

---

***PRACE***

---

**Instytutu Szkła, Ceramiki  
Materiałów Ogniotrwałych  
i Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Glass, Ceramics  
Refractory and Construction Materials

---

**Nr 1**

ISSN 1899-3230

**Rok I**

**Warszawa–Opole 2008**

---

# Ocena możliwości zastosowania pyłu węgla brunatnego w przemyśle cementowym, wapienniczym i wytwórniach mas bitumicznych

W artykule przedstawiono analizę uwarunkowań techniczno-technologicznych substytucji dotychczas stosowanych paliw węglem brunatnym oraz obliczenia rocznego potencjalnego zapotrzebowania pyłu węgla brunatnego w przemyśle cementowym, wapienniczym oraz wytwórniach mas bitumicznych (asfaltu). Biorąc pod uwagę aktualnie zużywaną ilość paliw w analizowanych sektorach, największym potencjalnym odbiorcą węgla brunatnego może być przemysł cementowy.

## 1. Wstęp

W przemyśle cementowym, wapienniczym oraz wytwórniach mas bitumicznych istnieją realne możliwości zastosowania pyłu węgla brunatnego jako substytutu węgla kamiennego.

Przeprowadzona ocena stanowi wstępne rozeznanie rynku krajowego w związku z planowaną inwestycją produkcji suszonego pyłu węgla brunatnego z kopalni Bełchatów.

Artykuł obejmuje analizę uwarunkowań techniczno-technologicznych zamiany dotychczasowych paliw kopalnych na węgiel brunatny oraz obliczenia ilościowe rocznego potencjalnego zapotrzebowania pyłu węgla brunatnego w poszczególnych przemyślach. Podjęcie tematu uzasadnienia kilkakrotnie wyższe niż węgla kamiennego eksploatację zasobów węgla brunatnego w Polsce. Ponadto pył węgla brunatnego może być konkurencyjny cenowo w stosunku do pyłu węgla kamiennego. Wraz z postępującym rozwojem technik spalania (oxyfuel, zgazowanie) możliwości wykorzystania tego węgla, mimo nieco gorszych parametrów jakościowych niż węgla kamiennego, będą wzrastać.

---

\*Dr inż., Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych, Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu.

## 2. Charakterystyka jakościowa pyłu węgla brunatnego

Zasoby węgla brunatnego w okolicach Bełchatowa wynoszą około 930 mln t. Według danych uzyskanych z kopalni jest ona w stanie wydobywać z tego pola węgiel w ilości około 2 mln t rocznie, przy średnich parametrach jakościowych przedstawionych w tab. 1.

T a b e l a 1

*Parametry fizykochemiczne pyłu węgla brunatnego z kopalni Bełchatów  
(wartości średnie)*

| Nazwa parametru   | Wartość parametru          |
|---|----------------------------|
| <b>ANALIZA FIZYKOCHEMICZNA PYŁU</b>                                     |                            |
| A <sub>sr</sub> <sup>d</sup> (popiół stan suchy)                        | 12,00 %                    |
| W <sup>t</sup> (wilgotność stan dostawy)                                | 10 %                       |
| Q <sub>i</sub> <sup>r</sup> (wartość opałowa stan dostawy)              | 18960 kJ/kg (4525 kcal/kg) |
| S <sub>t</sub> <sup>d</sup> (siarka całkowita stan suchy)               | 1,29 %                     |
| S <sub>r</sub> <sup>d</sup> (siarka palna stan suchy)                   | 0,74 %                     |
| S <sub>A</sub> <sup>d</sup> (siarka popiołowa stan suchy)               | 0,54 %                     |
| Na <sub>2</sub> O <sup>d</sup> (tlenek sodowy stan suchy)               | 0,05 %                     |
| K <sub>2</sub> O <sup>d</sup> (tlenek potasowy stan suchy)              | 0,01 %                     |
| Cl <sup>d</sup> (chlor stan suchy)                                      | 115 ppm                    |
| F <sup>d</sup> (fluor stan suchy)                                       | 12 ppm                     |
| Hg <sup>d</sup> (rtęć stan suchy)                                       | 0,69 ppm                   |
| CaO <sup>d</sup> (tlenek wapniowy stan suchy)                           | 2,63 %                     |
| V <sup>daf</sup> (części lotne stan suchy i bezpopiołowy)               | 52,94 %                    |
| C <sup>daf</sup> (pierwiastek węgla w złożu, stan suchy i bezpopiołowy) | 66,4 %                     |
| H <sup>daf</sup> (wodór w złożu, stan suchy i bezpopiołowy)             | 5,27 %                     |
| <b>ANALIZA CHEMICZNA POPIOŁU</b>  |                            |
| SiO <sub>2</sub>  | 35,1 %                     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 5,87 %                     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 16,56 %                    |
| CaO   | 27,07 %                    |
| MgO   | 1,29 %                     |
| SO <sub>3</sub>   | 13,5 %                     |
| Na <sub>2</sub> O   | 0,33 %                     |
| K <sub>2</sub> O  | 0,28 %                     |

