



Przeróbka mechaniczna pierwszym etapem technologii czystego węgla

Coal preparation as a first stage of clean coal technology

Wiesław BLASCHKE ¹⁾, Ryszard NYCZ ²⁾

¹⁾ Prof. dr hab. inż., - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Polska Akademia Nauk, ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków; tel.: (+48) 12 632 27 48, e-mail: viesbla@min-pan.krakow.pl;

²⁾ Mgr inż., Polskie Towarzystwo Przeróbki Kopaliny, Sosnowiec; tel. (+48) 32 292 1472

RECENZENCI: Prof. Ing. Peter FEČKO, Csc; Prof. Dr hab. Inż. Tadeusz PIECUCH

Streszczenie

Jednym z najważniejszych problemów technicznych i ekonomicznych związanych z produkcją węgla kamiennego jest jego przeróbka mechaniczna (wzbogacanie), dzięki której z urobku uzyskuje się określone sortymenty węgla o żądanej jakości bądź sortymenty posiadające określone właściwości techniczne i technologiczne związane z jego dalszym wykorzystaniem. W Polsce problem uzyskiwania czystych węgla, ze względów rynkowych, zatrzymał się na etapie klasycznego wzbogacania (odkamentowania węgla). Produkcja czystych węgla jest uzależniona przede wszystkim od żądań jakościowych odbiorców węgla kamiennego. Możliwe też jest głębokie wzbogacanie węgla pozwalające osiągnąć koncentraty (z niektórych kopalń) o zawartości popiołu od 4% do 6%. Ale na węgle takie jest bardzo małe zapotrzebowanie.

Summary

One of the most important technical and economical problems connected with production of hard coal is his mechanical processing (preparation), thanks which from output specific assortments of hard coal are obtained with demanded quality or assortments having given technical and technological properties connected with their utilization. In Poland the problem of procurement of clean coals, with market regards, stopped on the stage of classic preparation (destoning of coals). Production of clean coals depends first of all on qualitative demand of consumers of hard coal. The deep preparation of coal which allows reaching concentrates (from some mines) with content of ash from 4% to 6% is possible in Poland. But there is very small demand now for such coal.

1. Wprowadzenie

Polska, wydobywając 95 mln ton, jest największym producentem węgla kamiennego w Europie. Około 85% produkcji stanowi węgiel do celów energetycznych, pozostałą część stanowi węgiel do koksowania.

Eksport węgla kamiennego był zawsze znaczącą pozycją w bilansie handlowym i źródłem poważnej ilości dewiz. W ostatnich latach stanowi on około 10–15% produkcji. Głównymi odbiorcami zagranicznymi polskiego węgla kamiennego są kraje Unii Europejskiej.

Węgiel kamienny jest w Polsce podstawowym surowcem energetycznym. Jego wydobycie odbywa się w dwóch zagłębiach węglowych: Górnśląskim i Lubelskim. Wielkość zasobów operatywnych węgla kamiennego wynosi około 5,2 mld ton i wystarczą one na pokrycie potrzeb naszej gospodarki na wiele dziesięcioleci.

W Górnśląskim Zagłębiu występują wszystkie typy węgla energetycznego i koksującego. W Lubelskim Zagłębiu występują tylko węgle energetyczne – jest to zagłębie rozwojowe.

Jednym z najważniejszych problemów technicznych i ekonomicznych związanych z produkcją węgla kamiennego jest jego przeróbka mechaniczna

1. Introduction

With 95 M tons, Poland is the first biggest European producer of hard coal. Around 85% of produced coal is used for energy producing purposes, the rest is used for coal coking.

Hard coal export always has played an important role in Polish trade balance, generating significant amount of foreign currencies. About 10–15% of the production was exported last years. Polish hard coal is mainly exported to European Union countries.

Hard coal is basic fuel in Poland. It is exploited in two coal basins: Górnśląskie basin and Lubelskie basin. Recoverable reserves of hard coal are estimated to be 5,2 billions tons and will be sufficient to cover the demand of Polish economy for several years.

In Górnśląskie basin all both steam and coking coals occur. In Lubelskie basin only steam coal occurs. In this basin mining industry is growing.

