

Materiały XXVIII Konferencji z cyklu
*Zagadnienia surowców energetycznych
i energii w gospodarce krajowej*
Zakopane, 12–15.10.2014 r.
ISBN 978-83-62922-37-6

Leszek LEWANDOWSKI*, Edward STRZĄBAŁA**

Wykorzystanie gazu koksowniczego JSW KOKS SA jako paliwa na potrzeby energetyki

STRESZCZENIE. Koksownie segmentu koksowego GK JSW SA to przedsiębiorstwa gospodarcze samodzielne działające na rynku koksu. Głównym celem działalności gospodarczej to uzyskanie wysokiej jakości produktów, optymalizacja kosztów mieszanek węglowych, optymalizacja kosztów działalności, maksymalizacja przychodów ze sprzedaży produktów ubocznych w tym gazu koksowniczego i energii elektrycznej. Brak rynku gazu koksowniczego wynikający z braku rozwiniętej sieci gazowej, odbiorców gazu, oraz ze względu na specyfikę gazu koksowniczego powodują, że koksownie podjęły decyzję o zwiększeniu ilości zagospodarowanego gazu we własnych instalacjach technologicznych. Instalacjami tymi są kogeneracyjne bloki energetyczne. Umożliwiają one zagospodarowanie nadwyżek gazu jako paliwa do produkcji ciepła użytkowego i energii elektrycznej. Rozwinięty system dystrybucyjny i przesyłowy energii elektrycznej umożliwia sprzedaż energii termicznej gazu koksowniczego poprzez jej przetworzenie w energię elektryczną i sprzedaż na warunkach rynkowych.

SŁOWA KLUCZOWE: koksownictwo, energetyka, wykorzystanie gazu koksowniczego jako paliwa, uwarunkowania

* Mgr – JSW KOKS SA Zabrze

Wprowadzenie

Koksownie wchodzące w skład Grupy Kapitałowej JSW SA w ramach realizowanej strategii rozwoju zamierzają osiągnąć cele, których realizacja pozwoli zwiększyć konkurencyjność koksowni na rynku koksowniczym oraz zwiększyć efekt synergii wszystkich podmiotów wchodzących w skład Grupy Kapitałowej. Realizowana Strategia segmentu koksowni jest elementem Strategii JSW SA.

Grupa Kapitałowa JSW SA obejmuje następujące koksownie:

❖ JSW KOKS SA:

- ❖ Koksownia Przyjaźń
- ❖ Koksownia Jadwiga
- ❖ Koksownia Dębieńsko
- ❖ Koksownia Radlin

❖ Koksownia Victoria w Wałbrzychu

Za jeden z podstawowych celów rozwoju strategicznego koksowni przyjęły modernizację gospodarstw energetycznych w oparciu o własne zasoby gazu koksowniczego.

Gaz koksowniczy, produkt uboczny procesu koksowania ma być wykorzystany we własnych kogeneracyjnych blokach energetycznych. Celem tej strategii jest pełne zagospodarowanie gazu koksowniczego, zabezpieczenie potrzeb własnych na ciepło użytkowe i energię elektryczną, a nadwyżki energii mają być sprzedawane odbiorcom zewnętrznym.

Gaz koksowniczy ma stać się istotnym produktem każdej koksowni, poprawiającym efektywność ekonomiczną działalności gospodarczej. Modelem do jakiego dążą wszystkie koksownie GK JSW SA jest stworzenie układu technologicznego, obejmującego instalacje i urządzenia umożliwiające wykorzystanie wszystkich zasobów surowcowych i energetycznych związanych z działalnością podstawową, tj. produkcją koksu.

Proces produkcji koksu rozpoczyna się zasypaniem komory baterii koksowniczej węglem. Węgiel podlega ogrzewaniu bez dostępu powietrza w temperaturze 900–1200°C. Do podgrzania węgla w tym procesie wykorzystywany jest oczyszczony z zanieczyszczeń gaz koksowniczy. W zależności od warunków ogrzewania, proces koksowania trwa około 15–24 godziny. Produktami tego procesu jest koks i surowy gaz koksowniczy.

Ilość wytwarzanego gazu jest związana z rodzajem zastosowanych mieszanek węglowych, zastosowanych technologii i określona tzw. wskaźnikiem uzysku gazu. Wskaźnik ten wynosi od 350 do 380 m³/Mg suchej mieszanki węglowej. Około 17,5% masy węgla kamiennego zamieniana jest w procesie koksowania w produkt, którym jest gaz koksowniczy.

