
PRACE

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

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

Nr 3

ISSN 1899-3230

Rok II

Warszawa–Opole 2009

III GT: INŻYNIERIA PROCESOWA I ŚRODOWISKA (PG: Process and Environment Engineering)

T e m a t: 8/611/S

SŁADECZEK FRANCISZEK

Opracowanie koncepcji technologicznej zeroemisyjnej sekwestracji CO₂ w procesie wytwarzania klinkieru. Koncepcja wypalania klinkieru cementowego techniką oxyfuel (N)

(54 s., 23 rys., 13 tab., bibl. poz. 15); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Przyszłościowe rozwiązania ograniczające emisję CO₂ w procesie wypalania klinkieru cementowego mogą stanowić technologie „zeroemisyjne” polegające na sekwestracji CO₂.

Celem pracy było opracowanie koncepcji wprowadzenia techniki spalania oxyfuel (spalanie w atmosferze wzbogaconej tlenem) w piecach obrotowych do wypalania klinkieru.

Przeprowadzona analiza wykazała, że wypalanie klinkieru techniką oxyfuel jest możliwe zarówno technologicznie, jak i technicznie. Technikę tę trzeba jednak opracować dla różnych systemów piecowych – z precalcynacją i z wymiennikami cyklonowymi.

W pracy opracowano koncepcję techniczno-technologiczną wypalania klinkieru cementowego w piecach obrotowych techniką oxyfuel. Wykonano podstawowe obliczenia technologiczne wypalania klinkieru tą techniką i projekt wstępny pilotowej instalacji oraz ocenę kosztów wprowadzenia tej techniki. Praca będzie kontynuowana.

*

T e m a t: 8/610/S

KALINOWSKI WOJCIECH

Intensyfikacja procesów wymiany ciepła i masy podczas suszenia i prażenia materiałów ziarnistych

(33 s., 18 rys., 1 tab., bibl. poz. 5); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Praca dotyczy opracowania wysokoefektywnego procesu suszenia materiałów ziarnistych w stanie zawieszenia. Proces suszenia w stanie zawieszenia cząstek materiału jest kilkakrotnie bardziej efektywny od suszenia w konwencjonalnej

suszarni obrotowej. Wysoka dynamika wymiany ciepła i masy pozwala na istotne zmniejszenie gabarytów urządzeń oraz łatwe połączenie technologiczne elementów układu suszenia.

Celem realizowanego tematu było opracowanie sposobu suszenia odpadowych żużli, które będą mogły stanowić dodatek do cementów. Szczęólnego znaczenia nabiera możliwość efektywnego wykorzystania energii odpadowej z procesu chłodzenia klinkieru.

W I etapie:

- wykonano obliczenia procesu suszenia wilgotnych materiałów ziarnistych dla dwóch wariantów stanu zawieszenia w gazach suszących, w transporcie pneumatycznym w tzw. rurosuszarkach oraz w stanie sfuidyzowanej warstwy wibracyjnej w suszarkach fluidyzacyjnych;
- określono wpływ parametrów procesu na podstawowe wskaźniki jakościowe procesu, wydajność suszenia, jednostkowe zużycie ciepła, zapotrzebowanie energii na napęd wentylatora;
- wykonano obliczenia bilansowe układu suszenia z transportem pneumatycznym oraz suszarni z złożem fluidalnym;
- opracowano koncepcję stanowiska doświadczalnego wraz z wytycznymi projektowymi;
- wykonano dokumentację modelowej suszarni ze złożem wibracyjnym.

Praca będzie kontynuowana.

*

T e m a t: 8/210/S

NOLEPA ALFRED

Doskonalenie systemu zarządzania i kompetencji technicznych Laboratorium Badań Środowiska w Zakładzie Inżynierii Środowiska

(14 s., 1 zał. – 26 s., bibl. poz. 4); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Celem realizowanego tematu było opracowanie nowej dokumentacji dotyczącej Systemu Zarządzania Jakością oraz kompetencji technicznych. Sporządzono jedną księgę jakości dla wszystkich akredytowanych laboratoriów działających na terenie Oddziału IMPiŚ w Opolu, która w swej treści obejmuje wszystkie zagadnienia wspólne. Natomiast dla poszczególnych laboratoriów opracowano indywidualne procedury ogólne oraz instrukcje. Dostosowano również dokumenty LOG i SOP do aktualnych struktur Instytutu.

Wykonano badania kontrolne z wykorzystaniem materiałów certyfikowanych oraz badania porównawcze i biegłości. Przeprowadzono 5 szkoleń wewnętrznych dla personelu laboratorium dotyczących systemu zarządzania i kompetencji technicznych oraz trzy osoby ze składu personelu wzięły udział w szkoleniu

zewnątrznym w zakresie walidacji metod, szacowania niepewności oraz sterowania jakością. Wykonano audyt wewnętrzny Laboratorium Akredytowanego. PCA przeprowadziło ocenę w nadzorze systemu zarządzania jakością oraz kompetencjach technicznych.