Coal preparation is one of the main technological and economical issues connected with coal mining industry. In the processes of coal preparation coal of demanded quality as well as coal of needed technical and technological characteristics is obtained from raw coal.

(wzbogacanie), dzięki której z urobku uzyskuje się sortymenty posiadające określone właściwości techniczne i technologiczne związane z jego dalszym wykorzystaniem.

Głównymi użytkownikami węgla kamiennego w kraju są: energetyka, koksownictwo, pozostały przemysł oraz indywidualni odbiorcy.

Technologia wzbogacania węgla jest dostosowana do wymagań jakościowych odbiorców krajowych i zagranicznych oraz do charakterystyki technologicznej węgla surowego.

Program technologii produkcji czystych węgla zaczęto w Polsce wprowadzać z dużym opóźnieniem w stosunku do krajów zachodnich. Program ten ma na celu opracowanie nowych technologii pozyskiwania i użytkowania węgla, które pozwolą na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery w procesach spalania.

W amerykańskim programie Clean Coal Technology szczególny nacisk położono na opracowanie nowych lub udoskonalenie znanych technologii w całym cyklu użytkowania węgla. Cykl ten obejmuje:

- oczyszczenie węgla przed spalaniem wraz z przygotowaniem mieszanek węglowych o jakości gwarantującej utrzymanie limitów emisji (Precombustion),
- eliminację szkodliwych domieszek w trakcie spalania przez doskonalenie metod spalania (Advanced combustion),
- oczyszczanie spalin (Advanced postcombustion),
- nowe konwersje węgla – zgazowanie, upłynianie, piroliza (Conversion).

Autorzy uważają, że żadnemu z wymienionych powyżej kierunków działania nie można przypisać decydującej roli. Problem należy rozwiązywać wykorzystując wszystkie możliwości tych kierunków. Tylko równoległe stosowanie trzech pierwszych kierunków może dać zadawalające efekty przy najniższych nakładach.

Przygotowanie „czystego węgla” do spalania odbywa się w zasadzie dwuetapowo. Etap pierwszy obejmuje klasyczną przeróbkę, etap drugi natomiast obejmuje dodatkowe czynności i procesy poprawiające parametry jakościowe wstępnie wzbogaconego węgla.

2. Przygotowanie czystego węgla do spalania

Pierwszy etap „tworzenia czystego węgla” oparty jest na klasycznych metodach jego wzbogacania. Węgiel surowy poddawany jest procesom przeróbczym, które w cyklach wzbogacania uwzględniają usuwanie skały płonnej i wysokopopiołowych przerostów w separatorach cieczy ciężkiej, w osadzarkach, w cyklonach wodnych, w separatorach zwojowych oraz za pomocą flotacji.

Układ technologiczny procesu przeróbczego, dobór poszczególnych metod wzbogacania, a nawet

Power industry, coking industry and other industries as well as individual consumers are the main users of hard coal in Poland.

Coal preparation technologies are adjusted to the demand of domestic and foreign consumers. They also depend on raw coal characteristics.

Clean coals technology program, in comparison to western countries, was introduced in Poland very late. Development of new technologies of exploitation and use of hard coal are the main goals of the program, which is aimed to reduce air pollution in the process of coal combustion.

American Clean Coal Technology program accentuated the development of new technologies and improvement of the existing ones in the whole process of using hard coal. That process consist of:

- Precombustion coal cleaning with hard coal mix preparations in order to reduce air pollution and to maintain emissions limits (Precombustion),
- Improvement of combustion process in order to eliminate harmful impurities (Advanced combustion),
- Exhaust gases purifying (Advanced postcombustion),
- New hard coal conversions – gasification, liquefaction, pyrolysis.(Conversion).

In the author's opinion, none of above mentioned method may alone take major role. The problem has to be resolved using all those methods at the same time. It is thought that only the parallel use first of the three methods may generate satisfactory outputs with minimal costs.

The preparation of clean coal for combustion is a two-stage process. The first stage includes classic preparation, whereas the second one involves additional processes and activities enhancing the quality parameters of initially beneficiated coal.