Surowy gaz koksowniczy, będący produktem ubocznym procesu produkcji koksu, zawiera zanieczyszczenia dlatego też, by móc go wykorzystać na potrzeby produkcji koksu jako paliwo w piecach koksowniczych oraz jako paliwo w instalacjach kogeneracji musi być oczyszczony w specjalnych instalacjach technologicznych.

W wyniku oczyszczania gazu uzyskujemy gaz o niezbędnych parametrach. Wymagania jakościowe gazu koksowniczego jako paliwa są określone wymaganiami najlepszych dostępnych technik (BAT).

1. Wymagania jakościowe gazu

Technologia oczyszczania gazu koksowniczego opisana została m.in. w dokumencie *Zintegrowane Zapobieganie i Ograniczanie Zanieczyszczeń (IPPC) Dokument Referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w produkcji żelaza i stali* (Ministerstwo Środowiska Warszawa, styczeń 2004 r.), który dotyczy technologii stosowanych w hutach, jak również w koksowniach.

Surowy gaz koksowniczy uzyskiwany w bateriach koksowniczych posiada następujące substancje, które zaliczane są jako zanieczyszczenia (Koksownictwo, praca zbiorowa 1987):

- ✧ siarkowodór H_2S – 7–12 g/Nm³,
- ✧ amoniak NH_3 – 6–10 g/Nm³,
- ✧ cyjanowodór HCN – 0,5–1,5 g/Nm³,
- ✧ benzol BTX – 30–40 g/Nm³,
- ✧ smoła – 100–125 g/Nm³,
- ✧ naftalen – około 10 g/Nm³.

Smoła i naftalen w surowym gazie mogą być przyczyną niedrożności orurowania i urządzeń i powinny być usunięte w pierwszej kolejności.

Związki siarki i amoniak powodują korozję orurowania i urządzeń, a same związki siarki są źródłem emisji SO_2 gdy gaz koksowniczy jest stosowany jako paliwo. Na każdą tonę wyprodukowanego koksu wytwarzane jest około 3 kg amoniaku i 2,5 kg H_2S .

Aby gaz koksowniczy mógł być zastosowany jako paliwo bezpieczne, tj. takie, które nie powoduje niszczenia infrastruktury technicznej oraz nie przekracza po spaleniu norm emisji do otoczenia, należy go oczyścić z wyżej przedstawionych zanieczyszczeń. Dotyczy to zarówno oczyszczenia związanego z koniecznością zachowania odpowiednich norm emisji dla wytwarzania koksu, jak też wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji w jednostkach kogeneracji opalanych gazem koksowniczym.

Wymagania w zakresie emisji z bloków energetycznych opalanych paliwami gazowymi, według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji, są w przypadku gazu koksowniczego następujące (Ministerstwo Środowiska 2005):

- ✧ $\text{SO}_2 < 400 \text{ mg/m}^3$,
- ✧ $\text{NO}_x < 200 \text{ mg/m}^3$,
- ✧ pył $< 5 \text{ mg/m}^3$.

Oczyszczanie gazu koksowniczego z zastosowaniem wymagań jakościowych dla najlepszych dostępnych technik (BAT) pozwala na osiągnięcie tych wymagań. Dla potwierdzenia tego faktu, poniżej zamieszczono wykonanie emisji spalin do otoczenia z jednostki kogeneracji Koksowni Przyjaźń:

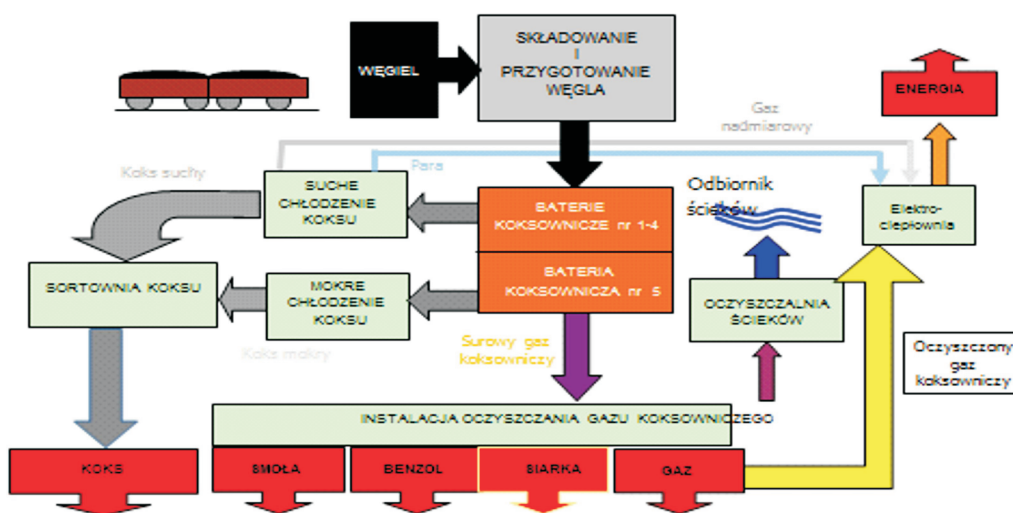
- ✧ $\text{SO}_2 - 285 \text{ mg/m}^3$,
- ✧ $\text{NO}_x - 188 \text{ mg/m}^3$,
- ✧ pył $- 0,45 \text{ mg/m}^3$.

