
PRACE

**Instytutu Ceramiki
i Materiałów Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Ceramics
and Building Materials

Nr 20
(styczeń–marzec)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

Rok VIII

Warszawa–Opole 2015

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

T e m a t: 4N003S14

EWA GŁODEK-BUCYK, FRANCISZEK SŁADECZEK,
WOJCIECH KALINOWSKI, STANISŁAW MATEUSZUK

Ocena wpływu technik spalania na parametry układu pieca obrotowego przy zastosowaniu zmodyfikowanego modelu matematycznego PIEC

Celem realizacji tematu było rozszerzenie obecnie stosowanego algorytmu obliczeniowego układu wypalania klinkieru o model matematyczny chłodnika rusztowego. W pracy przeprowadzono przegląd literaturowy stosowanych modeli matematycznych chłodników klinkieru, jak również opracowano jego model matematyczny. Przy opracowaniu modelu matematycznego wykorzystano teorię konwekcyjnej wymiany ciepła. Opracowany model zawiera zestaw odpowiednich zależności, podanych w postaci analitycznej, oraz algorytmu pozwalającego na wyznaczanie przy ich pomocy wielkości poszukiwanych po podstawieniu wielkości zadanych do obliczeń. Model matematyczny bazuje na równaniach substancji i energii, zależnościach opisujących zachodzące zjawiska, parametrach charakteryzujących właściwości substancji. Obliczenia przeprowadzono przy ogólnie stosowanych założeniach upraszczających. Poprawność opracowanego modelu matematycznego zweryfikowano, porównując wyniki obliczeń z dostępnymi danymi pomiarowymi. Po pozytywnej weryfikacji kodu obliczeniowego przeprowadzono symulację pracy chłodnika. Obliczenia przeprowadzono przy założeniu zmiennego strumienia klinkieru i powietrza.

T e m a t: 4N005S14

AGNIESZKA SZEWCZYK

Wpływ eutrofizacji na skład chemiczny wód powierzchniowych

Celem realizacji pracy było zbadanie wpływu procesu eutrofizacji na skład chemiczny zbiorników wodnych zlokalizowanych na terenie województwa opolskiego. Do badań wybrano wody zbiorników zamkniętych i przepływowych uznanych za eutroficzne, zbiorników wskazujących na postępujący proces eutrofizacji oraz zbiorników, których wskaźniki zanieczyszczenia nie wskazują na zmiany wywołane nadmiernym stężeniem biogenów. Próbki wód powierzchniowych pobierane były w miesięcznych odstępach od lutego do września 2014 r. W próbkach oznaczone zostaną stężenia anionów: F^- , Cl^- , Br^- , NO_2^- , NO_3^- ,

PO_4^{3-} i SO_4^{2-} i kationów: Li^+ , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} i Ca^{2+} oraz przewodność elektryczna właściwa i pH. Analiza jonowa wybranych akwenów wodnych pozwoliła na dogłębne zinterpretowanie składu chemicznego badanych wód. Comiesięczny monitoring pozwolił na porównanie oraz wyszukanie różnic w stężeniach poszczególnych jonów.

T e m a t: 4N006S14

DARIA GAŚSIOR, EWELINA KIREJCZYK

Sorbenty w ochronie środowiska – zastosowanie procesów adsorpcji w oczyszczaniu wód zanieczyszczonych związkami organicznymi

Celem planowanej pracy było zbadanie procesu adsorpcji substancji ropopochodnych z wody na materiałach sorpcyjnych oraz porównanie szybkości i skuteczności działania tych materiałów. W ramach tematu zbadano kinetykę procesu adsorpcji, wyznaczono czas niezbędny do osiągnięcia równowagi zachodzących reakcji oraz scharakteryzowano proces w oparciu o znane modele adsorpcji. Do badań wykorzystano absorbenty firmy „Carbon” – producenta węgla aktywnych, oraz próbki komercyjnie dostępnych adsorbentów mineralnych wytwarzanych na bazie diatomitów. Z uwagi na trudność w metodyce oznaczania bardziej lotnych składników ropy naftowej do badań, jako reprezentatywnego przedstawiciela zanieczyszczeń ropopochodnych, wybrano olej napędowy, zawierający cięższe i mniej lotne frakcje węglowodorowe. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że substancje ropopochodne są bardzo dobrze sorbowane na powierzchni użytych materiałów sorpcyjnych (zarówno węgla aktywnych, jak i diatomitów).