2. Precombustion preparation of coal

The first stage of preparing “clean coal” is based on classic methods of preparation. Run of mine coal is subjected the preparation processes which include in the enrichment cycles removal of waste rock and high ash dirt bands in dense media separators, jigs, water cyclones and spirals and in flotation processes.

Technological features of the coals, being the subject of preparation, determine technological scheme, the choice of specific preparation processes,

urządzeń uwarunkowany jest właściwościami technologicznymi kierowanych do przeróbki węgla. Kryterium decydującym jest stworzenie możliwości jak najdoskonalszego oczyszczania węgla surowego, a więc pełne odkamienienie urobku oraz usunięcie jak największej ilości wolnych ziarn pirytu. Aby to osiągnąć odchodzi się, od modnych w ubiegłych latach (w Polsce) koncepcji unifikacji zakładów przerobczych. Klasyczne metody wzbogacania są najtańszym sposobem zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Ma to znaczenie dla producenta ze względu na koszt pozyskania produktów handlowych. Ma też znaczenie dla użytkownika, który względnie tanio kupić może paliwo o parametrach jakościowych dopuszczających je do spalania.

Stopień oczyszczenia z popiołu i siarki węgla wzbogaconego na tym etapie jest różny dla różnych kopalń. Zależy to od sposobu związania domieszek mineralnych z masą organiczną węgla oraz od procentowego udziału siarki organicznej i siarki pirytowej. Ponadto istotne jest, w jaki sposób związana jest siarka pirytowa z ziarnami urobku, tzn. czy tworzy zrosty z węglem, ze skałą płonna czy też są to uwolnione ziarna pirytowe.

Drugi etap „tworzenia czystego węgla” oparty jest na różnych metodach, w tym uśredniania, selektywnego rozdrabniania, tworzenia mieszanek. Etap ten stosowany powinien być wówczas, gdy węgiel wzbogacony metodami klasycznymi podczas spalania przekracza dopuszczalne limity emisji SO₂. Dotyczy to także węgla, których czystość urobku nie wymagała poddawania go procesom wzbogacania. W praktyce operacjom tym poddawane są koncentraty węgla kamiennych.

W tej grupie działań zarysowują się podane poniżej kierunki dopasowywania parametrów do wymagań odbiorców:

- uśrednianie parametrów jakościowych – możliwe jest łączenie węgla o różnej zawartości siarki tak, aby po spalaniu nie przekroczyć obowiązujących limitów emisji. Przy łączeniu węgla przestrzegany być musi odpowiedni reżim uśredniania. Uśrednianie węgla nie może być bowiem dokonywane wyłącznie w celu uzyskania odpowiedniej zawartości siarki. Musi być uwzględniony wpływ łączenia węgla na cały system transportu, przygotowania i spalania węgla. Należy brać pod uwagę transport różnych węgla w celu zapewnienia po zmieszaniu odpowiedniej ilości ciepła. Ilości tych węgla muszą być skorelowane z ich pożądanym procentowym udziałem w mieszance. Spowodować to może kłopoty producentów związane z koniecznością zmniejszenia wydobycia węgla bardziej zsiarczonych i o mniejszej kaloryczności.
- selektywne mielenie – zastosowanie tej metody ma na celu uniknięcie konieczności mieszania (łączenia) węgla lub wprowadzenia odsiarczania spalin. Metoda może być stosowana dla węgla o dużej zawartości siarki pirytowej

as well as machinery. The crucial criterion applied here is the possibility of acquiring the cleanest coal, which means full removing of stone from raw coal and removing the highest possible amount of pyrite. To achieve the fulfilment of the criterion the concept of unification production plant, which has been popular in Poland, is being abandoned. The cheapest methods of air pollution reduction are classic methods of coal cleaning. Because of the production costs the methods are of the great importance for coal producers. Also, the possibility of acquiring at competitive price fuels of quality parameters adequate for combustion is very important for consumers.

The reduction of ash and sulphur in prepared coal varies among mines at this stage. The reduction depends on the way of bounding mineral impurities with organic coal mass as well as on share of organic sulphur and pyrite sulphur. Besides it is important how pyrite sulphur is bound with run of mine grains of coal, i.e. whether it adhere to coal, to waste rock or occurs as free pyrite grains.