Jak wynika z powyższych danych, aby spełnić wymagania w zakresie limitów emisji z bloków energetycznych opalanych gazem koksowniczym, należy go oczyścić z zanieczyszczeń.

Możliwe jest również wykorzystanie gazu koksowniczego do opalania pieców przemysłowych, np. w hutach lub innych instalacjach zużywających paliwa gazowe. Możliwości takiego wykorzystania gazu koksowniczego wynikają z uwarunkowań lokalnych, tj. istnienia odpowiedniej sieci gazowej.

Rysunek 1 przedstawia układ technologiczny Koksowni Przyjaźń (największej koksowni GK JSW SA) jako przykład możliwości optymalnego wykorzystania zasobów energetycznych gazu koksowniczego.

Ogólny schemat technologiczny Koksowni



Rys. 1. Układ technologiczny Koksowni Przyjaźń

Fig. 1. Flow diagram of Przyjaźń Coking Plant

Oprócz koksu produktami koksowni są:

- ✧ gaz koksowniczy – paliwo przystosowane do spalania,
- ✧ czysta siarka płynna – wytworzona w Instalacji KRAiC (katalityczny rozkład amoniaku i produkcji siarki metodą Clausa),
- ✧ smoła,
- ✧ benzol,
- ✧ energia elektryczna.

Inne składniki, w postaci kondensatów, kierowane są do oczyszczalni ścieków.

Przychody ze sprzedaży gazu i energii elektrycznej oraz zaspokojenie w pełni potrzeb własnych na ciepło użytkowe i energię elektryczną są istotnymi czynnikami poprawiającymi wynik ekonomiczny koksowni.

2. Zasoby gazu koksowniczego wytwarzanego w koksowniach GK JSW SA

Zasoby gazu koksowniczego i sposób ich zagospodarowania w koksowniach GK JSW SA przedstawia tabela 1.

TABELA 1. Zasoby i sposób zagospodarowania gazu w 2013 roku

TABLE 1. Resources and utilization of gas in 2013

	Gaz koksowniczy		W przeliczeniu na gaz ziemny
	tys. m ³		
Zasoby gazu wartość opałowa	tys. m ³	1 818 670	837 685
	GJ	30 458 213	30 458
	GJ/tys. m ³	16,7	36,37
Zużycie własne (łącznie z energetyką)	tys. m ³	1 045 801	481 007
	GJ	17 489 417	17 489 417
Sprzedaż	tys. m ³	701 660	323 094
	GJ	11 747 715	11 747 715
Pochodnia	tys. m ³	71 210	33 584
	GJ	1 221 103	1 221 103

Okolo 45–50% wyprodukowanego gazu koksowniczego zużywane jest w koksowniach na cele technologiczne związanych z ogrzewaniem baterii koksowniczych, oczyszczaniem gazu koksowniczego i produkcją węglpochodnych.

Ogółem w Polsce w 2013 roku wytworzono we wszystkich koksowniach okolo **4 mld m³** gazu koksowniczego, co w przeliczeniu na gazu ziemny wynosi 2 mld m³.

Uwzględniając, że możliwości wydobywcze gazu ziemnego w Polsce (dane PGNiG 2012) wynoszą 4,4 mld m³ należy stwierdzić, że zasoby gazu koksowniczego stanowią 45% paliwa gazowego, jakim jest gaz ziemny. Jest to znacząca pozycja zasobów paliw gazowych w Polsce.

Ze względu na parametry jakościowe gazu koksowniczego nie ma możliwości podłączenia sieci gazu koksowniczego do sieci gazu ziemnego. Sieć gazu koksowniczego ma więc jedynie zasięg lokalny, dlatego też rynek gazu koksowniczego nie istnieje. Efektywność wykorzystania tych zasobów paliw zależy więc od potencjalnych odbiorców (o ile istnieją).