### 3. Zastosowanie pyłu węgla brunatnego w przemyśle cementowym

#### 3.1. Krótka charakterystyka przemysłu cementowego w Polsce

W Polsce pracuje obecnie 11 cementowni, jednak główne skupisko tych instalacji występuje w południowym rejonie kraju. Oprócz tego istnieje kilka przemiałowni klinkieru produkujących cement na bazie sprowadzanego klinkieru. Procesy wypalania klinkieru przebiegają w obrotowych piecach cementowych. W eksploatacji jest 17 pieców metody suchej oraz cztery piece metody mokrej.

Analiza wykorzystania węgla brunatnego odnosi się tylko do procesów wypalania. Spośród wszystkich cementowni wytypowano do omówienia osiem instalacji. Wstępnym kryterium wyboru była odległość od kopalni Bełchatów, która w tym przypadku wynosi max. 230 km. Na mapie (ryc. 1) przedstawiono lokalizacje cementowni oraz przemiałowni klinkieru w Polsce, zaznaczono także, symbolem BOT, usytuowanie kopalni węgla brunatnego Bełchatów.



Ryc. 1. Lokalizacja cementowni i przemiałowni klinkieru w Polsce

Podstawowym paliwem technologicznym we wszystkich cementowniach w Polsce jest pył węgla kamiennego. Poza tym spala się łupki powęglowe, popioły oraz różne rodzaje paliw alternatywnych stałych i ciekłych. Udział paliw alternatywnych jako substytutu ciepła stale rośnie i aktualnie jest na poziomie ok. 30% (według danych Stowarzyszenia Producentów Cementu oraz rocznych raportów dotyczących emisji gazów cieplarnianych za rok 2006). Rodzaje i ilości obecnie spalanych paliw przedstawiono w tab. 2 [1]:

T a b e l a 2

*Rodzaje i ilości obecnie spalanych paliw w cementowniach w Polsce*

| Rodzaj paliwa         | Udział w 2006 r. [%] |
|-----------------------|----------------------|
| Węgiel kamienny       | 63                   |
| Koks padaftowy        | 6                    |
| Olej opałowy          | 1                    |
| Różne rodzaje odpadów | 30                   |