T e m a t: 4N007S14

JOANNA POLUSZYŃSKA, EWELINA ŚLĘZAK

Charakterystyka popiołów lotnych ze spalania biomasy pod kątem wykorzystania ich w gospodarce osadowej

Celem pracy była ocena przydatności popiołów lotnych ze spalania biomasy do wykorzystania w gospodarce osadowej, do stabilizacji komunalnych osadów ściekowych. W ramach realizacji tematu przeprowadzono analizę literaturową dotyczącą regulacji prawnych sposobów wykorzystania i właściwości popiołów lotnych ze spalania biomasy oraz metod stabilizacji osadów ściekowych. Zostały zebrane próbki popiołów lotnych ze spalania i współspalania biomasy w kotłach fluidalnych. Wykonano analizy fizykochemiczne próbek popiołów lotnych na zawartość metali ciężkich. Sporządzono wyciągi wodne z próbek i wykonano analizy metali ciężkich w wyciągach oraz zmierzono ich pH, jak również również oznaczano zawartość wapna reaktywnego w próbkach.

Uzyskanie wyników badań pozwala wstępnie określić przydatność popiołów ze spalania biomasy do stabilizacji osadów ściekowych.

T e m a t: 4N008S14

GRZEGORZ SIEMIĄTKOWSKI, ALFRED NOLEPA,
KATARZYNA KIPRIAN, PRZEMYSŁAW ŁACH

Badania wpływu technologii mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych ze składowania tych odpadów

Celem pracy było określenie wpływu mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych w różnych technologiach na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych ze składowanych odpadów. Badania przeprowadzono w dwóch przemysłowych instalacjach wielkotonażowych do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów, które reprezentują dwie technologie bioreaktorowe/ /boksowe zamknięte z aktywnym napowietrzaniem bez nawilżania i z nawilżaniem. Analizie poddano stabilizowane tlenowo odpady pochodzące z instalacji w różnych okresach przetwarzania. Określenie wpływu mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych odbywało się na podstawie przeprowadzanych w jednakowych odstępach czasowych badań prób stabilizowanych odpadów pod kątem jednostkowego zapotrzebowania na tlen przez drobnoustroje rozkładające frakcję biodegradowalną (wyrażone parametrem AT_4) oraz poprzez określanie sumy wytworzonego gazu w teście inkubacyjnym (wyrażonej parametrem GS_{21}).

T e m a t: 4N009S14

WOJCIECH KALINOWSKI, FRANCISZEK ŚLADECZEK,
EWA GŁODEK-BUCYK

Optymalizacja konstrukcji wymiennika ciepła do suszenia lekkich frakcji paliw alternatywnych

Celem realizacji tematu było opracowanie efektywnego sposobu suszenia lekkich materiałów kawałkowych typu paliwa alternatywne z wykorzystaniem złoża fluidalnego. Jak wykazały prace poprzednich etapów, oprócz zagadnień emisji związków lotnych VOC z procesu suszenia oraz unosu lekkich składników suszonego materiału z gazami odlotowymi, wystąpiły problemy związane z utrzymaniem warstwy fluidalnej na ruszcie oraz przede wszystkim trudności transportowe złoża.

W ramach realizowanej pracy opracowano koncepcję usprawnienia transportu poziomego przy zachowaniu mechanizmu wymiany ciepła i masy oraz podjęto

prace w zakresie modernizacji stanowiska doświadczalnego. Zaproponowano nowe rozwiązanie procesu suszenia, które wykorzystuje zalety suszenia materiałów w warstwie fluidalnej oraz działania wibracyjnego na złożę z wyeliminowaniem jego wad.

