
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

ilości chromoforów, takich jak: kobalt, nikiel, chrom i cynk. Do oznaczeń stosowano metodę absorpcji atomowej z atomizacją w kuwecie grafitowej. Wykonano oznaczenie bez modyfikatora oraz z modyfikatorem palladowym i magnezowym.

Otrzymane wyniki pozwoliły na opracowanie metody oznaczania chromoforów oraz dobór odpowiedniego modyfikatora.

* * *

II GT: MATERIAŁY OGNIOTRWAŁE (PG: *Refractory Materials*)

T e m a t: 3588/BT/2007

CZECHOWSKA KINGA

Badania odporności kruchego pęknięcia ceramiki ogniotrwałej – wpływ sposobu pomiaru odkształcenia i powierzchni przełamu belek z karbem stosowanych w teście trójpunktowego zginania na wyniki oznaczeń pracy pęknięcia (γ_{WOF})

(17 s., 5 tab., 8 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Określono wpływ sposobu pomiaru odkształcenia i powierzchni przełamu belek prostopadłościennych (z wyrobów ogniotrwałych) zastosowanych w teście trójpunktowego zginania na wyniki oznaczeń pracy pęknięcia.

W ramach badań doposażono maszynę wytrzymałościową w ekstensometr do pomiaru ugięcia próbek przy testach na zginanie trójpunktowe, z możliwością pomiaru modułu sprężystości E. Pomiary odkształcenia – ugięcia – podczas testów wykonywano zarówno ekstensometrem, jak i bezpośrednio czujnikiem przemieszczającej się głowicy zginającej.

Badania przeprowadzono na belkach z karbem o wymiarach 25 x 25 x 150 mm, które wycinano z wyrobów ogniotrwałych. W badaniach testowano komercyjne wyroby glinokrzemianowe i zasadowe, charakteryzujące się wysoką, średnią i niską odpornością na szoki termiczne. Stwierdzono różnice pomiędzy wynikami oznaczeń pracy pęknięcia obydwoma zastosowanymi sposobami pomiaru. Pomimo uwzględnienia pracy związanej z odkształceniem się maszyny wytrzymałościowej, przy oznaczeniach bez ekstensometru wyznaczone wartości były zawyżone.

Wyniki posłużą do opracowania procedury badawczej dotyczącej oznaczania pracy pęknięcia WOF dla materiałów ogniotrwałych metodą trójpunktowego zginania prostopadłościennych belek z karbem.

T e m a t: 3539/BL/2007

PODWÓRNY JACEK, WOJSA JÓZEF, WALA TERESA,
PAWLUK JUSTYNA

Oznaczanie czasu relaksacji naprężeń po wstrząsie termicznym wybranych materiałów ogniotrwałych

(40 s., 2 tab., 38 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Zbadano zakres zmian własności sprężystych: współczynnika sprężystości podłużnej i poprzecznej, współczynnika Poissona (E , G , ν oraz tarcia wewnętrznego Q^{-1}), ogniotrwałego betonu BN-140 pod wpływem wstrząsów cieplnych. Warunki pomiarów dobrano na podstawie analizy rozkładu temperatury w warstwie betonu pracującego w piecu przepychowym. Badania zmian własności mechanicznych po wstrząsie wykonano dla próbek betonu wypalonych w temperaturach: 1300°C, 1150°C i 1000°C. To odpowiada temperaturze trzech warstw w obrębie wyłożenia betonowego: zewnętrznej (roboczej), środkowej i wewnętrznej w kontakcie z warstwami izolacyjnymi. Badania prowadzono w warunkach wstrząsu cieplnego z $\Delta T = 1000^\circ\text{C}$.

W trakcie badań obserwowano zmiany własności mechanicznych po serii kolejnych wstrząsów cieplnych, zjawiska związane z procesami zdrowienia materiału oraz zjawiska relaksacyjne. Zaobserwowane zjawiska stwarzają możliwości wykorzystania ich w badaniach materiałowych oraz do pogłębienia wiedzy z zakresu zachowania się materiałów porowatych, poddanych wstrząsom cieplnym.