### 3.2. Wymagania techniczno-technologiczne dla paliw do wypalania klinkieru

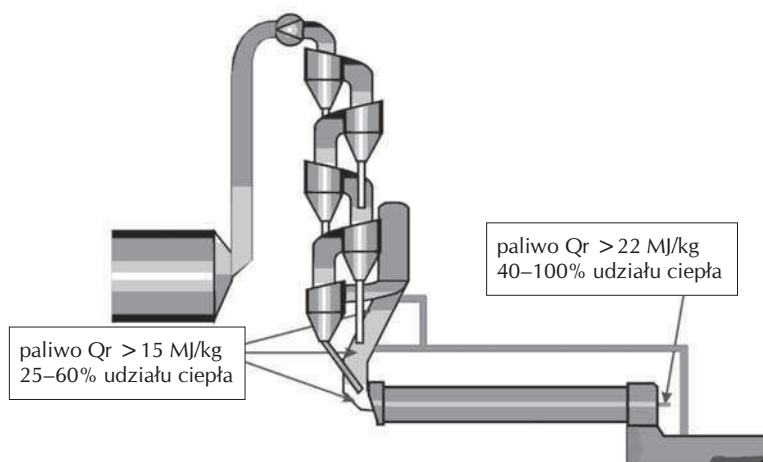
Brane pod uwagę zakłady cementowe eksploatują nowoczesne piece pracujące według metody suchej. W Polsce występują dwa rodzaje pieców: z kalcynatorami i z cyklonowymi wymiennikami ciepła. Dla obu rodzajów pieców paliwo wprowadza się w dwóch miejscach – na palniku głównym oraz w kalcynatorze/wymienniku ciepła. Piece z prekalcyntorami mają większe możliwości spalania paliw o niższej kaloryczności. Generalne wymagania dla wszystkich rodzajów paliw do wypalania klinkieru, wynikające z wymogów technologicznych, są następujące (stan roboczy):

- wartość opałowa:
  - palnik główny (mieszanka paliw) – 22 MJ/kg,
  - kalcynator/wymiennik ciepła – 15 MJ/kg,
- zawartość siarki – < 1 %;
- zawartość chloru – < 0,1 %.

Progowa wielkość wartości opałowej 22 MJ/kg wynika z praktycznych obserwacji wpływu jakości paliwa na proces wypalania. Niższa kaloryczność paliwa powoduje obniżenie temperatury płomienia w strefie spiekania, a to z kolei ma wpływ na zmniejszanie wydajności pieca i wzrost zapotrzebowania ciepła [2]. Kaloryczność paliwa na palniku głównym 22 MJ/kg przyjęto jako akceptowalną wartość graniczną. Takie same wymagania jak dla paliwa do palnika głównego odnoszą się także do pyłu węgla brunatnego.

Zatem proponowany pył węgla brunatnego z kopalni Bełchatów nie spełnia wymagań wartości kalorycznej dla palnika głównego. Natomiast może być w pełni wprowadzany w układzie piecowym kalcynator/wymiennik ciepła. Ograniczeniem ilościowym jest tutaj stosowanie obecnie innych paliw, zwłaszcza paliw alternatywnych.

Miejsca dozowania paliw i odpadów palnych do pieca obrotowego oraz wymagane progowe kaloryczności przedstawiono na rys. 2.



Ryc. 2. Miejsca dozowania paliw i odpadów palnych do pieca obrotowego oraz wymagane dla nich wartości opałowe [3]

Zawartość siarki i chloru w materiałach wsadowych do pieca cementowego (w tym w szczególności w paliwach) ma istotne znaczenie w stabilnym procesie wypalania. Zbyt duża zawartość tych zanieczyszczeń powoduje zakłócenia w przepływie materiału przez układ piecowy (klejenie się materiału wsadowego), stąd jest ona kontrolowana na wlocie do pieca. Właściwy zakres stężeń reguluje się tzw. bypassem (upustem części gazów piecowych).

Węgiel brunatny z Bełchatowa posiada podwyższoną zawartość siarki (0,7%) w stosunku do paliw dzisiaj stosowanych. Natomiast zawartość chloru w deklarowanym pył węgla brunatnego jest niska (0,015%), co poprawić może bilans obiegu składników lotnych w instalacji.

W opcji palnikowej wyższe i stabilne części lotne w węglu brunatnym powinny wpłynąć na obniżenie ilości  $\text{NO}_x$  termicznego, powstającego w strefie spiekania.

W opcji kalcynatorowej dozowanie jest łatwiejsze w porównaniu z opcją palnikową, niemniej w każdym układzie konieczne jest zabudowanie zbiorników i wag dozujących.