*

T e m a t: 8/616/S

ŚLADECZEK FRANCISZEK, GŁODEK EWA

Wykorzystanie biomasy jako źródła ciepła w przemyśle cementowym i energetyce

(49 s., 23 rys., 10 tab., bibl. poz. 31); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Aktualnie potrzeby energetyczne pokrywane są głównie dzięki paliwom kopalnym, których spalanie wywiera niekorzystny wpływ na środowisko. Pogarszający się stan środowiska oraz postępujące zmiany klimatu spowodowały więc konieczność stosowania czystych ekologicznie źródeł energii. Potrzeba termicznego unieszkodliwiania odpadów oraz nacisk na spalanie paliw posiadających substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego w celu zmniejszenia emisji CO₂ spowodowało współspalanie tego typu materiałów w piecach do wypału klinkieru cementowego oraz w kotłach energetycznych. Istotnym z punktu widzenia wykorzystania biomasy w procesach energetycznych jest jej udział w paliwach alternatywnych, wytwarzanych na bazie frakcji odpadów palnych.

Celem pracy było określenie korzyści paliwowych i ekologicznych, które wynikają z wykorzystania biomasy w przemyśle energetycznym i cementowym. Przeprowadzono analizę stosowanych w Polsce paliw alternatywnych pod kątem udziału frakcji biomasy. Dokonano obliczeń symulacyjnych pracy układu wypalania klinkieru i instalacji energetycznych przy współspalaniu biomasy.

Z pracy wynika główny wniosek: w celu zmniejszenia emisji CO₂ i częściowego rozwiązania problemu energetycznego, należy produkcję energii elektrycznej i ciepła oprzeć w większym stopniu, niż to jest obecnie, na praktycznie niewyczerpalnych odnawialnych źródłach energii tzw. biomase. Zwiększenie udziału energii odnawialnej w strukturze paliwowej wpływa na obniżenie emisji gazów cieplarnianych.

*

T e m a t: 8/613/S

KOŚCIANOWSKI JAN

Ochrona środowiska naturalnego na drodze recyklingu odpadów budowlanych

(104 s., 23 rys., 1 wyk., 4 tab., bibl. poz. 114); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Budownictwo to jedna z intensywniej rozwijających się gałęzi gospodarki w Polsce. Jest to dziedzina, w której nie tylko tworzy się nowe budowle, lecz także wykonuje remonty, modernizacje czy rozbiórki starych obiektów. W procesach tych pojawiają się również odpady, które w myśl ustawy o odpadach z 2001 r. należy zagospodarować. Odpady powstające w trakcie remontów, modernizacji czy rozbiórek są bardzo różnorodne, dlatego też powinny być należycie sklasyfikowane. Odpowiednie sklasyfikowanie tych odpadów pozwala określić sposób postępowania z powstałym odpadem (składowanie, przetwarzanie, unieszkodliwianie, powtórne wykorzystanie).

Celem pracy było zapoznanie się z aktualnie obowiązującym prawodawstwem dotyczącym odpadów budowlanych, dokonanie rozpoznania aktualnych możliwości technologicznych przetwarzania i zagospodarowania odpadów budowlanych oraz próba oceny stanu recyklingu odpadów budowlanych w skali kraju i regionu.

*

T e m a t: 8/213/S

POLUSZYŃSKA JOANNA, BOŻYM MARTA

Oznaczenie WWA w stałych próbkach środowiskowych z wykorzystaniem chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas GC/MS

(44 s., 40 rys., 6 tab., bibl. poz. 25); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

W ramach tematu opracowano metodę oznaczania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w stałych próbkach środowiskowych z wykorzystaniem spektrometrii masowej. Praca obejmowała kalibrację chromatografu gazowego z detektorem MS przy pomocy wzorców mieszaniny WWA oznaczanych w glebach.

Określono granice wykrywalności i oznaczalności opracowanej metody. Równocześnie wykonano analizy tych samych próbek na chromatografie gazowym z detektorem jonizacji płomieniowej (FID). Porównano wyniki analiz na GC/MS z wynikami analiz tych samych próbek wykonanych na GC-FID. Wy-

znaczone stopnie odzysku dla opracowanej metody mieściły się w przedziale 66–100%. Opracowana metoda oznaczania WWA w glebach przy pomocy GC/MS okazała się bardziej selektywną od metody GC-FID, dlatego też może zostać wykorzystana do jakościowej analizy tych związków.

