
$S$ , %	0,88	0,90	0,89	0,87
Rok 2002:				
$Q$ , kJ/kg	21 418	21 113	21 006	21 123
$A$ , %	21,3	21,9	22,4	22,0
$S$ , %	0,87	0,91	0,88	0,89

Zawartość wilgoci w węglu ma również wpływ na sprawność kotła. Dla kotła OP-650k wzrost zawartości wilgoci w spalonym węglu z 8 do 29% powoduje zmniejszenie sprawności  $\eta_k$  z 91,0 do 90,2% – rys. 3 [6].

## 7. PARAMETRY MIAŁÓW ENERGETYCZNYCH

W celu zobrazowania jakości węgla spalanych w krajowej energetyce w tabeli 1 przedstawiono ich średnie parametry jakościowe: wartość opałową, zawartość popiołu i zawartość siarki w poszczególnych kwartałach w okresie 1997–2002.

Wartość opałowa jest jedną z najważniejszych cech użytkowych węgla, dlatego w tabeli 2 przedstawiono skrajne wartości tego parametru w węglach energetycznych dostarczanych do energetyki zawodowej w latach 1995÷2002. Dane przedstawiono dla dwóch rodzajów sortymentów: miały surowe, czyli niewzbogacone oraz miały wzbogacone. Najniższa wartość opałowa miały surowych wynosi 15 893 kJ/kg, a najwyższa 25 928 kJ/kg. Dla miały wzbogaconych wartości skrajne wartości opałowej w rozpatrywanych latach wynoszą odpowiednio: 17 000 kJ/kg i 30 223 kJ/kg. Pomiedzy najlepszym i najgorszym węglem ze względu na wartość opałową występuje różnica około 15 000 kJ/kg.

Kopalnie produkujące mieszanki energetyczne o najwyższej wartości opałowej to (dane z grudnia 2002): Śląsk, Wieczorek, Wujek, Pokój, Katowice-Kleofas, ZG Bytom III Sp. z o.o., Polska-Wirek, Jankowice, Halemba i Staszic. Jedynie KWK Staszic i KWK Polska-Wirek produkują mieszanki energetyczne w ilościach przekraczających 100 tys. ton miesięcznie. Pozostałe kopalnie produkują mieszanki energetyczne w ilościach poniżej 50 tys. ton ([2] – dane za rok 2002).

Tabela 2. Skrajne wielkości wartości opałowej w miały surowych i wzbogaconych dla energetyki w latach 1995÷2002

Rok	Miały surowe		Miały wzbogacone	
	Wartość opałowa, kJ/kg			
	$Q_{min}$	$Q_{max}$	$Q_{min}$	$Q_{max}$
1995	16 705	25 891	19 578	29 661
1996	15 893	25 928	17 000	30 223
1997	17 076	24 070	19 516	30 024
1998	15 908	24 189	19 621	30 578
1999	18 515	23 814	20 147	29 969
2000	17 262	23 234	20 090	29 450
2001	18 285	23 010	20 249	30 555
2002	17 491	23 530	19 707	31 097

## 8. WNIOSKI

1. W celu zwiększenia żywotności urządzeń nawęglania należy wzbogacać węgiel przed procesem spalania. Dzięki temu zwiększa się żywotność młynów, wzrasta ich wydajność i niezawodność.
2. Spalając wzbogacone węgle łatwiej dotrzymać norm emisji pyłów i gazów, zwłaszcza dwutlenku i trójtlenku siarki. Związane to jest również z obniżeniem opłat za emisję pyłów i gazów do atmosfery.
3. Spalanie węgla wzbogaconych obniża koszty transportu paliwa ze względu na mniejszą jego masę, obniża koszty eksploatacyjne, koszty odzyskania i odpowielania oraz koszty składowania odpadów.
4. Minimalna wartość opałowia miałów wzbogaconych jest o około 3 MJ/kg większa od miałów surowych. Poprawia to zdecydowanie efektywność spalania w kotłach.

## 9. Literatura

1. Baza danych Instytutu GSMiE PAN, Kraków, 1997÷ 2002
2. Biuletyny informacyjne z zakresu przeróbki mechanicznej i jakości węgla kamiennego opracowany na podstawie statystyki G-09.2, Państwowa Agencja Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego S.A., Katowice, z lat 1995–2002
3. Dyrektywa 2001/80/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 23 października 2001 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń powietrza z dużych źródeł spalania paliw
4. Dyrektywa 2001/81/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 23 października 2001 r. w sprawie krajowych pułapów emisji dla niektórych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego
5. Jasięko S. i inni, 1995: *Chemia i fizyka węgla*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław
6. Karolczuk H., 1978: *Racjonalna gospodarka węglem energetycznym*. WNT, Warszawa
7. Kugiel M., Kurczabiński L., 2000: *Dobór paliw węglowych do produkcji energii w funkcji niektórych składników kosztowych*. XIV Konferencja z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej” pt. „Kompleks paliwowo-energetyczny w obliczu integracji Polski z Unią Europejską”. Zakopane, 5–8 listopada 2000, Sympozja i Konferencje, nr 46, s. 317–324
8. Majka-Myrcha B., Folta H., 1996: *Jakość węgla energetycznego i jego podaż w eksploatowanych pokładach węgla kamiennego*. Materiały X Konferencji z cyklu: „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej” pt. „Problemy popytowo-podażowe na krajowym rynku energii i paliw stałych”. 15–18 października, 1996, Zakopane, Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków, s. 311–328
9. Müller-Odenwald, Demuth J., Farwick H., 1995: *The Air Preheater – a Component For Emission Reduction (CO<sub>2</sub> and SO<sub>3</sub>)*. VGB Kraftwerkstechnik – English Issue, Nov. 1995, 75(11), p. 866–873
10. Rocznik Statystyczny GUS 2002
11. Scott D. H., 1997: *Improving Existing Power Stations to Comply With Emerging Emissions Standards*. IEA Coal Research, London
12. Singer J. G., 1991: *Control of Power-Plant Stack Emission*. In *Combustion Fossil Power*, Singer J. G. (ed.), Windsor, CT, USA, Combustion Engineering Inc, p. 15.1–15.76
13. Wachowska H., Kozłowski M., Pietrowski M., 1996: *Analiza form siarki w polskich węglach kamiennych*. Karbo – Energochemia – Ekologia, nr 6, s. 199–204

### INFLUENCE OF COAL BENEFICIATION OVER BURNING PROCESSES IN POWER STATIONS

This paper presents influence of coal beneficiation over burning processes in power stations. Influence of ash content, sulphur content and moisture content was discussed. Possibilities of coal beneficiation and profits of washed coal burning was presented also. This paper presents as well fines coal parameters supplied to power stations in last few years and extremes parameters of fine coals calorific value.