### 3.3. Obliczenia potencjalnego zapotrzebowania pyłu węgla brunatnego

W tym podrozdziale przedstawiono przeanalizowaną substytucję energetyczną i masową węgla kamiennego węglem brunatnym dla pieców z kalcynatorem i przy spalaniu zużytych opon. Analiza oparta jest na rzeczywistych danych. Wartości kaloryczne węgla brunatnego i kamiennego wynoszą odpowiednio 19 oraz 25 MJ/kg.

Dane do obliczeń wzięto z dostępnych rocznych raportów dotyczących emisji gazów cieplarnianych za rok 2006 oraz audytów technologicznych i energetycznych zakładów cementowych [4].

#### Aktualne zapotrzebowanie ciepła:

- zużycie ciepła z węgla kamiennego – 2700 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z łupka przywęglowego – 350 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 3,5\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z opon – 350 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie masowe na 1 Mg klinkieru:
  - 108 kg węgla kamiennego,
  - 0 kg węgla brunatnego,
  - 100 kg łupka,
  - 14 kg opon.

#### • Symulacja energetyczna 50/50 – opcja palnikowa:

- zużycie ciepła z węgla kamiennego – 1400 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z węgla brunatnego – 1400 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 19\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z łupka – 250 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 3,5\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z opon – 350 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie masowe na 1 Mg klinkieru:
  - 56 kg węgla kamiennego,
  - 74 kg węgla brunatnego,
  - 71 kg łupka,
  - 14 kg opon.

#### • Symulacja masowa 50/50 – opcja palnikowa:

- zużycie ciepła z węgla kamiennego – 1590 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z węgla brunatnego – 1210 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 19\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z łupka – 250 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 3,5\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z opon samochodowych – 350 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie masowe na 1 Mg klinkieru:
  - 63,5 kg węgla kamiennego,
  - 63,5 kg węgla brunatnego,
  - 71 kg łupka,
  - 14 kg opon.

**Symulacja energetyczna 55/45 – opcja kalcynatorowa:**

- zużycie ciepła z węgla kamiennego – 1620 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z węgla brunatnego – 1080 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 19\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z łupka – 300 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 3,5\text{MJ/kg}$ );
- zużycie ciepła z opon – 350 kJ/kg<sub>kl</sub> ( $Q_r^i = 25\text{MJ/kg}$ );
- zużycie masowe na 1 Mg klinkieru:
  - 65 kg węgla kamiennego,
  - 57 kg węgla brunatnego,
  - 86 kg łupka,
  - 14 kg opon.

Zapotrzebowanie roczne węgla brunatnego dla poszczególnych opcji przy produkcji pieców 1 mln t klinkieru zestawiono w tab. 3.

T a b e l a 3

*Roczne zapotrzebowanie pyłu węgla brunatnego*

| Produkcja klinkieru<br>[t] | Roczne zapotrzebowanie pyłu                              |  |  |
|----------------------------|--|--|--|
|                            | opcja 1 – palnik,<br>symulacja energetyczna<br>50/50 [t] | opcja 2 – palnik,<br>symulacja masowa<br>50/50 [t] | opcja 3 – kalcynator,<br>symulacja energetyczna<br>55/45 [t] |
| 1 000 tys.                 | 74 tys.  | 63,5 tys.  | 57 tys.  |

Do obliczeń potencjalnego zapotrzebowania pyłu węgla brunatnego z kopalni Bełchatów przyjęto jego wartość kaloryczną 19 MJ/kg oraz opcję palnikową udziału masowego 50/50%. Opcja ta jest prosta do wyliczeń i spełnia w każdym przypadku wymagania progowe 22 MJ/kg. Jednocześnie daje ona bardzo zbliżone wyniki jak dla opcji z kalcynatorem, a zatem można powiedzieć, że odnosi się do wszystkich układów technologicznych występujących w kraju.