Z analizy literatury dotyczącej zagadnień związanych z tematem pracy wynika, że badania dotyczą obszarów mało poznanych, szczególnie w zakresie porowatych materiałów ceramicznych, i z tego względu praca zawiera sporo nowych elementów, szczególnie w podejściu do zagadnienia badania odporności na wstrząs termiczny materiałów porowatych.

Uzyskane wyniki pogłębiają wiedzę z zakresu zachowania się materiałów poddanych wstrząsom termicznym i zostaną wykorzystane w innych pracach badawczych, związanych z odpornością materiałów ogniotrwałych na wstrząs cieplny, jak również w pracach z dziedziny badań nieniszczących.

*

T e m a t: 3540/BL/2007

PODWÓRNY JACEK, PAWLUK JUSTYNA, SAWKÓW JÓZEF

Badania wysokotemperaturowych przemian fazowych z wykorzystaniem komory wysokotemperaturowej i dyfraktometru rentgenowskiego

(23 s., 1 tab., 12 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

W ramach pracy prowadzono badania służące realizacji dwóch celów:

1. Opracowania metodyki badania wysokotemperaturowych przemian fazowych II rodzaju typu porządek–nieporządek w strukturze spineli: $MgAl_2O_4$, $MgCr_2O_4$, $MgFe_2O_4$.
2. Opracowania metodyki badania kinetyki reakcji chemicznych w fazie stałej, z wykorzystaniem komory wysokotemperaturowej dyfraktometru rentgenowskiego.

Badania służące do realizacji pierwszego celu prowadzono na próbkach spineli otrzymanych na drodze współstrącania z wodnych roztworów siarczanów. Badano przebieg przemiany porządek–nieporządek, wyznaczając parametry: komórki elementarnej, długości wiązań w koordynacji tetra- i oktaedrycznej, tlenowy oraz stopień inwersji dla spineli $MgCr_2O_4$, $MgFe_2O_4$.

W ramach badań służących realizacji drugiego celu wykorzystano zestaw surowcowy do produkcji klinkieru cementu glinowego typu „70”. Warunki pomiarowe w badaniach dobrano tak, by odpowiadały one możliwie najbardziej panującym w piecu cementowym, tj. czasowi grzania do temperatury klinkieryzacji i czasowi przetrzymania w temperaturze klinkieryzacji.

Uzyskane wyniki pogłębiają wiedzę z zakresu przemian fazowych porządek–nieporządek w strukturze spineli typu 3:2. Zostaną one wykorzystane w innych pracach badawczych realizowanych w Instytucie, związanych z odpornością na korozję w podwyższonej temperaturze materiałów zawierających spinele: $MgAl_2O_4$, $MgCr_2O_4$, $MgFe_2O_4$.

Ponadto dokonano oceny przydatności komory wysokotemperaturowej dyfraktometru rentgenowskiego do badania kinetyki reakcji chemicznych w fazie stałej, co zostanie wykorzystane w pracach o charakterze technologicznym, realizowanych w Instytucie.

*

T e m a t: 3453/BT/2007

JEDYNAK LESZEK

Wyroby tialitowe do zastosowania w linii ciągłego odlewania aluminium (COA)

(15 s., 11 tab., 1 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Kontynuowano badania nad optymalizacją własności kruszywa tialitowego oraz nad możliwościami jego wykorzystania w technologii wyrobów ogniotrwałych do zastosowania w przemyśle metali nieżelaznych (głównie aluminium). Modyfikacja receptury mas wyjściowych (plastycznych lub lejnych) nie doprowadziła do spodziewanego obniżenia porowatości otrzymanego kruszywa tialitowego. Pomimo to prowadzono badania nad możliwością jego wykorzystania w technologii wyrobów ogniotrwałych odlewanych oraz hydraulicznie wiązanych. Wykazano, że wprowadzenie spoiw w skład mas lejnych poprawiło znacznie własności wytrzymałościowe odlewanych tworzyw po wypaleniu. Ponadto przeprowadzone badania wstępne wskazują na możliwość otrzymywania wyrobów tialitowych hydraulicznie wiązanych.

