

---

**PRACE**

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

***Scientific Works***  
of Institute of Ceramics  
and Building Materials

---

**Nr 9**

ISSN 1899-3230

**Rok V**

**Warszawa–Opole 2012**

---

## I GT: SZKŁO I CERAMIKA (PG: *Glass and Ceramic*)

T e m a t: 04/I/020/11

ARTUR OZIĘBŁO, MARCIN OSUCHOWSKI, KRZYSZTOF PERKOWSKI,  
IRENA WITOSŁAWSKA, ADAM WITEK, PAULINA TYMOWICZ-GRZYB,  
GUSTAW KONOPKA

**Analiza mikrostruktury tworzyw ceramicznych stosowanych na izolatory  
świec zapłonowych w aspekcie ich właściwości dielektrycznych**

(25 s., 3 tabl., 18 rys., bibl. poz. 0); maszyn.: ICI MB, Warszawa

W pracy zanalizowano mikrostruktury izolatorów ceramicznych świec zapłonowych. Skład chemiczny poszczególnych izolatorów określono metodą falowo-rozdzielczej spektroskopii fluorescencyjnej (WD-XRF), a ich skład fazowy metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD). Dokonano obserwacji mikrostruktury izolatorów z użyciem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Przeprowadzono dyskusję na temat otrzymanych wyników w kontekście właściwości dielektrycznych izolatorów. Sformułowano wnioski z badań nad izolatorami ceramicznymi świec zapłonowych.

\*

T e m a t: 04/I/022/11

MARCIN OSUCHOWSKI, KRZYSZTOF PERKOWSKI, ADAM WITEK,  
IRENA WITOSŁAWSKA

**Określenie niepewności pomiaru składu chemicznego metodą fluorescencji  
rentgenowskiej XRF dla aplikacji WROXI**

(15 s., 4 tabl., 4 rys., bibl. poz. 8); maszyn.: ICI MB, Warszawa

Celem pracy było określenie niepewności oznaczania składu chemicznego metodą fluorescencji rentgenowskiej XRF dla aplikacji WROXI. Jako materiał do badań wykorzystano tlenek glinu i tlenek magnezu, o wysokiej czystości, stosowane na potrzeby syntezy spinelu glinowo-magnezowego, który jest jednym z wielu obszarów badawczych Zakładu Nanotechnologii ICI MB. Zakres prac obejmował: wytypowanie materiału, przygotowanie próbek do badań, określenie przeprowadzenia pomiarów oraz określenie niepewności pomiaru. Próbkę do badań przygotowano poprzez ich stapianie w postaci zestawów o różnym stosunku wagowym składników wraz z substancjami pomocniczymi, tzw. topnikami. Skład chemiczny zanalizowano przy użyciu fluorescencyjnego spektrometru

rentgenowskiego (WD-XRF) Axios Minerals firmy Panalytical. Niepewność pomiaru wyznaczano na podstawie pomiarów precyzyjnych naważek tlenku glinu i zastosowaniu metody najmniejszych kwadratów. Obliczona wartość niepewności pomiaru wyniosła  $\pm 1,40\%$ . Wartość ta odnosi się do aplikacji WROXI, urządzenia głównego oraz pobocznych, które posłużyły do uzyskania wyniku.

\*

T e m a t: 04/I/023/11

ADAM WITEK, MARCIN OSUCHOWSKI, ARTUR OZIĘBŁO, KRZYSZTOF PERKOWSKI, IRENA WITOSŁAWSKA

### **Opracowanie wysokotemperaturowych elementów grzejnych z bezporowatego węgla krzemu**

(16 s., 1 tabl., 11 rys., bibl. poz. 5); maszyn.: ICI MB, Warszawa

W tym opracowaniu skoncentrowano się nad uzyskaniem elementów grzejnych z bezporowatego węgla krzemu, którego temperaturowy zakres grzejny osiągałby 1700°C.

Zakres prac obejmował: wytypowanie materiału do badań, wstępne badania wybranego materiału, preparatykę spieków, badania właściwości elektrycznych, opracowanie metody wytwarzania kontaktów elektrycznych ceramika-metal.

W wyniku realizacji zadania opracowano ceramiczny element grzejny z bezporowatego węgla krzemu. Opracowany element oporowo-grzejny cechuje się wieloma zaletami:

- wyższą temperaturą pracy (do 1700°C),
- odpornością na szok termiczny,
- wysoką odpornością mechaniczną,
- niską opornością właściwą.

Dodatkowo opracowano metodę wytwarzania omowych kontaktów elektrycznych ceramika-metal, co stało się przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P.397936 .