Obliczenia zapotrzebowania dla pieców cementowych wykonano dla wariantu ze spalaniem zużytych opon + 30% paliw alternatywnych. Uzasadnienie tych wariantów jest takie, że instalacje spalania opon są eksploatowane z maksymalną wydajnością, a udział paliw alternatywnych wynosi obecnie w rozpatrywanych cementowniach ok. 30%. W przyjętej opcji palnikowej udziału masowego 50/50% (opcja 2, tab. 3), przy stosowanym węglu kamiennym o kaloryczności 24–27 MJ/kg, substytucja ciepła węglem brunatnym zawiera się w przedziale 35–39%. Odpowiada to aktualnym i realnym możliwościom technologiczno-technicznym przemysłu cementowego w Polsce.



W tabeli 4 zestawiono wyniki obliczeń zapotrzebowania pyłu węgla brunatnego dla opisanej opcji udziału masowego węgla kamiennego i brunatnego 50/50%. W tabeli podano także wartość opałową mieszanki obu tych paliw dla poszczególnych instalacji.

T a b e l a 4

*Potencjalne zapotrzebowanie pyłu węgla brunatnego, t/rok.  
Wariant – spalanie opon + 30% paliw alternatywnych*

| Cementownia  | Roczne zapotrzebowanie | Wartość opałowa mieszanki | Odległość od KWB Bełchatów |
|--------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
|              | Opcja masowa 50/50 %   | [MJ/kg]                   | [km]                       |
| Instalacja 1 | 114 840                | 22                        | 56                         |
| Instalacja 2 | 52 272                 | 23                        | 66                         |
| Instalacja 3 | 54 648                 | 23,5                      | 124                        |
| Instalacja 4 | 44 352                 | 22,5                      | 132                        |
| Instalacja 5 | 33 264                 | 23                        | 150                        |
| Instalacja 6 | 74 250                 | 22,5                      | 170                        |
| Instalacja 7 | 123 552                | 22,3                      | 207                        |
| Instalacja 8 | 67 320                 | 22                        | 230                        |
| Razem        | 564 498                |                           |                            |

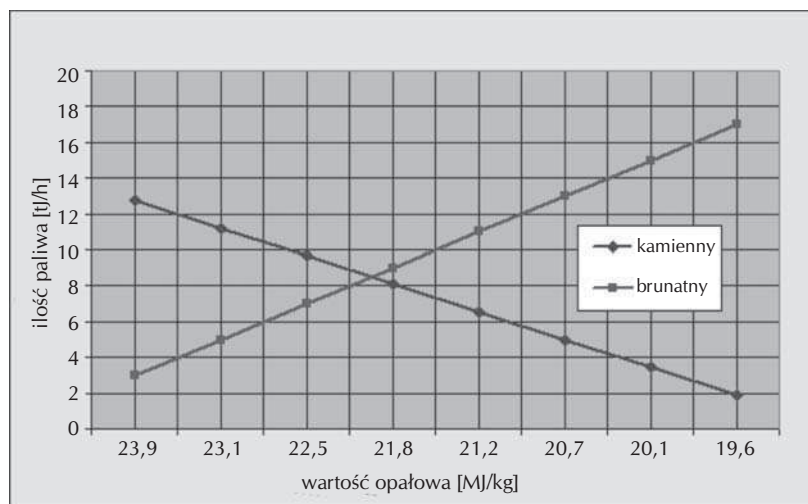
Następnie przedstawiono przykładowe obliczenie ilości węgla brunatnego dla opcji udziału masowego 50/50% w odniesieniu do instalacji 8 (tab. 5). Miejsce przecięcia się obu prostych na ryc. 3, dla węgla kamiennego i brunatnego, daje w wyniku godzinowe zapotrzebowanie pyłu węgla brunatnego oraz kaloryczność mieszanki obu węgli. Zapotrzebowanie roczne wyliczono przy założeniu 330 dni pracy pieca w roku. Wyniki obliczeń przedstawiono w tab. 5 oraz na ryc. 3. Roczne możliwości substytucji węgla kamiennego pyłem węgla brunatnego w przemyśle cementowym wynoszą ok. 565 tys. t.