T e m a t: 4N011S14

KRYSTYNA RAJCZYK, ELŻBIETA GIERGICZNY, MAREK SZOTA

Alkaliczna aktywacja popiołów lotnych dla otrzymania spoiwa geopolimerowego

Realizacja tematu dotyczyła badań związanych z modyfikacją właściwości popiołów lotnych w kierunku otrzymania wysokiej jakości innowacyjnego materiału geopolimerowego. Zgodnie z przyjętymi założeniami, przeprowadzone badania zmierzały do osiągnięcia celów aplikacyjnych, mianowicie przetworzenia materiałów odpadowych w użyteczny produkt, spełniający wymagania techniczne do poszczególnych zastosowań oraz wymagań z punktu widzenia ochrony środowiska.

Otrzymane wyniki badań pozwoliły na ustalenie warunków alkalicznej aktywacji, tj. stężenia roztworów alkalicznych oraz parametrów naparzenia dla uzyskania dwóch potencjalnych produktów: spoiwa geopolimerowego oraz granulatu geopolimerowego. Badaniami objęte były specjalnie wyselekcjonowane i przygotowane popioły lotne ze spalania węgla kamiennego i brunatnego oraz mikrosfery i popioły fluidalne.

T e m a t: 4N012S14

JUSTYNA KUTERASIŃSKA

Nowe cementy trójskładnikowe o wysokiej zawartości nieklinkierowych składników głównych jako alternatywa dla cementów powszechnego użytku stosowanych w budownictwie – etap I

Celem badań było zoptymalizowanie składu grupy cementów charakteryzujących się niską zawartością klinkieru portlandzkiego i wysoką zawartością innych niż klinkier portlandzki składników głównych, takich jak granulowany żużel wielkopiecowy, kamień wapienny oraz popiół lotny krzemionkowy. Badania nad tego typu spoiwami służą do wdrożenia ich w produkcji betonu, co pozwoliłoby otrzymywać betony nieróżniące się pod względem właściwości mechanicznych, fizycznych i trwałościowych od betonów wykonywanych na „czystych” cementach portlandzkich CEM I. Zastąpienie znacznej ilości klinkieru w cemencie przez wymienione składniki jest działaniem zgodnym z założeniami zrównoważonego rozwoju, bowiem działanie to przekłada się między innymi na ograniczenie emisji CO₂ w procesie produkcji cementu. W badaniach przeprowadzone

zostaną próby zmniejszenia współczynnika w/c w zaprawach i betonach poprzez zastosowanie superplastyfikatora.

T e m a t: 4N014S14

KARINA RÓŻYCKA, GRZEGORZ ROLKA

Porównanie oraz ocena metod i technik pomiarowych oznaczania rtęci na przykładzie wybranych materiałów budowlanych

Podstawowym celem pracy było porównanie oraz ocena stosowanych technik pomiarowych oznaczania rtęci oraz wdrożenie metod i opracowanie procedur jej oznaczania przy użyciu analizatora rtęciowego AMA 254. Uzyskane wyniki badań próbek pozwalają na scharakteryzowanie poszczególnych materiałów odnośnie do zawartości rtęci i porównanie z dopuszczalnymi wymaganiami normowymi i ustawowymi.

W ramach pracy wdrożono techniki pomiarowe oznaczania rtęci przy użyciu analizatora rtęciowego, opracowano procedury na oznaczanie rtęci w poszczególnych materiałach budowlanych oraz utworzono stanowiska badawcze umożliwiające badania stężeń rtęci.

T e m a t: 4N017S14

JOANNA POLUSZYŃSKA, EWELINA ŚLĘZAK

Ocena możliwości odzysku związków fosforu z komunalnych osadów ściekowych

Celem realizacji pracy była ocena możliwości wykorzystania komunalnych osadów ściekowych w celu odzysku związków fosforu. W ramach realizowanego tematu przeprowadzono analizę literaturową dotyczącą zawartości fosforu w osadach ściekowych oraz proponowanych metod jego odzysku z tych osadów ściekowych. Zebrano próbki osadów ściekowych. W zgromadzonych próbkach wykonano analizy fizykochemiczne zawartości związków fosforu oraz innych pierwiastków, w tym metali ciężkich. Opisano wyniki badań oraz oceniono teoretyczną możliwość odzysku fosforu z osadów ściekowych lub popiołów powstałych ze spalania osadów.