Uzyskane wyniki umożliwiają opracowanie podstaw technologii palonki tialitowej, charakteryzującej się wysoką czystością oraz wysoką stabilnością termiczną. Stanowią one również podstawę do rozpoczęcia badań nad technologią wyrobów o podwyższonej odporności na wstrząsy cieplne do specjalnych zastosowań, głównie w przemyśle metali nieżelaznych (aluminium).

*

T e m a t: 3579/BT/2007

ŚLIWA ANDRZEJ, LIPOWSKA BARBARA

Ceramiczny materiał porowaty o dodatnim ładunku elektrycznym

(30 s., 10 tab., 15 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Celem było opracowanie sposobu wytwarzania ceramicznego nośnika posiadającego potencjał dzeta o wartości dodatniej, zdolnego do bardziej efektywnej immobilizacji mikroorganizmów. Zakres pracy obejmował: opracowanie składów mas do otrzymania porowatych nośników ceramicznych; badania potencjału dzeta otrzymanych nośników; modyfikację potencjału dzeta otrzymanych nośników z wykorzystaniem silanów; badania potencjału dzeta zmodyfikowanych materiałów celem wyboru do prób oczyszczania ścieków; wstępne badania efektyw-

ności oczyszczania ścieków. W wyniku realizacji tematu opracowano nośnik ceramiczny glinokrzemianowy o powierzchni właściwej $1,739 \text{ m}^2/\text{g}$ i dodatnim potencjale dzeta w szerokim zakresie pH od 3 do 7,5. Realizacja badań efektywności oczyszczania ścieków wykazała przydatność opracowanego materiału w procesach oczyszczania ścieków oraz zwiększoną jego efektywność do immobilizacji mikroorganizmów o ok. 20%.

Wyniki pracy mogą zostać wykorzystane przez producentów kruszyw ceramicznych oraz firmy wytwarzające przydomowe oczyszczalnie ścieków.

*

T e m a t: 3537/BT/2007

CZECHOWSKA KINGA

Badania nad wielowarstwowymi filtrami membranowymi z warstwami zeolitowymi – wpływ warunków syntezy na jakość preparowanych warstw zeolitowych

(39 s., 33 tab., 6 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Celem pracy było przygotowanie warstw zeolitowych typu MFI na handlowych nośnikach rurowych z tworzywa TiO_2 i przetestowanie ich w procesie perwaporacji – oddzielanie mieszanin woda–izopropanol.

Warstwy zeolitowe preparowano poprzez nanoszenie (z zawiesin) warstwy zarodków zeolitu na nośnik, a następnie krystalizację warstwy zeolitowej (po uprzedniej obróbce termicznej) drogą obróbki hydrotermalnej. Testom poddano filtry membranowe, dla których czas nanoszenia zarodków zeolitu wynosił 0,5 i 1 h, pH zawiesin wynosił ok. 3 i ok 10, temperatura i czas krystalizacji wynosiły odpowiednio 180°C i 4 h.

Badania wykonano pod kątem stopnia rozdziału na filtrach membranowych mieszaniny izopropanol–woda dla kilku stężeń alkoholu w wodzie w temperaturze 50°C . Badania wykonano przy współpracy z Instytutem Inżynierii Chemicznej PAN w Gliwicach.

Najkorzystniejsze wyniki uzyskano dla filtra membranowego z warstwą zeolitową, gdzie czas nanoszenia warstwy zarodków wynosił 1h, a pH zawiesiny ok 10. Dla nadawy o składzie: ok. 18 % wag. – woda , ok. 82% wag. – izopropanol, średnia zawartość wody w permeacie wynosiła 95,4% wag., obliczona średnia selektywność ok. 92, a strumień permeatu $0,84\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$. Stwierdzono również, że testowane w pracy filtry membranowe charakteryzowały się silnymi własnościami hydrofilowymi. Uzyskane wyniki wykorzystane będą w dalszych badaniach nad filtrami membranowymi.