The second stage of clean coal preparation is based on various methods, like: selective grinding, preparing mixtures, standardisation. If the level of SO₂ emission during coal combustion is still too high after the classic preparation methods are applied, the second stage should be employed. It can also be applied for coals that due to quality of run of mine coal were not qualified for preparation. In practice, coal concentrates are usually subjected to these second stage processes.

The following ways of adjusting parameters to consumers needs are indicated:

- Quality parameters standardisation. Different sulphur content coals could be mixed in order to achieve coal that does not exceed emission limits after combustion. Initial condition of that process is to provide permanent access to experimentally selected coal types. Specific methodology of standardisation should be used not only to keep the pollution in limits, but also to analyse impact of coals mixing on transport system, preparing and combustion of the coal. Coals should be mixed to acquire specific level of heat. Different types of coals should be delivered in order to fulfil mixture percentage amounts. Standardisation method may limit exploitation of more sulphured, and less energetic coals.
- Selective grinding. That method is used to avoid coal mixing or flue gas desulfurisation. That method could be used with the coals of significant amount of pyrite sulphur and small amount of organic sulphur. Coal prepared for combustion is a product made during the

i niskiej zawartości siarki organicznej. Węgiel poddawany jest specjalnej metodzie kruszenia, a następnie selektywnego mielenia. Piryt jako twardszy nie ulega przemieleniu przy odpowiednio prowadzonym procesie rozdrabniania, np. w młynach misowo-kulowych i stosunkowo łatwo jest oddzielić go od pyłu węglowego. Stosując tę metodę usuwa się około 90% siarki pirytovej i większość popiołu. Koszty usuwania siarki są stosunkowo niskie.

- tworzenie mieszanek węglowo-wapiennych – zastosowanie tej metody ma miejsce w przypadku występowania w węglach znacznych ilości siarki organicznej. Technologia polega na odpowiednim kruszeniu wzbogaconego węgla, a następnie selektywnym mieleniu z równoczesnym usuwaniem pirytu. Następnie dodaje się określone ilości zmielonego kamienia wapiennego, a także odpowiednie promotory i katalizatory. Te wszystkie dodatki reagują z pozostałą siarką organiczną, która uwalniana jest podczas spalania. W ten sposób redukuje się od 80 do 90% całkowitej ilości siarki w węglu. Metoda ta może być zastosowana dla każdego rodzaju węgla znajdującego się na rynku. Produkt jest łatwy do przewozu i niepylący.
- bardzo głębokie wzbogacanie węgla – procesom tym poddawane są koncentraty węglowe lub węgle surowe o dobrych parametrach jakościowych. Węgiel kierowany jest do kruszenia, często selektywnego, w celu uwolnienia drobnych i bardzo drobnych wprysnięć skały płonnej, w tym także bardzo drobno uziarnionych piritów. Tak przygotowany materiał poddawany jest wzbogacaniu metodami: flokulacji selektywnej, aglomeracji, aglomeracji selektywnej, flotacji i innymi, np. ługowanie bakteryjne, wzbogacanie w ciepłym dwutlenku węgla. Większość tych procesów wymaga ściśle określonego reżimu technologicznego, a także odczynników o odpowiednich właściwościach.

W praktyce krajowej nie rozwinęły się metody dodatkowego przygotowania „jeszcze czystszej węgla”. Stosowane są w zasadzie klasyczne metody wzbogacania węgla. Rozpoczęto prace nad uśrednieniem węgla i próbuje się optymalizować te procesy. Niestety nadal znaczna część miałow energetycznych nie jest wzbogacana co ogranicza rozważania o selektywnym mieleniu czy tworzeniu mieszanek węglowo-wapiennych.

3. Czynniki powodujące ograniczenie ilościowe produkcji czystych węgla

Problem produkcji czystych węgla w Polsce jest dość złożonym zagadnieniem [1–10]. Z jednej strony są to możliwości techniczne wzbogacania węgla, gdyż nie wszystkie kopalnie posiadają odpowiednie zakłady przerobcze. Jest to jednak, jak na razie, problem drugorzędny, ponieważ istnieją prywatne

special process of coal crushing and then selective milling. It is known that pyrite, that is relatively hard material is not milled during correctly conducted process of disintegration, i.e. ball mill, it is easy to separate it from coal dust. 90% of pyrite sulphur and most of the ash is being removed in that method. Cost of sulphur removing is quite small.