T e m a t: 4N0019S14

EWA GŁODEK-BUCYK, WOJCIECH KALINOWSKI,
FRANCISZEK SŁADECZEK

Opracowanie technologii odzysku ciepła odpadowego niskotemperaturowego w układzie trigeneracji

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania entalpii gazów odlotowych niskotemperaturowych do produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu.

du. Efektem realizacji pracy będzie koncepcja instalacji wykorzystania ciepła odlotowego niskotemperaturowego w układzie trigeneracji. Praca prowadzona jest dwuetapowo: 1) przegląd literaturowy – etap 1; 2) opracowanie koncepcji pilotowej instalacji odzysku ciepła odpadowego – etap 2. Niniejsza praca jest pierwszym etapem realizowanego zadania.

T e m a t: 4N020S14

FRANCISZEK SŁADECZEK, EWA GŁODEK-BUCYK,
WOJCIECH KALINOWSKI

Badania emisji związków organicznych z układów wypalania klinkieru

Celem pracy było określenie warunków sprzyjających powstawaniu związków organicznych, jak również sposobów ograniczania ich emisji. Jednym z zanieczyszczeń gazowych powstających w procesie wypalania klinkieru są związki organiczne mierzone jako całkowity węgiel organiczny TOC. Związki te powstają w wyniku obróbki termicznej surowców i spalania paliw w instalacji. Praca miała charakter pomiarowo-obliczeniowy. Pomiary stężeń TOC w gazach i materiałach (surowce, paliwa, produkty) wykonano na obiektach rzeczywistych.

Przeprowadzono obliczenia bilansu TOC w układzie piecowym oraz ocenę wielkości emisji TOC do powietrza w odniesieniu do jej ilości na wejściu do pieca.

T e m a t: 4N022S14

FRANCISZEK SŁADECZEK EWA GŁODEK-BUCYK – Oddział Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych, Opole, KATARZYNA STEC – Oddział Materiałów Ogniotrwałych, Gliwice

Ocena zanieczyszczeń metali w pyłach PM_{10} i $PM_{2,5}$ emitowanych z procesów przemysłowych sektora materiałów mineralnych

Podstawowym celem pracy było określenie wielkości emisji pyłowej w zakresie najdrobniejszych frakcji, tj. PM_{10} , $PM_{2,5}$ (wielkości ziaren poniżej 10 oraz 2,5 mm) oraz zanieczyszczeń metali ciężkich wprowadzanych z tymi pyłami do atmosfery. Analiza emisji pyłowej w wyżej wymienionym zakresie dotyczyła procesów przemysłowych sektora mineralnych materiałów budowlanych – cement, wapno, materiały ogniotrwałe.

W ramach tego zakresu wykonano: przegląd legislacji krajowej i UE w zakresie wymagań badania emisji zarówno PM_{10} i $PM_{2,5}$ i metali oraz przegląd literatury światowej i krajowej dotyczącej badań pyłów PM_{10} i $PM_{2,5}$ i zanieczyszczeń metali w tych pyłach – dla obiektów przemysłowych oraz terenów wiejskich i miejskich. Przedstawiono opis metodyki separacji frakcji pyłów zawieszonych oraz

oznaczeń zawartości wybranych metali na wymienionych pyłach. Poza zakresem pracy wykonano separację kilku pyłów przemysłowych z cementowni i wapienników (na urządzeniu Alpinie Zickzack) w Oddziale Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych, określono stężenie metali w tych pyłach w Oddziale Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach metodą analizy ICP. Ze wstępnych analiz wynika, że największe stężenia dla pyłów cementowych wykazują Zn, Pb oraz Mn, natomiast dla pyłu wapienniczego Pb i Cu. Wielkości zanieczyszczeń dla pyłów cementowych są wyższe, co może mieć związek z dużym udziałem paliw alternatywnych. Ponadto stężenie dla pyłów $PM_{2,5}$ jest generalnie wyższe niż dla PM_{10} .