*

T e m a t: 8/211/S

POLUSZYŃSKA JOANNA, BOŻYM MARTA

Opracowanie metody oznaczania substancji ropopochodnych za pomocą chromatografii gazowej połączonej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym GC-FID

(19 s., 6 rys., 6 tab., 1 zał., bibl. poz. 18); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Oznaczanie substancji ropopochodnych (TPH) w próbkach środowiskowych wykonuje się najczęściej metodą chromatografii gazowej (GC) oraz spektrometrii w podczerwieni (IR). Metoda GC-FID jest preferowana w oznaczeniach węglowodorów ropopochodnych (TPH).

W pracy wykorzystano metodę chromatografii gazowej z detektorem jonizacyjnym (GC-FID) w celu określenia zakresu metody, granicy wykrywalności (LOD) i oznaczalności (LOQ), wyznaczenia krzywych kalibracyjnych, oznaczania TPH w próbkach wody oraz odzysku dla próbek wzbogacanych. Zbadano dwie metody ekstrakcji: na zimno (20°C) i na ciepło (40°C). Obliczono stopnie odzysku na trzech poziomach stężeń (0,2; 2; 20 mg/l). Poziom odzysku zawierał się między 56 a 84% dla ekstrakcji w 40°C oraz między 21 a 41% dla ekstrakcji w 20°C.

Wyniki uzyskane z analizy odzysku wskazują, że zależy on od temperatury ekstrakcji. Najwyższe stopnie odzysku uzyskano dla metody na ciepło (40°C). Opracowana metoda GC-FID nadaje się do oznaczania TPH (C10-C40) w próbkach wody.

*

T e m a t: 8/614/S

GŁODEK EWA

Rozwój technik pozyskiwania nośników energii z odnawialnych źródeł do produkcji energii elektrycznej i ciepła na przykładzie rolniczej biogazowni

(25 s., 7 rys., 18 tab., bibl. poz. 27); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Dążenie do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych skutkuje coraz większym zainteresowaniem odnawialnymi formami energii, w tym odzyskiwaniem i wy-

korzystaniem biogazu rolniczego. Pozyskiwanie biogazu w wyniku fermentacji metanowej może stać się w Polsce szeroko stosowaną technologią produkcji cennego paliwa, zwłaszcza dla potrzeb energetyki lokalnej. W kraju są do zagospodarowania znaczne ilości biomasy, odpadów organicznych pochodzących z hodowli zwierząt oraz z procesów technologicznych stosowanych w rolnictwie i przemyśle spożywczym. Do produkcji biogazu można również wykorzystać specjalne uprawy roślin.

Obecnie najwięcej biogazowni rolniczych istnieje w Niemczech i Danii. W Polsce jest ich zaledwie kilka, a na terenie województwa opolskiego nie działa jeszcze żadna. Dlatego też w pierwszym etapie pracy przeprowadzono analizy studialne dotyczące możliwości lokalnego wykorzystania biomasy. Drugi etap pracy polegał na opracowaniu wariantowej koncepcji budowy biogazowni dla określonych warunków produkcyjnych wraz z określeniem przybliżonej oceny efektywności ekonomicznej. Analizę ekonomiczną przeprowadzono dla kilku wariantów przy założeniu wytwarzania biogazu z różnych podłoży (np.: gnojowica, kiszonka + gnojowica, kiszonka).

*

T e m a t: 8/615/S

JANECKA LUCYNA

Wykorzystanie wybranych odpadów przemysłowych z przemysłu wydobywczego, szklarskiego, ceramicznego i energetyki w produkcji materiałów budowlanych

(36 s., 1 rys., 7 tab., bibl. poz. 19); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Celem pracy było zbadanie możliwości wykorzystania wybranych odpadów z przemysłu szklarskiego, ceramicznego, wydobywczego i energetyki w przemyśle materiałów budowlanych. Jej zakres obejmował inwentaryzację, charakterystykę oraz badania podstawowych własności fizykochemicznych wytypowanych odpadów.

Przeprowadzona analiza wykazała, że odpady powstające w tych branżach są w bardzo wysokim stopniu gospodarczo wykorzystane. Większość z nich jest zwracana do produkcji. Jest to najbardziej ekonomiczne wykorzystanie tego typu odpadów. W przemyśle ceramicznym do zagospodarowania pozostają zużyte formy gipsowe (średnio ok. 200–300 Mg/rok), które w chwili obecnej są składowane na wysypiskach.

Badania wykazały, że gips z zużytych form gipsowych ma właściwości bardzo zbliżone do powszechnie wykorzystywanego w przemyśle reagipsu i mógłby być z powodzeniem wykorzystany jako regulator czasu wiązania. W pracy dokonano również wstępnej oceny dotyczącej wykorzystania drobnej frakcji pias-

kowej $< 0,025$ mm, stanowiącej odpad w procesie sortowania kruszywa piaskowego. W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono możliwość wykorzystania odpadu z sortowania jako dodatku krzemonośnego w produkcji klinkieru cementowego.