T a b e l a 5

Wyniki obliczeń ilości węgla brunatnego dla opcji udziału masowego 50/50%  
(instalacja 8)

| DANE                   |                    |       |           |      |      |      |      |      |      |  |
|------------------------|--------------------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|--|
| Mieszanina paliwa      | Kaloryczność MJ/kg |       | Ilość t/h |      |      |      |      |      |      |  |
| Węgiel kamienny (K)    | 25                 |       | 22        |      |      |      |      |      |      |  |
| Opony                  | 26                 |       | 2         |      |      |      |      |      |      |  |
| Węgiel brunatny (B)    | 19                 |       |           |      |      |      |      |      |      |  |
| OBLICZENIA             |                    |       |           |      |      |      |      |      |      |  |
| Mieszanina pyłu        | Ilość              |       |           |      |      |      |      |      |      |  |
| Pył węglowy (K)        | t/h                | 12,75 | 11,20     | 9,65 | 8,10 | 6,55 | 5,00 | 3,44 | 1,89 |  |
| Pył węglowy (B)        | t/h                | 3     | 5         | 7    | 9    | 11   | 13   | 15   | 17   |  |
| Kaloryczność mieszanki |                    |       |           |      |      |      |      |      |      |  |
| Mieszanka (K+B)        | MJ/kg              | 23,9  | 23,1      | 22,5 | 21,8 | 21,2 | 20,7 | 20,1 | 19,6 |  |

Ryc. 3. Ilość spalanego węgla brunatnego i kamiennego



oraz wartość opałowa mieszanki obu paliw w instalacji 8

Możliwa do spalania ilość pyłu węgla brunatnego dla instalacji 8 według obliczeń wynosi 8,5 t/h, co daje zapotrzebowanie 67 tys. rocznie.

## 4. Zastosowanie pyłu węgla brunatnego w przemyśle wapienniczym

### 4.1. Krótka charakterystyka przemysłu wapienniczego w Polsce

W Polsce pracuje 10 zakładów wapienniczych, jednak główne ich skupisko występuje w południowym pasie kraju. Procesy wypalania wapna odbywają się tylko w piecach szybowych typu B, C oraz w nowoczesnych piecach typu Maerz, których u nas w tej chwili jest w eksploatacji pięć. Opalanie pyłem technicznie możliwe jest tylko w tych piecach, w związku z czym analiza wykorzystania węgla brunatnego odnosi się wyłącznie do technologii Maerz. Lokalizacja zakładów wapienniczych w Polsce pokazana jest na mapie (ryc. 4).



Ryc. 4. Lokalizacja zakładów wapienniczych w Polsce

## 4.2. Wymagania techniczno-technologiczne dla paliw do wypalania wapna

W rozważaniach wzięto pod uwagę tylko piece typu Maerz, ponieważ tylko w nich możliwe jest podawanie paliwa w postaci pyłowej, ciekłej czy gazowej [5].

Wymagania jakościowe paliwa przekazane przez producentów wapna podane są w tab. 6. Najistotniejsze parametry krytyczne, których nie należy przekraczać, to zawartość popiołu i siarki. Także istotna w popiołach jest ilość tlenków barwiących  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ , która ma bezpośredni wpływ na zabarwienie produktu. Generalnie nawet 12% popiołu nie dyskwalifikuje paliwa do wypalania, ale zależy to od gatunku produkowanego wapna. Na przykład w przypadku produkcji w piecu Maerz wapna do PCC – papieru o dużej białości – 6-procentowa zawartość popiołu jest już za wysoka.

Analizując wymagania dla węgla brunatnego zawarte w tab. 6, można stwierdzić, że większość parametrów krytycznych nie jest spełniona, w związku z tym proponowany pył nie nadaje się do wypalania wszystkich gatunków wapna.