T e m a t: 4N004S14

ARTUR KILIAN, JAN KOŚCIANOWSKI, SEBASTIAN ĆWIK,
TOMASZ KRYSZEK, CEZARY KULTYS

Charakterystyka emisji pyłowo-gazowej ze spalania biomasy w paleniskach małej mocy

Celem pracy jest charakterystyka wielkości związków emitowanych do atmosfery przy spalaniu różnych typów paliw w paleniskach małej mocy. W ramach pracy wykonano pomiary na stanowisku badawczym zgodnie z normą PN-EN 303-5:2012 – Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 300 kW – terminologia, wymagania, badania i oznakowanie. Badania przeprowadzono dla 4 typów paliw: miał węglowy, ekogroszek, olej opałowy oraz pellet. Proces spalania analizowano pod kątem emisji związków, takich jak SO_2 , NO_x , CO, CO_2 , O_2 .

Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie

Główny w Polsce państwowy ośrodek badań naukowych w zakresie szkła, ceramiki, materiałów ogniotrwałych i budowlanych. ICiMB posiada oddziały: **Szkła i Materiałów Budowlanych** w Krakowie, **Materiałów Ogniotrwałych** w Gliwicach, **Inżynierii Procesowej Materiałów Budowlanych** w Opolu. W Instytucie prowadzone są badania naukowe i prace rozwojowe dotyczące opracowania nowych technologii wytwarzania, jak również doskonalenia istniejących i stosowania wyrobów ceramicznych i szklanych, materiałów ogniotrwałych i mineralnych materiałów budowlanych oraz poszanowania energii, wykorzystania energii odnawialnej i ochrony środowiska.

Główne kierunki działalności badawczej:

- opracowanie nowych wyrobów i materiałów, w tym ceramiki, bioceramiki i szkła specjalnych, nowych materiałów ogniotrwałych i kompozytów oraz cementów, gipsów, spoiw i betonów,
- racjonalne wykorzystanie surowców naturalnych i odpadowych,
- obniżenie zużycia energii i wykorzystanie paliw alternatywnych w produkcji materiałów i wyrobów,
- inżynieria środowiska w zakresie ochrony powietrza, wody i gleby.

W Instytucie działają specjalistyczne akredytowane laboratoria wyposażone w nowoczesną aparaturę badawczą oraz zakłady doświadczalne wytwarzające krótkie serie wyrobów i aparatury pomiarowej na podstawie własnych rozwiązań. Instytut jest uprawniony do prowadzenia certyfikacji: wyrobów ze szkła i ceramiki, cementu, zapraw i produktów przemysłu wapienniczego, wyrobów chemii budowlanej i kontroli jakości. Instytut jest Jednostką Notyfikowaną Unii Europejskiej nr 1487. ICiMB wydaje własny periodyk pt. „Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych”, organizuje konferencje i seminaria, prowadzi szkolenia specjalistyczne oraz doradztwo techniczne. Wykonuje ekspertyzy i audyty energetyczno-technologiczne, zajmuje się normalizacją, kontrolą jakości, atestacją i certyfikacją wyrobów wytwarzanych przez przemysł.

Institute Ceramics and Building Materials in Warsaw

The Institute is a main public and scientific centre in the field of glass, ceramics, refractory and construction materials in Poland. ICiMB has divisions: **Glass and Building Materials** Division in Cracow, **Refractory Materials** Division in Gliwice, **Building Materials Engineering** Division in Opole. The Institute conduct scientific research and development works in the field of glass, ceramics, bioceramics, refractory and construction materials, energy saving, renewable energy sources and environmental protection.

The main aims of scientific activities:

- new products and materials including ceramics, bioceramics and special glasses, refractories and composites, cement, gypsum, binders and concretes,
- make efficient use of utilization of natural resources and waste,
- decrease of energy consumption and usage of alternative fuels in burning processes,
- environmental engineering within the scope of atmosphere, water and soil protection.

The Institute possesses accredited research laboratories equipped with modern apparatus and experimental departments manufacturing short series of product and a special laboratory measuring equipment based on its own solutions. It has a license to conduct certification process of glass and ceramics products, cement, plaster and limestone industry products, building chemistry products. The Institute of Ceramics and Building Materials is The European Union Certified Unit no 1487. ICiMB edits the periodic „Scientific Works of Institute of Ceramics and Building Materials”, organizes conferences and seminars, offer engineering consultancy and specialist trainings, issue expertises and energy-technological audits. The scope of our activities covers standardization, attestation, quality control and certification of industrial products.