

**Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa
i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej**
Zeszyt Nr 21, Seria: Inżynieria Środowiska
Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.
Koszalin 2003, s. 309-316.

18

Paliwa alternatywne z odpadów dla cementowni – doświadczenia Lafarge Cement Polska S.A.

*Mieczysław Sarna
Lafarge Cement Polska S.A., Małogoszcz
Eugeniusz Mokrzycki, Alicja Uliasz-Bocheńczyk
Instytut Gospodarki Surowcami
Mineralnymi i Energią PAN, Kraków*

1. Wstęp

Polska jest krajem o dużych tradycjach w produkcji cementu. W chwili obecnej funkcjonuje w Polsce 19 zakładów cementowych. Proces produkcji cementu jest procesem wysoko energochłonnym. Wzrost kosztów energii pochodzącej ze źródeł tradycyjnych powoduje poszukiwania możliwości ich zmniejszenia. Największe ilości energii zużywane są na wypalanie klinkieru. W celu obniżenia tych kosztów cementownie prowadzą modernizacje systemu produkcji oraz nowe inwestycje.

Jednym z działań mających na celu zmniejszenie kosztów produkcji jest obniżenie kosztów energii poprzez zastąpienie części paliw konwencjonalnych paliwami alternatywnymi.

Paliwa z odpadów są stosowane w polskich cementowniach już od ponad dziesięciu lat. W Polsce paliwa z odpadów stosowane są w cementowniach w bardzo ograniczonym zakresie, w 2000 roku stosowało je w Polsce 6 cementowni. Wśród tych cementowni są dwie należące do koncernu Lafarge, jednego z naj-

większych na świecie producentów cementu. Cementowniami należącymi do Lafarge Cement Polska S.A. stosującymi paliwa alternatywne z odpadów są Małogoszcz i Kujawy, która jako pierwsza w Polsce rozpoczęła stosowanie paliw alternatywnych początkiem lat 90-tych ubiegłego wieku.

Zakłady zgrupowane w Lafarge Cement Polska stosujące paliwa alternatywne wymagają spełnienia następujących kryteriów [1]:

- wartość opałowa - powyżej 14 MJ/kg,
- zawartość chloru - poniżej 0,2%,
- zawartość siarki - poniżej 2,5%,
- zawartość PCB - poniżej 50 ppm,
- zawartość metali ciężkich - poniżej 2500 ppm, w tym:
 - rtęć - poniżej 10 ppm,
 - kadm, tal, rtęć - poniżej 100 ppm.

Ponadto przy dostawie konkretnego paliwa alternatywnego stałego lub ciekłego, oprócz wyżej wymienionych parametrów wymagane jest dotrzymanie dodatkowych kryteriów takich jak: punkt samozapłonu, zawartość wilgoci, zawartość popiołu, skład granulometryczny itp.

Ograniczenia te spowodowane są czynnikami technologicznymi i ekologicznymi.

Wykorzystywanie paliw alternatywnych z odpadów nie może wpływać negatywnie na pracę pieca ani na jakość produkowanego klinkieru oraz nie może powodować zwiększenia zanieczyszczenia składu gazów emitowanych do atmosfery.

2. Paliwa z odpadów stosowane w Zakładzie Cementowym Kujawy

Cementownia Kujawy stosuje ciekłe i stałe paliwa alternatywne. Obecnie cementownia ta jest zakładem pracującym metodą mokrą. Ciekłym paliwem alternatywnym są emulsje olejowe, pochodzące z rafinerii w Płocku, a dostarczane są do cementowni przez firmę UTYL z Płocka. Stałym paliwem alternatywnym jest koks chemiczny dostarczany z Zachem Bydgoszcz. Wielkość zużycia paliw alternatywnych przez Cementownię Kujawy w 2000 r. wynosiła [2]:

- 10 805 ton paliwa emulsyjnego (średnia wartość opałowa – 21 621 kJ/kg),
- 6 689 ton koksu chemicznego (średnia wartość opałowa – 18 881 kJ/kg).

Zużycie paliw alternatywnych przez Cementownię Kujawy w roku 2001:

- 5 561 ton koksu chemicznego (średnia wartość opałowa – 19 006 kJ/kg),
- 1 287 ton emulsji olejowych (średnia wartość opałowa – 21 091 kJ/kg)

W ciągu 10 miesięcy 2002 Cementownia Kujawy wykorzystwała następującą ilość paliw z odpadów:

- 3 593 tony koksu chemicznego (średnia wartość opałowa – 21 090 kJ/kg),
- 4 453 tony emulsji olejowych (średnia wartość opałowa – 14 653 kJ/kg).