T e m a t: 3560/BT/2007

BARAŃSKI JÓZEF, PAWEŁEK ALICJA, SOŁTYS PIOTR,
CZECHOWSKI JERZY

Opracowanie technologii wytwarzania betonów ogniotrwałych o małej rozszerzalności cieplnej i dużej odporności na wstrząsy cieplne

(23 s., 5 tab., 1 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Przedstawiono badania związane z opracowaniem technologii wytwarzania nowego asortymentu betonów ogniotrwałych, charakteryzujących się małą rozszerzalnością cieplną liniową oraz wysoką odpornością na nagłe zmiany temperatury.

Nowy rodzaj zmodyfikowanych betonów ogniotrwałych przeznaczony jest do przemysłowego stosowania w obmurzu drzwi komór koksowniczych oraz w obmurzu strefy wysadowej pieców grzewczych, gdzie wymurówka narażona jest na częste zmiany temperatury, w wyniku czego ulega destrukcji. Badania wstępne pozwoliły na sformułowanie wniosku na projekt celowy, który jest obecnie realizowany.

*

T e m a t: 3561/BT/2007

WITEK JERZY

Próby wytwarzania elementów ceramicznych linii ciągłego odlewania aluminium z mikroporowatych tworzyw krzemowapniowych

(11 s., 1 tab., 2 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Celem pracy było przeprowadzenie prób wytwarzania elementów ceramicznych dla linii ciągłego odlewania aluminium (rynny spustowe). Zakres pracy obejmował następujące zagadnienia:

- badania własności wyrobów aktualnie stosowanych;
- próby wytwarzania rynien spustowych z nowego tworzywa ceramicznego;
- badanie własności nowego tworzywa;
- badania aplikacyjne wytworzonych próbnie rynien.

Próby stosowania wyprodukowanych rynien wykazały, że ich własności fizykochemiczne i użytkowe są analogiczne do znacznie droższych elementów importowanych.

Rezultatem pracy jest nowe, mikroporowate tworzywo izolacyjne, przeznaczone do stosowania w kontakcie z ciekłym aluminium. Charakteryzuje się: niezwil

żalnością przez ciekłe aluminium, bardzo dobrymi własnościami izolacyjnymi, dobrą wytrzymałością mechaniczną i termiczną oraz niską gęstością pozorną. Jest również łatwo obrabialne.

*

T e m a t: 3577/BS/2007

WOJSA JÓZEF, CZECHOWSKA KINGA, REBISZ ZOFIA

Opracowanie technologii wytwarzania płytek z SiC typu sandwich

(57 s., 11 tab., 8 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Opracowano technologię wyrobu ogniotrwałego w formie trójwarstwowej płytki składającej się z dwóch warstw: skrajnych, o charakterze tlenkowym oraz warstwy środkowej, której podstawowym składnikiem jest SiC.

W pracy wykonano pełne badania wyrobu referencyjnego. Dobrano uziarnienie SiC w oparciu o dwa modele i ich modyfikację, opracowano skład warstwy tlenkowej oraz skład spoiwa. Zbadano podstawowe własności próbných tworzyw, szczególnie wiele uwagi poświęcono odporności na wstrząsy termiczne.

Wykonano również próby produkcji płytek w skali wielkolaboratoryjnej i przemysłowej, sformułowano wymagania techniczne.

Przeprowadzono wstępną analizę ekonomiczną opłacalności produkcji wyrobu trójwarstwowego oraz opracowano instrukcję technologiczną.