T a b e l a 6

Wymagania jakościowe paliwa do wypalania w piecach Maerz

| Parametry węgla Bełchatów   | Parametry krytyczne dla wypalania wapna |
|---|---|
| ANALIZA FIZYKOCHEMICZNA WĘGLA   |   |
| Adśr. (zawartość popiołu stan suchy) = 12 %                                 | < 6                                     |
| Wt (wilgotność w stanie dostawy) = 10 %                                     | ok. 10                                  |
| Qri (wartość opałowa w stanie dostawy) = 18 960 kJ/kg (4525 kcal/kg)        | ok. 20 000 kJ/kg                        |
| Sdt (zaw. siarki całk. obl. na satn suchy) = 1,29 %                         | 0,8                                     |
| Vdaf (zaw. części lotnych obl. na stan suchy i stan bezpopiołowy) = 52,94 % | 45                                      |
| ANALIZA CHEMICZNA POPIOŁU [%]   |   |
| $SiO_2 = 35,1$  | < 15                                    |
| $Fe_2O_3 = 5,87$  | < 15                                    |
| $Al_2O_3 = 16,56$   | < 10                                    |
| $MgO = 1,29$  | < 8                                     |
| $Na_2O = 0,33$  | 1,5                                     |
| $K_2O = 0,28$   |   |

### **4.3. Obliczenia potencjalnego zapotrzebowania na pył węgla brunatnego**

Przy założeniu wykorzystania pyłu węgla brunatnego w piecach Maerz obliczono potencjalne zapotrzebowanie dla istniejących i planowanych do uruchomienia pieców (zużycie ciepła 3900 kJ/ kg wapna). Daje to jednostkowe zapotrzebowanie węgla brunatnego ok. 210 kg/t wapna.

Wyliczono roczne zapotrzebowanie węgla brunatnego w przemyśle wapienniczym:

- Zakład CRH (2 piece o wyd. 450 t/dobę) – ok. 55 tys. t/rok;
- Zakład LHOIST (2 piece o wyd. 450 t/dobę oraz planowany 1 piec o wyd. 600 t/dobę) – ok. 90 tys. t/rok.

Łączne roczne zapotrzebowanie pyłu węgla brunatnego wyniesie ok. 145 tys. t.

## **5. Zastosowanie pyłu węgla brunatnego w produkcji mas bitumicznych**

### **5.1. Krótka charakterystyka wytwórni mas bitumicznych w Polsce**

Wytwórnie mas bitumicznych, ze względu na lokalną specyfikę produkcji dla drogownictwa, rozlokowane są na terenie całego kraju. Można wyróżnić trzy największe grupy producenckie, które mogą być zainteresowane wprowadzeniem takiego paliwa, jakim jest pył węgla brunatnego: STRABAG o potencjale produkcyjnym 2 mln t masy rocznie, MASFALT – 1 mln t oraz WPRD Warszawa z produkcją 0,4 mln t.

### **5.2. Wymagania techniczno-technologiczne dla paliw do produkcji mas bitumicznych**

Wytwórnie mas bitumicznych (asfaltu) dla drogownictwa nie stawiają specjalnych wymagań paliwom od strony techniczno-technologicznej. Duża zawartość części lotnych w węglu brunatnym jest nawet zaletą, ponieważ pozwala na szybkie, okresowe uruchamianie pieców. Potwierdzeniem przydatności pyłu węgla brunatnego do produkcji asfaltu jest jego stosowanie przez STRABAG, mimo że w aktualnej sytuacji sprowadza się go z Niemiec.

### 5.3. Obliczenia potencjalnego zapotrzebowania pyłu węgla brunatnego

Potencjalne zapotrzebowanie na pył węgla brunatnego do wytwarzania mas bitumicznych obliczono na podstawie rocznej produkcji trzech największych firm. Eksploatowane w Polsce instalacje do wytwarzania mas bitumicznych mają wydajność od 160 do 320 t/h. Jednostkowe zużycie ciepła pieców wynosi ok. 400 kJ/ kg masy. Daje to zapotrzebowanie węgla brunatnego ok. 20 kg/t asfaltu.

Potrzeby węgla brunatnego do opalania pieców w produkcji mas bitumicznych:

- STRABAG (prod. masy 2 mln t) – ok. 40 tys. t/rok;
- MASFALT CRH (prod. masy 1 mln t) – ok. 20 tys. t/rok;
- WPRD, Warszawa (prod. masy 0,4 mln t) – ok. 8 tys. t/rok.