\*

T e m a t: 04/I/028/11

ADAM WITEK, MARCIN OSUCHOWSKI, ARTUR OZIĘBŁO, KRZYSZTOF PERKOWSKI, IRENA WITOSŁAWSKA

### **Ceramiczne materiały cierne do hamulców lotniczych**

(10 s., 1 tabl., 5 rys., bibl. poz. 0); maszyn.: ICI MB, Warszawa

Celem pracy było wykonanie elementów ciernych z materiału ceramicznego, które zastąpiłyby z powodzeniem obecnie stosowane kompozyty węgiel-węgiel.

Zakres prac obejmował: wytypowanie materiału do badań, wykonanie elementów ciernych na wzór obecnie stosowanych, przeprowadzenie prób hamowania w Instytucie Lotnictwa z zastosowaniem przygotowanych elementów ciernych z SiC. Próby hamowania na stanowisku pomiarowym (hamowni) pozwalały na jednoczesną rejestrację następujących parametrów procesu hamowania: obrotów na minutę, siły docisku wkładek hamulcowych, współczynnika tarcia dynamicznego, momentu hamowania. Wszystkie te parametry były rejestrowane w czasie rzeczywistym. Wyniki badań wykazały, iż rejestrowany współczynnik tarcia wzajemnego wkładek hamulcowych pozostawał względnie wysoki (max. na poziomie 0,7–0,8). Z punktu widzenia praktyki konstrukcyjnej hamulców lotniczych zakłada się przydatność materiału ciernego od współczynnika tarcia na poziomie 0,3. Przy wkładkach eksperymentalnych nie występował także efekt przegrzania hamulców. Przy największych obciążeniach (najszybszym hamowaniu) temperatura powierzchni okładzin ciernych po zakończonym procesie nie przekraczała 250°C, co dla materiału takiego jak SiC pozostawało znacznie poniżej dopuszczalnego limitu pracy, który wynosi 1600°C. Efekt ten jest niewątpliwie związany z dużym przewodnictwem cieplnym ceramiki z węgla krzemu i rokuje jak najlepiej zastosowaniom tego materiału w hamulcach lotniczych.

Przeprowadzone badania potwierdziły przydatność wykonanych elementów ciernych z SiC do zastosowania w hamulcach lotniczych.

Efekty zadania: „Ceramiczne materiały cierne do hamulców lotniczych” zostały zgłoszone jako wynalazek na V Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Innowacji IWIS 2011, Warszawa, 3–5 listopada 2011 roku. Za zgłoszone rozwiązanie twórcy otrzymali złoty medal z wyróżnieniem.

\*

T e m a t: 03/I/0012/11

ROMAN GEBEL, BARBARA SYNOWIEC

### **Badanie możliwości zastosowania odpadowych surowców do produkcji szkliv i topników**

(39 s., 10 tabl., 13 rys., 37 fot., bibl. poz. 7); maszyn.: ICiMB, Warszawa

Przesłanką do podjęcia tego tematu była konieczność utylizacji odpadów kineskopowych oraz potencjalna możliwość zastosowania wyników projektu w praktyce. W pracy zbadano możliwości wykorzystania odpadów szkła kineskopowego jako pełnowartościowego surowca wtórnego do wytwarzania szeroko pojętych wyrobów ceramicznych. Zebrana wiedza o składzie i właściwościach tego szkła pozwoli na jego przemysłane zagospodarowanie i ponowne wprowadzenie do obrotu. Efektem przeprowadzonych prac jest określenie szeregu parametrów szkieł kineskopowych, umożliwiających projektowanie na ich bazie nowych

środków zdobniczych. Stwierdzono realną możliwość stosowania odpadowego surowca jako: farb matujących do szkła oświetleniowego, topników do farb na porcelanę i porcelit, szklivi kaflarskich (po modyfikacji składu), blatów ceramicznych, płytek podłogowych i elewacyjnych, szklivi efektowych.

\*

T e m a t: 03/I/011/11

BARBARA SYNOWIEC, DANUTA CHMIELEWSKA, ROMAN GEBEL,  
ANNA KARAŚ, IZA LECHNA

**Badania wpływu organicznych i nieorganicznych nośników pierwiastków na otrzymywanie szklivi z efektami specjalnymi do dekorowania ceramiki wypalanej w zakresie temperatury 950–1250°C**

(32 s., 13 tabl., 29 rys., bibl. poz. 2); maszyn.: ICiMB, Warszawa

W ramach realizowanej pracy zbadano wpływ organicznego nośnika barwy na otrzymywanie efektu „barwne plamki”. Efekt zdobniczy polega na wprowadzeniu do szklivi bazowego białego granulek bądź łusek barwnych, zaprawionych termoplastycznym ZT10, tak aby granulki lub łuski nie mieszały się ze szklivem bazowym, ale były w nim zawieszane i nie rozpadały się w trakcie procesu przygotowania szklivi, np. mieszania. Ustalono receptury, wielkość granulek i ilości barwnych granulek dodawane do bazowego szklivi. Została zbadana odporność chemiczna i parametry procesu topliwości.