Otrzymane wyniki w ramach pracy badawczej mogą być podstawą do uruchomienia produkcji płyt trójwarstwowych na potrzeby przemysłu ceramiki szlachetnej. Warunkiem uruchomienia produkcji jest posiadanie prasy o nacisku całkowitym co najmniej 800 T oraz niezbędnego oprzyrządowania.

*

T e m a t: 3552/BT/2007

SAWKÓW JÓZEF, PODWÓRNY JACEK, WALA TERESA,
NOCUŃ-WCZELIK WIESŁAWA

Badania nad składem i strukturą ogniotrwałego klinkieru i cementu glinowo-wapniowego, zmodyfikowanego dodatkiem mineralizatorów

(55 s., 5 tab., 48+2 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Przedstawiono wyniki badań ogniotrwałych cementów glinowych o przewodze CA nad CA₂, syntezowanych z zestawów surowcowych z dodatkiem mineralizatorów, zapewniających otrzymanie takiego klinkieru i cementu. Dokonano

syntezy czystych cementów typu CA/CA₂, przeznaczonych do porównania z odpowiednimi cementami z klinkierów z udziałem mineralizatorów. Badania wykazały, że wskutek mineralizacji uzyskuje się cement drobnokrystaliczny o udziale CA: 62÷69% i wielkości kryształów CA: 2,3÷3,5÷m (LM-śred.), z zawartością fazy C₁₂A₇ (0,8÷1,9%). Taki cement wykazuje wysoką aktywność hydrauliczną, potwierdzoną w badaniach mikrokalorymetrycznych, gdyż maksimum wydzielania ciepła hydratacji następuje już po 2,5÷8 h. Wysoka aktywność hydrauliczna cementu wyraża się 6-, 7-krotnym zwiększeniem jednodniowej wytrzymałości na ściskanie betonu standardowego, według BN-82/6761-15, do poziomu 62÷70 MPa. Realizację projektu zakończono zgłoszeniem patentowym, które obejmuje sposób wytwarzania klinkieru wysokoglinowego.

*

T e m a t: 3550/BT/2005-2007

PAWELEK ALICJA, TROCHIMOWICZ TERESA, WITEK JERZY,
SOŁTYS PIOTR

Materiały ogniotrwałe i pomocnicze dla hutnictwa aluminium

(147 s., 27 tab., 12 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Zgodnie z założeniami projektu opracowano technologię materiałów ogniotrwałych nowej generacji, dostosowanych do specyfiki procesów stosowanych w produkcji, a w szczególności przetwórstwa aluminium, wymagających wysoko zaawansowanych procesów wytwarzania.

Badania technologiczne były prowadzone w trzech grupach tworzyw:

- ogniotrwałe betony i prefabrykaty betonowe o zmniejszonej zwilżalności przez ciekłe aluminium;
- wyroby na wiązaniu sialonowym;
- masa ochronna.

Zbadano surowce podstawowe i dodatki oraz ustalono wpływ składu wyjściowego i warunków przygotowania półfabrykatów na własności wytypowanych tworzyw. Wykonano partie prototypowe wyrobów, zbadano ich podstawowe własności fizyczne i składy chemiczne, a następnie przekazano do testowania w wytypowanych jednostkach cieplnych zakładów hutniczych i przerobczych aluminium; wykonano badania wyrobów po testach przemysłowych. Uzyskane wyniki eksploatacyjne były podstawą do optymalizacji i opracowania instrukcji technologicznych produkcji wyrobów. W Wydziale Produkcji Doświadczalnej

ISCMOIB O/Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach wdrożono technologie produkcji wyrobów w następujących asortymentach:

- betony i prefabrykaty betonowe w gatunkach: BBN-150/Al , BNL-Al i BN-SK;
- wyroby zwarte korundowe i z węgla krzemu na wiązaniu sialonowym;
- masy ochronne: korundowa, z dodatkiem Fe_2O_3 i na bazie TiO_2 .

Z opinii użytkowników wynika, że nowo opracowane wyroby zdały egzamin w konkretnych urządzeniach cieplnych przemysłu aluminiowego i będą stosowane w skali przemysłowej.