- Creating coal-lime mixtures. That method is used when coal contains significant amount of organic sulphur. That technology includes specific crushing of the enriched coal and then selective milling with pyrite removing in the same time. Then, specific amounts of milled limestone is added as well as promoters and catalysts. All that admixtures react with organic sulphur, which is liberated during combustion. It helps to remove 80-90% of total sulphur amount from coal. That method could be used in any coal type on the market. The product is easy to transport.
- Very deep coal processing. That method is used for coal concentrates, or raw coal with high quality parameters. Coal is crushed, often selectively, in order to slack small and very small grains of waste rock, including very small grains of pyrite. After that coal is prepared using the following methods: selective flocculation, agglomeration, selective agglomeration, as well as floatation, bacterial leaching, liquid CO₂ enrichment. Most of those processes have specific technological requirements and reagents.

Methods of preparation very clean coals have not developed in Poland. Classic methods are basically used. The standardisation processes have been started and are being optimised now. Unfortunately most of fine coals are not washed what limits analysis on selective milling and coal-lime mixtures preparation.

3. Factors that limit clean coal production

The problem of clean coal production is quite a complex issue in Poland [1–10]. Firstly, there are technical limitations of coal preparation, because in some coal mines there is not an appropriate preparation plant. Actually, this is a secondary problem, because there are private owned preparation plants

zakłady przerobcze mogące świadczyć usługi wzbogacania. Z drugiej strony są to potrzeby użytkowników węgla, którzy w umowach stawiają warunki co do jakości węgla. Węgiel do celów energetycznych kierowany na rynek krajowy jest znacznie zróżnicowany w zakresie jakości. Zależy to przede wszystkim od zakresu mechanicznego wzbogacania tego węgla. Ręczne wzbogacanie węgla grubego zostało praktycznie wyeliminowane (tylko 0,05% produkcji koncentratów). Węgiel energetyczny w zakresie +20(10) mm jest mechanicznie wzbogacany, a uzyskane wyniki jakościowe są dobre.

Inna sytuacja występuje w zakresie jakości miałów energetycznych. W ostatnich latach udział miałów sprzedawanych jako koncentraty, w ogólnej produkcji netto wyniósł 15,0%, co odpowiada rocznej produkcji 15,4 mln ton. Po uwzględnieniu udziału miałów wzbogaczanych stanowiących część mieszanek energetycznych łączna produkcja wzbogaczanych miałów energetycznych wyniosła 26,1 mln t, co stanowi 25,5% produkcji netto, 30,7% produkcji węgla energetycznego i 37,0% produkcji miałów energetycznych.

Podjęty i realizowany, od 1990 roku, szeroki program budowy, rozbudowy i modernizacji zakładów przerobczych podniósł poziom techniki i technologii przeróbki mechanicznej węgla.

Po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej, polskie górnictwo musi być przygotowane do konkurencji na międzynarodowym rynku węgla. Obowiązujący na tym rynku standard dla węgla kamiennego to:

- wartość opałowa – 25 000 kJ/kg,
- zapopielenie – maksymalnie 12–15%,
- zasiarczenie – maksymalnie 0,8–1,0%.

Tymczasem w Polsce najwięksi użytkownicy węgla energetycznego nie są w zasadzie zainteresowani zakupem dobrego jakościowo węgla. Przykładowo w ostatnich latach odbiorcy węgla energetycznego kupili węgle o podanej poniżej jakości:

- miały niewzbogacone – (38,3% produkcji miałów) o parametrach: 20,6 MJ/kg, 22,6% popiołu, 0,86% siarki,
- mieszanki energetyczne – (39,9% produkcji miałów) o parametrach: 22,1 MJ/kg, 21,1% popiołu, 0,87% siarki,
- miały wzbogacone – (21,8% produkcji miałów) o parametrach: 24,8 MJ/kg, 12,0% popiołu, 0,72% siarki.