Drugi rodzaj szklivi efektowych to szklivi czerwono-pomarańczowe; do zabarwienia fryty szklanej na czerwono-pomarańczowo zastosowano selen metaliczny i siarczek kadmu. Powstawaniu czerwonej barwy we frycie sprzyja użycie w zestawie tlenków boru, potasu, cynku. W trakcie wytopu fryty wywołano atmosferę redukcyjną, dodając winian potasu. Stopione zestawy fryty wylewano do wody, a następnie poddano procesowi mielenia. Wykonano badanie topliwości uzyskanych fryt i odporności chemicznej. Ustalono, że stosunek siarczku kadmu do selenu ma wpływ na barwę szklivi selenowo-kadmowego, a warunki wypalania szklivi selenowo-kadmowych wpływają na odcień barwy i pojawianie się niejednorodności.

Trzeci rodzaj szklivi efektowych, jaki był badany, to szklivi krystaliczne. Do otrzymania szklivi krystalicznych jako bazę zastosowano frytę bezbarwną transparentną o symbolu FBF57/1, zawierającą stosunkowo duże ilości tlenków alkalicznych i tlenku boru. Do fryty wprowadzono tlenek cynku i dwutlenek krzemu, by wywołać efekt krystaliczności, a wprowadzanie nośników organicznych i nieorganicznych pierwiastków barwiących, takich jak miedź, mangan, kobalt pozwoliło na uzyskanie barwnych efektów krystalicznych. Szklivi nanoszono na biskwit porcelitowy i wypalano w piecu elektrycznym w różnych cyklach.

Ustalono warunki wypalania szkliv krystalicznych, zbadano parametry procesu topliwości i odporności chemicznej.

\*

T e m a t: 03/1/013/11

MAŁGORZATA MARECKA, DANUTA CHMIELEWSKA, GRAŻYNA GRYCZKO

**Termoutwardzalne farby szklarskie – opracowanie składu i badanie właściwości**

(15 s., 5 tabl., 6 rys., bibl. poz. 2); maszyn.: ICI MB, Warszawa

Celem projektu było opracowanie wybranych farb szklarskich w postaci past, które można utrwalac w zakresie temperatur 120–180°C. W ramach realizacji projektu przebadano szereg spoiw do farb termoutwardzalnych: Paraloid B-72, Joncryl 544, Primal E330, Mowilith DMC2. Na podstawie badañ aplikacyjnych sporządzono mieszanki, z których do dalszych prac wytypowano spoiwo SP8 na bazie wodnych dyspersji żywicy akrylowej oraz kopolimeru polioctanu winylu i estru butylowego kwasu maleinowego. Opracowane spoiwo nie zawiera lotnych związków organicznych (VOC).

Na bazie tego spoiwa opracowano składy farb termoutwardzalnych z udziałem wybranych pigmentów nieorganicznych produkowanych w ICI MB oraz odpowiadających im kolorystycznie pigmentów organicznych firmy ABC Color.

Z uwagi na brak norm europejskich, zawierających wymagania jakościowe dla farb termoutwardzalnych, ustalono własne kryteria jakościowe.

Badania aplikacyjne wytypowanych farb przeprowadzono zgodnie z ustalonym cyklem badañ, obejmującym ocenę czasu schnięcia powłok, ocenę wizualną spoiw i farb, badania twardości warstwy spoiw i farb, badania kwasoodporności.

Otrzymane wyniki wskazują, że farby termoutwardzalne do zdobienia powierzchni szklanych można otrzymywać zarówno na bazie pigmentów nieorganicznych, jak i organicznych, zapewniających szeroką gamę kolorystyczną.

\*

T e m a t: 06/I/017/11

TADEUSZ JAKUBIUK, ANDRZEJ KOSTECKI, ELŻBIETA MIELNICKA, HENRYK KULMACZEWSKI

**Optymalizacja procesu obróbki termicznej wyrobów ceramicznych otrzymywanych metodą wtrysku**

(13 s., 0 tabl., 1 rys., bibl. poz. 2); maszyn.: ICI MB, Warszawa

Przedmiotem badań był katalizator cerowy otrzymywany w postaci plastra miodu o wymiarach 80 x 80 x 10 mm, formowany za pomocą wtrysku i ceramizowany w temperaturze 980°C. Badania prowadzono na kształtkach po procesie odparafinowania ich w suszarni produkcyjnej. Do ustalenia optymalnych parametrów prowadzenia procesu wykorzystano suszarkę laboratoryjną z wymuszonym obiegiem ciepłego powietrza i laboratoryjny piec kantalowy. Ustaloną na podstawie badań w warunkach laboratoryjnych krzywą wypalania przetestowano z wynikiem pozytywnym w piecach produkcyjnych. W wyniku przeprowadzonych badań skrócono czas wypalania kształtek z 81 godz. 45 min do 71 godz.