*

T e m a t: 8/212/S

DUDA JERZY

Wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej w warunkach gospodarki skojarzonej cementowni

(39 s., 28 rys., 6 tab., bibl. poz. 5); maszyn.: ISCMOiB, Oddział IMPiŚ, Opole

Przemysł cementowy charakteryzuje się dużą energochłonnością i uciążliwością dla środowiska, dlatego też zadaniem priorytetowym jest obniżenie zużycia paliw kopalnych i energii elektrycznej oraz ograniczenie szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne. Jedną z głównych metod poprawy efektywności procesu jest wykorzystanie energii odpadowej. Zasadniczą część energii odpadowej w przemyśle cementowym to entalpia gazów odlotowych z procesu wypalania. Jest to zazwyczaj ciepło niskotemperaturowe, którego utylizacja jest trudna i kosztowna. Uwzględniając jednak korzyści, jakie wynikają z wykorzystania energii odpadowej, jak: oszczędność paliwa nieodnawialnego, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, obniżenie kosztów produkcji, jest to działanie uzasadnione ekonomicznie i ekologicznie.

Proces wypalania klinkieru, ze względu na wielkość strat cieplnych z gazami odlotowymi i powietrzem nadmiarowym z chłodnika, jest procesem technologicznym stwarzającym korzystne warunki do skojarzenia go z produkcją energii elektrycznej. Stosunkowo niskie temperatury ciepła odpadowego w cementowni powodują, iż najkorzystniejszym sposobem produkcji energii elektrycznej jest zastosowanie systemu ORC (*Organic Rankine Cycle*). Jest to układ pracujący w obiegu siłowni parowej, w którym czynnikiem roboczym jest wybrany związek organiczny.

Wykorzystanie ciepła odpadowego z procesu wypalania klinkieru powoduje, iż produkcja energii elektrycznej odbywa się bez udziału paliw kopalnych, więc cechuje ją zerowa emisja dwutlenku węgla. Działalność taka jest zgodna z tendencjami istniejącymi w krajach Unii Europejskiej, które w rozwoju rozproszonej kogeneracji upatrują szansy na wzrost lokalnego bezpieczeństwa energetycznego z równoczesną redukcją emisji CO₂.

W pracy przedstawiono koncepcję skojarzonego procesu wypalania klinkieru z wytworzeniem energii elektrycznej dla dwóch układów o wydajności pieców 1700 Mg/d i 4500 Mg/d. Istotnym zagadnieniem jest określenie zapotrzebowa-

nia na nośniki energii, zmienności zapotrzebowania w czasie, określenie wpływu charakteru pracy układu skojarzonego (produkcja energii elektrycznej, ciepła lub chłodu), dobór urządzeń i określenie ich parametrów. Znajomość tych parametrów pozwoliła na opracowanie wstępnego studium wykonalności i przeprowadzenie analizy techniczno-ekonomicznej, która potwierdza celowość zastosowania tego rozwiązania.

* * *

IV GT: MINERALNE MATERIAŁY BUDOWLANE **(PG: Mineral Building Materials)**

T e m a t: 01/5048

KURDOWSKI WIESŁAW

Wpływ reaktywności CaO na właściwości ekspansywne cementów z dodatkiem CA

(5 s., 6 tab.); maszyn.: ISCMOiB, Oddział MMB, Kraków

Badano wpływ reaktywności CaO na rozszerzalność cementu ekspansywnego i naprężenia powstające w zaprawie z tego cementu. Zastosowano cement ekspansywny z glinianem jednowapniowym jako składnikiem ekspansywnym. Tlenek wapniowy użyty do badań uzyskano przez wyprażenie wodorotlenku wapniowego czystego do analiz w kilku temperaturach. Stwierdzono wyraźną zależność rozszerzalności zaczynów oraz naprężeń powstających w zaprawach od aktywności dodawanego tlenku wapnia.

*

T e m a t: 01/5049

GARBACIK ALBIN, DUSZAK BOGUMIŁA

Wdrożenie ilościowej analizy wybranych materiałów i hydratów cementopodobnych przy wykorzystaniu aparatu X’Pert PRO MPD firmy PANalytical

(32 s., 1 rys., 5 wyk., 12 tab., bibl. poz. 9); maszyn.: ISCMOiB, Oddział MMB, Kraków

Celem prowadzonych badań było poszerzenie metodologii analizy dyfrakcji rentgenowskiej o analizę ilościową składu fazowego próbki metodą Rietvelde. Określenie składu fazowego klinkieru, cementu i zaczynu cementowego jest niezbędne do prawidłowego wyjaśnienia i interpretacji właściwości tych produktów oraz przewidywania ich rozwoju w warunkach realnych.

Prace badawcze rozpoczęto od wyznaczenia podstawowych wymagań co do jakości dyfraktogramu oraz procedur przygotowania preparatów. Wykonano eks-