Łączne roczne zapotrzebowanie pyłu węgla brunatnego wyniesie ok. 68 tys. t.

## 6. Wnioski

- W krajowym przemyśle cementowym istnieją techniczno-technologiczne możliwości zastosowania pyłu węgla brunatnego z kopalni Bełchatów jako substytutu węgla kamiennego. Ze względu na wymagania jakościowe dla pieców cementowych do palnika głównego można wprowadzić limitowaną ilość węgla brunatnego, natomiast do kalcynatora/wymiennika ciepła – bez ograniczeń.

- W procesie wypalania klinkieru cementowego pył węgla brunatnego z kopalni Bełchatów – o kaloryczności w stanie roboczym ok. 19 MJ/kg – może być stosowany albo jako mieszanka z węglem kamiennym podawany do palnika głównego lub bezpośrednio do kalcynatora/wymiennika ciepła.

Przy uwzględnieniu spalania zużytych opon jako paliwa dodatkowego oraz 30% paliw alternatywnych (stan aktualny) oszacowane roczne zapotrzebowanie węgla brunatnego wyniesie ok. 565 tys. t.

- Wykorzystanie pyłu węgla brunatnego w zakładach cementowych wymaga budowy zbiorników zapasowych na paliwo oraz wykonania instalacji układów ważaco-dozujących węgiel do palnika głównego lub kalcynatora/wymiennika. Przy odpowiedniej relacji cenowej pyłu węgla brunatnego do kamiennego inwestycje związane z wprowadzeniem węgla brunatnego powinny być dla zakładów cementowych opłacalne.

- Węgiel brunatny może być wykorzystany do wypalania wapna tylko w ograniczonym zakresie, z uwagi na niektóre parametry jakościowe, które nie mogą być spełnione: wartość opałowa ok. 20 MJ/kg, zawartość siarki – <0,8%, zawartość popiołu – 6 % (dla wapna specjalnej jakości).

- Potencjalnym odbiorcą pyłu węgla brunatnego z wytwórni krajowej do produkcji mas bitumicznych może być firma STRABAG, która wykorzystuje już częściowo pył węgla brunatnego sprowadzany z Niemiec (grupa Vattenfall).
- Parametry jakościowe węgla brunatnego są nieco gorsze od kamiennego, ale jednocześnie z rozwojem technik spalania (oxyfuel, zgazowanie) możliwości wykorzystania tego węgla będą wzrastać. Jest to o tyle istotne, że eksploatawalne zasoby węgla brunatnego w Polsce są kilkakrotnie większe od węgla kamiennego.

## Literatura

- [1] Przewodnik BAT dla najlepszych dostępnych technik w polskim przemyśle cementowo-wapienniczym, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, wrzesień 2003.
- [2] D u d a J., *Energooszczędne i proekologiczne techniki wypalania klinkieru cementowego*, „Prace IMMB”, Opole 2004.
- [3] S ł a d e c z e k F., N i e m c z y k P., *Ekologiczne i techniczne aspekty współspalania osadów ściekowych w przemyśle cementowym i w energetyce*, „Archiwum Spalania” 2006, vol. 6.
- [4] Audyty technologiczne i energetyczne zakładów cementowych. Raporty IMMB, Opole 2000.
- [5] Zintegrowane Zapobieganie i Ograniczanie Zanieczyszczeń (IPPC). Dokument Referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w przemyśle cementowo-wapienniczym, Sevilla, grudzień 2001.

FRANCISZEK SŁADECZEK

### ASSESSMENT OF POSSIBILITY OF BROWN COAL DUST USAGE FROM BĘLCHATÓW MINE IN CEMENT AND LIME INDUSTRY AND ASPHALT MANUFACTURE INSTALLATIONS IN POLAND

In the paper technical and technological aspects of possibilities of current used fossil fuels substitution by brown coal dust from Belchatow mine were considered. Analysis have covered cement and lime industry and asphalt manufacture installations in Poland. Potential annual demand for these sectors were calculated. Taking into account quantity of fuels used today, the biggest consumer of brown coal seems to be cement industry.