*

T e m a t: 3553/BT/2005-2007

BARAŃSKI JÓZEF, WITEK JERZY, JEDYNAK LESŁAW, WOJSA JÓZEF, CZECHOWSKI JERZY, WALA TERESA, STEC KATARZYNA, ROSPOND ANTONI, RĘBISZ ZOFIA

Uruchomienie produkcji nowych wyrobów ogniotrwałych dla przemysłu odlewniczego

(94 s., 13 tab., 7 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział MO, Gliwice

Przedmiotem projektu celowego było opracowanie technologii i uruchomienie produkcji nowych odmian wyrobów kwarcowo-szametowych chemicznie wiązanych, niewypalanych, z dodatkiem węgla krzemu oraz wyrobów wysokoglinowych, z dodatkiem węgla krzemu, chemicznie wiązanych, niewypalanych i wypalanych. Przedmiotowe wyroby przeznaczone są do stosowania w obmurzu urządzeń cieplnych przemysłu odlewniczego. W roku 2006, w wyniku przeprowadzonych badań, określono wpływ surowcowego składu wyjściowego, spoiwa chemicznego i procesu formowania na własności wyrobów wysokoglinowych z dodatkiem SiC, niewypalanych i wypalanych.

Opracowano założenia technologiczne i wykonano prototypowe partie wyrobów chemicznie wiązanych z dodatkiem SiC:

- kwarcowo-szametowych niewypalanych;
- wysokoglinowych niewypalanych;
- wysokoglinowych wypalanych.

Wszystkie asortymenty nowych wyrobów ogniotrwałych poddane zostały kompleksowym badaniom pod względem ich parametrów jakościowych (skład chemiczny, gęstość pozorna, porowatość otwarta, wytrzymałość na ściskanie, rozszerzalność cieplna, przewodność cieplna, odporność na wstrząsy cieplne, skur-

czliwość wypalania, skład fazowy) i na podstawie analizy wyników badań opracowano wytyczne technologii wytwarzania tych wyrobów w warunkach przemysłowych w PMO Komex, gdzie technologię wdrożono. Opracowane wyroby charakteryzują się dobrymi własnościami wytrzymałościowymi i spełniają warunki pracy urządzeń cieplnych, eksploatowanych w odlewniach żeliwa, wykazując bardzo dobrą odporność na korozyjne oddziaływanie żelazistych żużli żeliwowych.

* * *

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

T e m a t: 7/412/S/07

RAJCZYK KRYSZYNA, GIERGICZNY ELŻBIETA, SZOTA MAREK

Opracowanie spoiw mineralnych na bazie przetworzonych odpadów kaolinowych

(38 s., 2 tab., 35 rys., bibliogr.); maszyn.: Oddział IMPiŚ, Opole

Inspiracją do podjęcia tematu były badania dotyczące możliwości uzyskania z krajowych złóż kaolinowych aktywnego dodatku pucolanowego do produkcji spoiw i zapraw. W wyniku badań ustalono warunki temperatury procesów dehydroksylacji kaolinitu i utworzenia amorficznej, aktywnej formy metakaolinu. Badano proces hydratacji i narastania wytrzymałości spoiw i betonu z dodatkiem metakaolinu.

W opracowaniu skoncentrowano się nad pozyskaniem materiałów odpadowych zawierających w składzie kaolinit lub inne składniki glin, które w wyniku termicznego przetwarzania mogą utworzyć aktywne dodatki mineralne, znajdujące zastosowanie jako składniki spoiw, cementu i betonu. Z przebadanych materiałów odpadowych szczególnie korzystne właściwości wykazują poddane procesowi waloryzacji odpady papiernicze oraz odpady opakowań z tektury. Odpady te, po przetworzeniu w procesie wysokotemperaturowym, charakteryzują się, obok innych składników, znaczną zawartością aktywnego wapna. Przewiduje się wykorzystanie ich do produkcji aktywnych spoiw.

*