Energetyka zawodowa ograniczała zakupy węgla lepszej jakości zwiększając zapotrzebowanie na miały gorszej jakości. W tej sytuacji kopalnie przygotowywały produkty handlowe zgodnie z życzeniami odbiorców. I tak miałów energetycznych:

- o zawartości do 15% popiołu sprzedano 13,6 mln ton (19,3% produkcji miałów),
- o zawartości 15,1 do 22% popiołu sprzedano 31,8 mln ton (45,0% produkcji miałów),

that can provide preparation services. From the other side, customers are the source of limits as they set the quality conditions in contracts. Steam coal sold at the domestic market has strongly diversified quality. It mostly depends on the level of mechanical coal preparation. Manual preparation of coarse coal was eliminated in practice (it is just 0,05% production of coal concentrate). Steam coal in range +20 (10) mm is prepared and its quality is satisfactory.

Different situation characterises the quality of fine coals. In last years prepared fine coals sold as concentrates was 15,0% of the total net production, which is 15,4 M tons. Including prepared coal fines being used for coal mixtures, total production of prepared coal fines was 26,1 M tons, being 25,5% in net production, 30,7% in steam coal production and 37,0% in coal fines production.

Since 1990 wide program for construction was realised in order to extend and modernise coal preparation plants, which improved the level of engineering and technology of coal preparation. This trend continues.

After Poland's accession to the European Union Polish mining must be prepared to compete on international mining market. Effective on this market standard for hard coal is:

- Heat content – 25 000 kJ/kg
- Ash content – maximum 12–15%
- Sulphur content – 0.8–1.0%

At present the biggest steam coal users in Poland are not interested in buying good-quality coal. For example, in last years steam coal customers bought the listed below:

- unwashed coal fines – (38,3% of coal fines production) with parameters: 20,6 MJ/kg, 22,6% of ash content, 0,86% of sulphur content,
- steam mixture – (39,9% of coal fines production) with parameters: 22,1 MJ/kg, 21,1% of ash content, 0,87% of sulphur content,
- washed coal fines – (21,8% of coal fines production) with parameters: 24,8 MJ/kg, 12,0% of ash content, 0,72% of sulphur content.

Power industry was limiting purchases of better quality coal and simultaneously was raising the demand on worse quality fine coals. In this case mines were prepared to deliver products in accordance with customers' demands. As concerns coal fines, mining industry sold:

- 13,6 M tons (19,3% of total coal fines production) of ash content under 15%,
- 31,8 M tons (45,0% of total coal fines production) of ash content between 15,1% and 22%,
- 25,2 M tons (35,7 of total coal fines production) of ash content over 22%,

– o zawartości powyżej 22% popiołu sprzedano 25,2 mln ton (35,7% produkcji miałów).

Tu trzeba dodać, że przeważająca ilość miałów o zawartości do 15% popiołu została sprzedana na eksport.

Przyczyny małego zainteresowania zakupami dobrego jakościowo węgla przez energetykę wynikają z kilku powodów.

Po pierwsze – budowane w okresie powojennym elektrownie przystosowywane były do spalania węgla nie wzbogaconego tzw. surowych miałów energetycznych. Dostosowane one miały kotły do spalania węgla o zawartości popiołu od 20 do 35%. Im później budowane były elektrownie tym wyższą zawartość popiołu przyjmowano jako podstawową jakość węgla. Z tego też powodu praktycznie nie budowano zakładów przerobczych wzbogacających miały energetyczne. W ówczesnym okresie nie przywiązywano większego znaczenia do problemu zanieczyszczenia środowiska wskutek spalania złej jakości węgla.