Koksownia Przyjaźń ma rozwiniętą infrastrukturę gazowniczą umożliwiającą sprzedaż gazu do Huty ArcelorMittal Poland oraz spalanie go w kogeneracyjnym bloku energetycznym. Pozwala to ograniczyć straty w pochodni do poziomu uzasadnionego, określonego względami bezpieczeństwa gazowego instalacji.

Bieżąca sytuacja w zakresie zagospodarowania nadwyżek gazu koksowniczego nie pozwala jednak stwierdzić, że istniejący stan jest optymalny i stabilny.

Realizowana strategia dywersyfikacji zagospodarowania gazu poprzez rozwój własnych bloków energetycznych (obecnie realizowana jest budowa bloku energetycznego o mocy 71 MW_e) jest działaniem zmierzającym do optymalizacji wyniku ekonomicznego w zakresie gospodarki gazowej koksowni i umożliwia zagospodarowanie posiadanych zasobów gazu jako paliwa, bez uzależnienia od koniunktury produkcyjnej Huty AMP.

Pozostałe Koksownie GK JSW nie mają rozwiniętej infrastruktury gazowniczej i energetycznej, co aktualnie uniemożliwia prowadzenie aktywnej polityki w zakresie zagospodarowania gazu koksowniczego. Świadczą o tym: poziom strat gazu spalanego w pochodni i niesatysfakcjonujące przychody ze sprzedaży gazu.

Przyjęta w ramach segmentu koksowego JSW strategia zagospodarowania nadwyżek gazu koksowniczego ma za zadanie:

- ❖ zabezpieczenie własnych potrzeb na ciepło użytkowe i energię elektryczną,
- ❖ sprzedaż nadwyżek energii,
- ❖ ograniczenie strat w pochodniach,
- ❖ poprawę wyniku ekonomicznego gospodarki gazem koksowniczym.

Zadania realizowane w tych koksowniach obejmują oprócz budowy bloków energetycznych również modernizację instalacji oczyszczania gazu w koksowni Radlin oraz budowę instalacji oczyszczania spalin w Koksowni Jadwiga. Podyktowane jest to potrzebą osiągnięcia wymaganej jakości gazu koksowniczego jako paliwa i dostosowanie emitorów spalin do wymagań ochrony środowiska.

Brak rynku gazu koksowniczego (w zakresie odbioru) jednoznacznie wskazuje, że jedynym kierunkiem umożliwiającym jego zagospodarowanie jest budowa własnych źródeł kogeneracyjnych. Również sytuacja Koksowni Przyjaźń sprzedającej gaz jednemu odbiorcy, nie gwarantuje stabilnej sytuacji. Możliwości wykorzystania gazu koksowniczego mają charakter lokalny ze względu na brak rozwiniętej infrastruktury sieci gazu koksowniczego. Dlatego też koksownie, w tym koksownie Grupy Kapitałowej JSW S.A., dążą do zagospodarowania gazu w koksowniach, jako paliwa gazowego spalanego w jednostkach wysokosprawnej kogeneracji.

3. Gaz koksowniczy jako paliwo gazowe wykorzystywane w jednostkach kogeneracji

Możliwości wykorzystania gazu koksowniczego jako paliwa w blokach energetycznych przedstawia tabela 2. Możliwości te wynikają z ograniczenia strat w pochodniach oraz skierowaniem całej nadwyżki gazu do własnych bloków energetycznych. Oznaczenia zawarte w tabeli to:

- ❖ KP – Koksownia Przyjaźń,
- ❖ KKZ – Koksownie Jadwiga, Dębieńsko, Radlin,
- ❖ KV – Koksownia Victoria w Wałbrzychu,
- ❖ GK JSW – Koksownie wchodzące w skład segmentu koksowego JSW SA.