W 2001 roku Cementownia Kujawy spalała (w ramach prób) również mączkę zwierzęcą dostarczaną przez Zakłady Przetwórstwa Mięsnego w Inowrocławiu. W skład tej mączki wchodzi resztki zwierząt (mózg, układ kostny) pozostałe po uboju (tzw. SRM). Mieszanka ta ma postać płynną i jest zbliżona do mazutu. Próby wypadły pomyślnie. Nie zaobserwowano niekorzystnego wpływu spalanych mączek zwierzęcych na jakość cementu i na środowisko. Spalono łącznie 219 ton mączek. Spalania nie kontynuowano z uwagi na brak zainteresowania ze strony producentów mączek. Koncern Lafarge ma już duże doświadczenie w spalaniu odpadów zwierzęcych. Francuskie cementownie koncernu Lafarge spalają je od 1988 r. W 2000 roku cementownie francuskie spaliły około 200 tys. ton. Mączki kostne spalane są między innymi w Niemczech, Austrii, Czechach i innych krajach.

Po uruchomieniu suchej nitki (w 2003 roku) do produkcji klinkieru przewidywane jest używanie paliw alternatywnych (PASi, zużyte opony, emulsje olejowe, koks chemiczny) w ilościach do 50% energii cieplnej potrzebnej do wypalania klinkieru.

3. Paliwa alternatywne stosowane w Zakładzie Cementowym Małogoszcz

W Cementowni Małogoszcz już od kilku lat prowadzone były badania i prace przygotowawcze do spalania paliw alternatywnych.

Cementownia ta stosuje metodę suchą. W 1999 roku przeprowadzono udane próby spalania koksu naftowego jako paliwa zastępczego. Dalsze działania zostały podjęte jednak pod kątem spalania innych paliw alternatywnych - odpadów. W tym celu Cementownia podpisała umowę z firmą SUWO i podjęła starania o odpowiednie zezwolenia od władz województwa świętokrzyskiego.

W wyniku tych działań Cementownia Małogoszcz uzyskała decyzję Wojewody Świętokrzyskiego zezwalającą na wykorzystanie paliw alternatywnych powstałych na bazie odpadów, w ilości pokrywającej do 40% energii cieplnej niezbędnej do wypału klinkieru.

Procedura związana z systematyczną kontrolą składu ilościowego i jakościowego paliw alternatywnych została opracowana i zaakceptowana przez Świętokrzyski Urząd Wojewódzki.

Na początku 1999 roku przeprowadzone zostały w Cementowni Małogoszcz próby spalania dwóch rodzajów paliw wytworzonych z odpadów o nazwach PASi i PASr, dostarczonych przez firmę SUWO z Radomia. Wyniki badań

przeprowadzonych podczas stosowania paliwa PASi przedstawiono w tabelach 1÷3.

Paliwo alternatywne PASr

Paliwo to jest wytwarzane przez rozdrobnienie do granulacji 0÷70 mm lub 0÷40 mm odpadów takich jak: papiery, tektury, folie, szmaty, tekstylia, opakowania plastikowe, taśmy, kable, czyściwo. Odpady te mogą być zanieczyszczone olejami, tłuszczami, smarami, farbami itp.

Podczas prób paliwo to charakteryzowało się następującymi parametrami jakościowymi:

- średnia wartość opałowa - 24,376 MJ/kg
(wartość zależna od składu paliwa),
- średnia zawartość wilgoci - 3,19%,
- średnia zawartość popiołu - 7,98%,
- średnia zawartość chloru - 0,42%,
- średnia zawartość siarki - 0,23%,
- ciężar nasypowy - 100÷300 kg/m³.

Paliwo PASr było podawane na wlot do pieca oraz poprzez palnik główny pieca. Próby wypadły pozytywnie, pomimo wystąpienia problemów technicznych i technologicznych.

W 2001 roku zużyto 432 tony PASr.

Po wybudowaniu odpowiedniej instalacji (aktualnie w budowie – zakończenie w I kwartale 2003 roku) paliwo to będzie podawane przez palnik główny do pieca. Docelowo spalane będzie około 30 tys. ton paliwa na rok.

Paliwo alternatywne PASi

Paliwo to powstaje przez zmieszanie sorbenta w postaci trocin lub pyłu tytoniowego z odpadami: farb, lakierów, ciężkich frakcji podestylacyjnych, ziem krzemkowych nasączonych odpadami ropopochodnymi itd.