Przeprowadzane w ostatnich dziesięciu latach modernizacje elektrowni i elektrociepłowni nie zakładały dużych zmian w zakresie spalania węgla. W większości przypadków zakładano spalanie węgla o zawartości popiołu od 18 do 25%. Powody takiej polityki wynikały ze stosowanego systemu cen węgla a także ze sposobu rozliczania się pomiędzy elektrowniami i elektrociepłowniami a kupującymi energię Polskimi Sieciami Elektroenergetycznymi. Ceny węgla jakościowo dobrego były oczywiście wysokie – zgodne z relacjami cenowymi ekwiwalentnych jakościowo węgli na rynkach międzynarodowych. Ale nie to było głównym powodem zakupów gorszych gatunkowo węgli. Funkcjonujący system rozliczeń zakupów energii elektrycznej oparty był na cenie węgla o parametrach jakościowych: 21 MJ/kg, 22% popiołu, 0,9% siarki. Węgiel ten uznawano za tzw. węgiel bazowy. System rozliczeń powodował, że elektrowniom nie opłacało się kupować węgla o lepszej jakości, gdyż musiałyby dopłacać z własnych środków różnice w cenach. System przewidywał przekazywanie środków finansowych dokładnie w wysokości ceny węgla bazowego. Natomiast był on tak skonstruowany, że im gorszy jakościowo węgiel kupowały elektrownie tym więcej przekazywanych środków pozostawało (po zakupie węgla) do ich dyspozycji. Oczywistym więc stało się poszukiwanie węgla o gorszej jakości ale i o takiej, aby nie przekroczyć graniczne własności węgla gdyż to groziło awarią kotłów. System ten przestał już funkcjonować ale wywarł on poważne skutki zarówno przy modernizacji elektrowni jak i ograniczeniu przez kopalnie podaży węgla dobrej jakości.

It is worth noting that most of fine coals of ash content lower than 15% was exported.

There are many reasons for the small interest in buying by power industry coal of good quality.

First of all, power stations built after the second world war were adjusted for burning unprepared coal, so called raw fine coals. Those power stations had boilers adjusted to burning coal of ash content between 20–35%. The power stations that were built later accepted even higher ash content in coal. For that reason, there was not need to construct plants for fine coal preparation. In those days little attention was paid to the problem of environment pollution caused by burning coal of bad quality.

The modernisation of power stations and thermal-electric power stations which has been conducted in last years did not bring significant changes in the range of coal burning. In the majority of cases, burning coal with ash content between 18–25% was assumed. The reasons for that policy resulted from the applied system of coal prices as well as from the way of settlement of accounts between power stations and thermal-electric power stations and Polish Power Grids / Power Networks. The prices for good quality coal were obviously high – in accordance to the price relations of equivalent quality coal from international markets. But it was not the main reason for buying coal of worse quality. Operating system of settlement of accounts for buying energy was based on price of coal with the following quality parameters: 21 MJ/kg, 22% ash content and 0.9% sulphur content. Such coal was acknowledged as basis coal. Settlement of accounts system caused, that it was not profitable for power stations to buy better quality coal, because they would have to pay differences in price from their own budgets. That system anticipated transfer of financial means accurately in amount of price for basis coal. It was also based on the system in which the worse quality coal was bought from mines – the more financial funds were left (after the purchase) to disposition of power plant. The fact that the plants were looking for worse quality coal, but with the acceptable parameters for power boilers (in the opposite situation a break-down could happen). That system is not in force, however, it has serious effects, on the modernisation of power stations, and on the limitation of supply of good quality of coal.

4. Podsumowanie

Produkcja czystych węgla jest uzależniona przede wszystkim od żądań jakościowych odbiorców węgla kamiennego. Jeżeli nie będą oni zainteresowani zakupami czystego węgla to taki węgiel nie będzie produkowany przez kopalnie.

Istnieją możliwości techniczne i technologiczne przygotowywania przez zakłady przerobcze czystego węgla do spalania. Brakujące moce przerobcze łatwo jest uzupełnić.

Krajowy węgiel kamienny w złożach jest dobrej jakości. Badania wykazują, że wystarczy z węgla usunąć ziarna czystego kamienia, aby otrzymać produkty handlowe o zawartości od 8% do 12% popiołu (w rzadkich przypadkach do 15% popiołu). Możliwe też jest głębokie wzbogacanie węgla pozwalające osiągnąć koncentraty (z niektórych kopalń) o zawartości popiołu od 4% do 6%. Ale na węgle takie jest bardzo małe zapotrzebowanie.