TABELA 2. Zużycie gazu na cele energetyczne w jednostkach kogeneracji

TABLE 2. Gas consumption for production of power and utilities

Wyszczególnienie	Jednostka	KP	KKZ	KV	GK JSW
Zużycie aktualne	tys. m ³ /a	140 160			140 160
	MWt	73			73
Zużycie planowane	tys. m ³ /a	350 400	185 000	65 000	600 400
	MWt	183	103	36	322
Zużycie razem	tys. m ³ /a	490 560	185 000	65 000	740 650
	MWt	256	103	36	395
	GJ	8 094 240	3 237 500	1 137 500	12 469 240

4. Możliwości techniczne i technologiczne wykorzystania gazu w instalacjach wysokosprawnej kogeneracji

Po oczyszczeniu gazu koksowniczego do wymagań określonych przepisami, gaz może być spalany jako paliwo w jednostkach kogeneracji. Ze względu na specyfikę gazu (gaz wytwarzany w procesie suchej destylacji węgla kamiennego), możliwe do zastosowania technologie w zakresie produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem gazu koksowniczego jako paliwa są ograniczone do rozwiązań dających najwyższą dyspozycyjność eksploatacyjną.

Najbardziej sprawne technologie i urządzenia pod względem energetycznym wykorzystujące jako paliwo gaz ziemny – turbiny gazowe i silniki gazowe – nie dają jednak oczekiwanych efektów w zakresie dyspozycyjności urządzeń przy spalaniu gazu koksowniczego. Ma to istotne znaczenie, biorąc pod uwagę, że mają spalać nadwyżki gazu będącego produktem ubocznym produkcji koksu. Ponadto wymagania eksploatacyjne tych urządzeń w zakresie jakości paliwa gazowego przewyższają poziom, jaki jest uzyskiwany po oczyszczeniu gazu koksowniczego do wymogów BAT.

Sprawdzona technologia oparta na kotle parowym i turbogeneratorze w warunkach przemysłowych koksowni, pozwala uzyskiwać dyspozycyjność eksploatacyjną bloków powyżej 95% i oszczędność paliwa w jednostkach kogeneracji około 20% (wskaźnik oszczędności energii pierwotnej „PES”). Ilość gazu spalanego w pochodni można ograniczyć do minimum określonego względami bezpieczeństwa technologicznego koksowni, tj. poniżej 1% posiadanych zasobów gazowych.

Posiadane nadwyżki gazu koksowniczego umożliwiają budowę bloków energetycznych o mocy 159 MW_e i takie są plany GK JSW SA. Źródła te umożliwią zaspokojenie potrzeb

własnych GK JSW SA i sprzedaż nadwyżek na rynku energii. Możliwości te i zamierzenia przedstawia tabela 3.

TABELA 3. Bilans mocy elektrycznych segmentu koksowego

TABLE 3. Balance of installed electric power in the coke segment Abstract Coking plants incorporated into coke segment of GK JSW SA are individual enterprises acting independently in the Coke Market

Wyszczególnienie	Jednostka	KP	KKZ	KV	GK JSW
Moce aktualne	MWe	21			21
Moce w trakcie realizacji	MWe	71			71
Moce planowane	MWe	0	36	13	49
Razem energia z gazu	MWe	92	36	13	141
Inne źródła energii (odzysk ciepła)	MWe	18	0	0	18
Moce ogółem	MWe	110	36	13	159

Realizacja zamierzeń przedstawionych w tabeli 3 jest następująca:

- ✧ W Koksowni Przyjaźń zadanie „Blok energetyczny o mocy 71 MW_e spalający 40 000 m³/h jest na ukończeniu. Aktualnie trwają prace rozruchowe urządzeń i instalacji. Oddanie do eksploatacji jest przewidywane w IV kw. br.
Po przejściu do eksploatacji bloku energetycznego o mocy 71 MW_e Elektrociepłownia posiadać będzie moc 110 MW_e.
- ✧ W Koksowni Radlin realizacja zadania jest na etapie opracowywania Projektu Budowlanego
- ✧ W Koksowni Jadwiga trwają prace w zakresie opracowania Studium wykonalności
- ✧ W Koksowni Victoria trwają prace w zakresie opracowania modelu finansowego realizacji zadania.

Gaz koksowniczy, paliwo o kaloryczności od 16,6 do 18,0 GJ/tys. m³, jest paliwem znajdującym zastosowanie do opalania grzewczych pieców przemysłowych, do intensyfikacji procesów metalurgicznych, jak również w kogeneracyjnych instalacjach energetycznych. odbiorcy przemysłowi, np. huty, nie mające dostępu do gazu koksowniczego, zastępują go gazem ziemnym co świadczy o jego wartości energetycznej jako paliwa gazowego.