Parametry paliwa alternatywnego stosowanego podczas prób:

- średnia wartość opałowa - 9,152 MJ/kg
(wartość zależna od składu paliwa),
- średnia zawartość wilgoci - 30,45%,
- średnia zawartość popiołu - 24,13%,
- średnia zawartość chloru - 0,2424%,
- średnia zawartość siarki - 0,28%,
- ciężar nasypowy - 350÷450 kg/m³.

Tabela 1. Emisja HCl [3]
Table 1. HCl emissions [3]

Parametr	Jednostka	Pomiar emisji bez stosowania paliwa PASi	Pomiar emisji przy stosowaniu paliwa PASi
Strumień objętości gazów suchych w warunkach umownych	[tys. m ³ /h]	174,74	154,89
Stężenie HCl w warunkach umownych (tlen rzeczywisty)	[mg/Nm ³]	19,39	9,24
Stężenie HCl w warunkach umownych odniesione do 11% O ₂	[mg/Nm ³]	21,79	7,28
Emisja HCl	[kg/h]	3,39	1,43

Tabela 2. Emisja metali ciężkich [3]
Table 2. Heavy metal emissions [3]

Parametr	Pomiar emisji metali ciężkich bez stosowania paliwa PASi		Pomiar emisji metali ciężkich przy stosowaniu paliwa PASi	
	pomiar [mg/kg]	emisja [kg/h]	pomiar [mg/kg]	emisja [mg/kg]
Arsen	<0,2	$<1,601 \cdot 10^{-6}$	<0,2	$<0,445 \cdot 10^{-6}$
Kadm	2,0	$16,01 \cdot 10^{-6}$	1,0	$2,245 \cdot 10^{-6}$
Miedź	280	$2241,4 \cdot 10^{-6}$	26,0	$58,37 \cdot 10^{-6}$
Chrom	60,0	$480,3 \cdot 10^{-6}$	62,0	$139,19 \cdot 10^{-6}$
Ołów	96,0	$768,48 \cdot 10^{-6}$	102,0	$228,99 \cdot 10^{-6}$
Cynk	14,0	$112,07 \cdot 10^{-6}$	124,0	$278,38 \cdot 10^{-6}$
Mangan	124,0	$992,62 \cdot 10^{-6}$	128,0	$288,36 \cdot 10^{-6}$

Tabela 3. Emisje wybranych wskaźników zanieczyszczeń do atmosfery, % [3]**Table 3.** Emissions selected pollutants to air, % [3]

Rodzaj emisji	Emisja dopuszczalna w Decyzji Wojewody Świętokrzyskiego kg/godz	Pomiar emisji zanieczyszczeń bez stosowania paliwa alternatywnego	Pomiar emisji zanieczyszczeń przy stosowaniu paliwa PASi
Pył	15	8,005	2,245
NO _x	250	172,436	144,298
SO ₂	78	2,686	0,528
CO	90	88,865	87,949
HCl	6,0	3,39	1,43

Paliwo alternatywne PASi było podawane do komory wzniosu pieca. Próby zostały przeprowadzone z pozytywnym skutkiem pomimo jak w przypadku paliwa PASr, natrafiono na problemy technologiczne. Tak jak w przypadku stosowania paliwa PASr, stwierdzono że zawartość tlenkowych składników głównych oraz skład fazowy klinkieru produkowanego w czasie prób stosowania paliwa PASr jest zbliżony do klinkierów produkowanych bez dodatku paliwa.

W 2001 roku zużyto 2265 ton paliwa, które charakteryzowało się następującymi parametrami jakościowymi (wartości średnie):

- wartość opałowa - 10,895 MJ/kg,
- zawartość chloru - 0,25%,
- zawartość siarki - 0,50%,
- zawartość wilgoci - 25,20%,
- zawartość popiołu - 29,73%,
- zawartość metali ciężkich - 685 ppm
(Ni, Pb, Cd, Zn, Cr, As, Tl, Hg),
- ciężar nasypowy - 500÷750 kg/m³.

Paliwo to jest obecnie stosowane w dwóch piecach nr 1 i 2. Od lipca 2002 r. Cementownia posiada profesjonalną instalację zasilającą obydwie piece tym paliwem. W przeciągu 10 miesięcy 2002 roku zużyto 5142 tony paliwa alternatywnego PASi o parametrach jakościowych podobnych do podanych powyżej. Docelowo będzie spalane około 35 tys. ton paliwa PASi na rok.