W Polsce problem uzyskiwania czystych węgla, ze względów rynkowych, zatrzymał się na etapie klasycznego wzbogacania (odkamieniania węgla). Ostatnio tworzy się mieszanki węgla surowego i węgla wzbogaconego. Nie ma to na celu przygotowania czystego węgla lecz dostosowanie produktów handlowych do potrzeb rynku.

Przyszłością, i to prawdopodobnie dość odległą, będzie przejście do kolejnego etapu produkcji czystych węgla do spalania. Opisano je w rozdziale drugim. Produkcja bardzo czystych węgla (w rozumieniu amerykańskiego programu Clean Coal Technology) zależeć będzie od zmiany nastawienia użytkowników węgla. W najbliższych latach nie będzie to jednak działalność na większą skalę.

4. Summary

Clean coal production mostly depends on quality demands of customers. If they were not interested in buying clean coal, mines would not produce it.

There exist technical and technological possibilities for preparation of clean coal to be burnt by plants. Not sufficient production capacities are easy to complement.

Domestic hard coal in deposits is of good quality. Research works conducted prove that it is enough to remove grains of clean stone to get saleable products of ash content between 8% and 12% (in some cases up to 15%). It is also possible to conduct a deep coal preparation, which allows achieve concentrates (from several mines) with an ash content 4–6%. But there is a very small demand for this type of coal.

Market reasons caused that clean coals production development in Poland has stopped on a classic preparation stage. Mixtures of raw and prepared coal have been made recently. Those actions are being made to meet the market needs rather than to acquire clean coal.

The future for the preparation, probably quite remote, will be transition to another stage of clean steam coal production. Their characteristics were described in the second chapter. Very clean coal production (in the meaning of American program "Clean Coal Technology") will depend on the change in customers' demand. In the next few years it will not be an activity at a large scale.

Literatura — References

1. Blaschke W.: *Technologie czystego węgla. Przygotowanie czystego węgla do spalania. Mat. Symp. „Kierunki modernizacji górnictwa”. Zeszyt IV. Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 1991.*
2. Blaschke W.: *Technologie czystego węgla. Energetyka nr 2, 1992.*
3. Blaschke W., Mokrzycki E., Blaschke S.A., Grudziński Z., Lorenz U.: *Clean Coal Technology in Poland - Problem of Pre-combustion Coal Beneficiation Proceedings. 5th International Energy Conference – Energex'93. Volume IV. Wyd. Korea Institute of Energy Research. Seoul. Korea, 1993.*
4. Blaschke W., Lorenz U., Grudziński Z.: *Przeróbka mechaniczna węgla a ekologia. Wiadomości Górnicze nr 5, 1995.*
5. Hycnar J.J., Blaschke W., Mokrzycki E. i inni: *Technologie czystego węgla - odsiarczanie i demineralizacja za pomocą silnych zasad. Studia, Rozprawy, Monografie nr 40. Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 1995.*
6. Blaschke W., Gawlik L., Noras L.: *Coal Mining in Poland in the Aspect of Present and Environmental Regulation. Proceedings of the Fourth International Conference on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production –SWEMP'96. Cagliari, Italy, 1996.*

7. Blaschke W., Gawlik L., Lorenz U., Mokrzycki E.: *Environment Protection in the Program of Polish Coal Mining Industry Reform. Sbornik referatu 10 Mezinarodni Konference Hornicka Ostrava nt. „Utlum, likvidace, historie a tradice uhelneho hor-nictvi”*. Ostrava, Czechy, 2000.
8. Blaschke W., Nycz R.: *Clean Coal Preparation Barriers in Poland. Proceedings International Workshop on Clean Coal Use - a Reliable Option for Sustainable energy. Vol. 1. Wyd. GIG. Szczyrk 2001.*
9. Blaschke W., Nycz R.: *Clean Coal Preparation Barriers in Poland. Proceedings 9th International Energy Conference - Energex 2002. Special Issue. Applied Energy. Vol. 74. Nos. 3–4. 2003 Elsevier.*
10. Blaschke W., Nycz R.: *Problemy produkcji czystych energetycznych węgla kamiennych. Zeszyty Naukowe Pol. Koszalińskiej, seria Inżynieria Środowiska. Zeszyt Nr 21. Koszalin 2003.*