Podsumowanie

1. Przytoczone dane świadczące o wysokich walorach energetycznych gazu koksowniczego jako paliwa gazowego wskazują na potrzebę wprowadzenia jednolitych uregulowań formalno-prawnych dla wszystkich paliw gazowych i zaliczenie gazu koksowniczego jako paliwa

- gazowego zużywanego w jednostkach wysokosprawnej kogeneracji, niezależnie od sposobu jego dostarczania. Umożliwi to korzystanie z systemu wsparcia dla paliw gazowych i efektywne wykorzystanie zasobów gazu koksowniczego jako paliwa gazowego.
2. Brak systemu wsparcia dla technologii energetycznych z wykorzystaniem własnych zasobów gazu koksowniczego może doprowadzić do zaniechania realizacji zamierzeń inwestycyjnych segmentu koksowego GK JSW SA w tej dziedzinie gospodarki.
 3. Gaz koksowniczy jako paliwo gazowe wykorzystywane w jednostkach wysokosprawnej kogeneracji to:
 - ✧ wymiar ekologiczny, o czym świadczy niska emisja CO₂ zawarta w spalinach,
 - ✧ wymiar ekologiczny w zakresie oszczędności paliw pierwotnych,
 - ✧ wymiar ekonomiczny ograniczający import paliwa gazowego w postaci gazu ziemnego w ilości 342 844 tys. m³ o wartości ponad 394 mln zł.
 4. Uwzględniając skalę zasobów gazu koksowniczego (ok. 45% ilości wydobywanego gazu ziemnego w Polsce) uzasadnione jest stworzeniem takich uregulowań prawnych, które wspierałyby ekonomicznie tą działalność gospodarczą.
 5. Dużym problemem finansowym i technicznym w realizacji naszej strategii zagospodarowania gazu koksowniczego, jest nie tylko odpowiednia jakość paliwa gazowego, ale również spełnienie warunków przyłączeniowych operatorów sieci dystrybucyjnych OSD w zakresie wyprowadzenia mocy elektrycznej z budowanych bloków energetycznych oraz konieczność uczestnictwa w modernizacji sieci OSD. Traktujemy te nakłady inwestycyjne, jako koszty możliwości uczestnictwa w rynku energii elektrycznej. Tylko w tym rynku możemy uczestniczyć, gdyż nie ma rynku gazu koksowniczego.
 6. Zadania realizowane w tych koksowniach obejmują oprócz budowy bloków energetycznych również modernizację instalacji oczyszczania gazu w koksowni Radlin oraz budowę instalacji oczyszczania spalin w Koksowni Jadwiga. Podyktowane jest to potrzebą osiągnięcia wymaganej jakości gazu koksowniczego jako paliwa oraz ze względu na wymagania emisji gazów spalinowych do otoczenia.
 7. Brak rynku gazu koksowniczego (w zakresie odbioru) jednoznacznie wskazuje, że jedynym kierunkiem jego zagospodarowania jest budowa własnych źródeł kogeneracyjnych.
 8. Koksownie GK JSW SA nie są koksowniami przyhutniczymi ale są zakładami samodzielnymi, których produkty są sprzedawane głównie na rynku europejskim ale również w innych regionach świata. Dążenie do maksymalizacji ich efektywności ekonomicznej, do obniżania kosztów produkcji, to warunek możliwości istnienia na globalnym rynku koksu. Ma również zasadnicze znaczenie dla europejskiego hutnictwa.

Literatura

- [1] Zintegrowane Zapobieganie i Ograniczanie Zanieczyszczeń (IPPC) Dokument Referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w produkcji żelaza i stali. Ministerstwo Środowiska Warszawa, Styczeń 2004r.
- [2] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji.

- [3] Dane bilansowe gospodarki gazowej segmentu koksowego GK JSW SA za 2013 rok.
- [4] Strategia rozwoju JSW KOKS SA do 2030 roku.
- [5] Koksownictwo. Praca zbiorowa. 1987 r.

Leszek LEWANDOWSKI, Edward STRZĄBAŁA

Utilization of coke oven gas in JSW KOKS SA as a fuel for the needs of power generation

Abstract

Therefore main business objectives comprise high quality of products, optimization of coal blend cost, optimization of operating costs, maximization of sale revenues on by-products, including coke oven gas and electric power. Lack of coke oven gas market due to the lack of developed gas grid and gas consumers, as well as specificity of coke oven gas caused that the coking plants made decision on increasing the volume of gas being utilized in their process installations. These installations are the cogeneration power units. They enable utilization of surplus gas as a fuel for simultaneous production of utility heat and electric power. Developed transmission and distribution system of electric power makes possible sales on market conditions the thermal energy of coke oven gas through its processing into form of electric power.

KEY WORDS: cokemaking, power industry, coke oven gas utilization as a fuel, circumstances