Zużyte opony

W lipcu 2002 roku zakończono budowę instalacji umożliwiającej spalanie zużytych opon samochodowych jako paliwa alternatywnego na piecu nr 1. Cementownia Małogoszcz posiada zgodę Wojewody Świętokrzyskiego na spalanie w roku 30 tys. ton opon samochodowych jako paliwa alternatywnego. Opony charakteryzują się następującymi parametrami jakościowymi:

- wartość opałowa - 25÷30 MJ/kg,
- zawartość siarki - 1÷2%,
- zawartość wilgoci - 3÷5%,
- zawartość chloru - do 0,20%,
- zawartość popiołu - 5÷20%,
- ciężar nasypowy - 300÷600 kg/m³.

Od lipca 2002 r. do października 2002 r. spalono 2 895 ton zużytych opon samochodowych.

W grudniu 2002 r. rozpocznie się budowa instalacji do spalania opon na piecu nr 2.

4. Podsumowanie

Cementownie grupy Lafarge Cement Polska SA, będą w dalszym ciągu stosować paliwa alternatywne z odpadów.

Jak wykazały przedstawione badania, dopuszczalne wartości emisji zanieczyszczeń wyznaczone w Decyzji Wojewody Świętokrzyskiego nie zostały przekroczone przy zastosowaniu paliw alternatywnych.

Cementownia Małogoszcz jest przygotowana również do spalania granulowanych, stabilizowanych osadów z oczyszczalni ścieków, co jest działaniem bardzo istotnym ze względu na znaną uciążliwość tych odpadów.

Doświadczenia zakładów zgrupowanych w Lafarge Cement Polska S.A. potwierdzają, że są to działania uzasadnione ekonomicznie i ekologicznie. Spalanie paliw alternatywnych w cementowniach jest bezpieczną metodą utylizacji odpadów, przyjazną dla środowiska i opłacalną dla zakładów i społeczeństwa.

Literatura

1. **Mokrzycki E., Uliasz-Bocheńczyk A., Sarna M.:** *Wastes as alternative fuels in cement industry*. Proceedings of 8-th International Energy Forum ENERGEX 2000. Energy 2000 – The Beginning of a New Millenium. Las Vegas, July 2000.
2. **Mokrzycki E., Uliasz-Bocheńczyk A., Sarna M.:** *Wykorzystanie paliw alternatywnych w Lafarge Cement Polska*. IV Szkoła Gospodarki Odpadami, Ryto, 2001.
3. Badania udostępnione przez Lafarge Cement Polska S.A.

Streszczenie

Paliwa z odpadów są stosowane w polskich cementowniach już od ponad dziesięciu lat. W 2000 roku stosowało je w Polsce 6 cementowni. Wśród tych cementowni są dwie należące do koncernu Lafarge: Małogoszcz i Kujawy, która jako pierwsza w Polsce rozpoczęła stosowanie paliw alternatywnych początkiem lat 90-tych ubiegłego wieku. Doświadczenia zakładów zgrupowanych w Lafarge Cement Polska S.A. potwierdzają, że są to działania uzasadnione ekonomicznie i ekologicznie. Spalanie paliw alternatywnych w cementowniach jest bezpieczną metodą utylizacji odpadów, przyjazną dla środowiska i opłacalną dla zakładów i społeczeństwa.

Jak wykazały przedstawione badania przy zastosowaniu paliw alternatywnych, dopuszczalne wartości emisji zanieczyszczeń wyznaczone w Decyzji Wojewody Świętokrzyskiego nie zostały przekroczone.

Alternative Fuel from Wastes for Cement Plant – Experiences of Lafarge Cement Poland Co.

Abstract

Waste derived fuel have been used in Polish cement plants for over ten years. In 2000 6 cement plants in Poland applied it. Among these two belong to Lafarge Cement Poland Co.: Małogoszcz and Kujawy, which as first in Poland began the usage of the alternative fuel at the beginning of the nineties of the 20th century. The experiences of plants grouped in Lafarge Cement Poland Co. confirm that usage of alternative fuels the is economically and ecologically valid. Combustion of alternative fuel in cement plants is the safe method of utilization of wastes, environmentally friendly and profitable for plants and the society.

Research results show that while using alternative fuels, maximum acceptable values of pollutants emissions determined by the Decision of Świętokrzyskie Province Government were not exceeded.