\*

T e m a t: 06/I/016/11

ANDRZEJ ŁOSIEWICZ, TADEUSZ JAKUBIUK, ELŻBIETA MIELNICKA,  
HENRYK KULMACZEWSKI

**Optymalizacja warunków wytwarzania kaset ogniotrwałych do kalcynacji zestawu surowcowego katalitycznego tworzywa cerowego**

(13 s., 6 tabl., 6 rys., bibl. poz. 0); maszyn.: ICI MB, Warszawa

Przedmiotem było opracowanie nowego składu i optymalizacja warunków wytwarzania kaset ceramicznych do kalcynacji zestawu surowcowego katalizatora cerowego oraz wytworzenie partii testowej kaset nowego rodzaju.

W pierwszym etapie opracowano specyfikację kaset ogniotrwałych pozwalających na kalcynację granulatu katalizatora w temperaturze 1000°C, następnie wytypowano odpowiednie tworzywo kasety i surowce do otrzymania tworzywa o założonych wymaganiach. W drugim etapie wykonano próbne masy, które ceramizowano w różnych temperaturach. Otrzymane tworzywa przebadano pod kątem uzyskanych parametrów fizykochemicznych. Z tworzyw wybrano to uzyskane z zestawu surowcowego 2., wypalonego w temperaturze 1320°C. Następnie z wybranej masy wykonano partię próbną, którą przekazano do oceny na produkcję. Ostateczna ocena kaset nastąpi po próbie eksploatacyjnej.

\*

T e m a t: 06/I/014/11

PIOTR TAŻBIERSKI, ELŻBIETA MIELNICKA, HENRYK  
KULMACZEWSKI

**Modyfikacja właściwości tworzywa korundowego nanoproszkami  $Al_2O_3$ .  
Część I**

(26 s., 14 tabl., 14 rys., bibl. poz. 5); maszyn.: ICI MB, Warszawa

Celem pracy było modyfikowanie tworzyw korundowych nanoproszkami  $Al_2O_3$  i badanie ilościowo-jakościowego wpływu tych dodatków na wybrane właściwości fizykomechaniczne. Zakres pracy obejmował konstrukcję stanowiska do mieszania proszków o rozdrobnieniu mikronowym z proszkami o rozmiarach nano, opracowanie receptur i sporządzenie ośmiu mas o różnej zawartości procentowej modyfikatora, ustalenie optymalnej temperatury wypału oraz badania właściwości tworzyw korundowych modyfikowanych nanotlenkami  $Al_2O_3$ . Wytworzone granulaty zawierały 1, 3, 5, 8% modyfikatora. Badanie uzyskanych tworzyw obejmowało oznaczenie:

- skurczliwości,
- gęstości, porowatości, nasiąkliwości wypalonych kształtek ceramiki,
- wytrzymałości na trójpunktowe zginanie,
- modułu Younga i współczynnika Poissona,
- twardości metodą Vickersa oraz analizę mikrostruktury.

Otrzymano osiem tworzyw o podwyższonych cechach jakościowych, które mogą znaleźć zastosowanie jako warstwa obronna w przeciwpancernej ceramice balistycznej. W trakcie obserwacji struktury stwierdzono rozrost ziaren jednocześnie ze wzrostem zawartości nanotworzywa.

\*

T e m a t: 06/I/015/11

CECYLIA DZIUBAK, ANDRZEJ ŁOSIEWICZ, KRZYSZTOF SZAMAŁEK,  
ELŻBIETA MIELNICKA

### **Monolityczny wielkogabarytowy ceramiczny nośnik katalizatorów**

(17 s., 3 tabl., 14 rys., bibl. poz. 2); maszyn.: ICiMB, Warszawa

Celem projektu było opracowanie składu chemicznego oraz warunków wytwarzania ceramicznego nośnika katalizatorów w formie monolitycznego wyrobu o strukturze plastra miodu.

W wyniku przeprowadzonych badań został opracowany skład chemiczny masy zapewniającej niską porowatość (3–5%) i niską skurczliwość. Dopracowane zostały parametry formowania metody ekstruzji wyrobów na prasie laboratoryjnej WT-100 za pomocą ustnika o wymiarach 52 x 52 mm, formującego 225 kanałków i prześwitem oczka 2,74 mm.

Odstępstwem od założonego celu pracy jest otrzymany rozmiar nośnika 50 x 50 x 50 mm. Planowany jest nośnik 150 x 150 x 150.

\*



T e m a t: 06/I/025/11

CECYLIA DZIUBAK, KATARZYNA STEC, JACEK PODWÓRNY, ANNA GERLE, MIROSLAW BUDRYL, AGNIESZKA DUCKA, ELŻBIETA MIELNICKA

**Opracowanie metodyki oznaczania wanadu w różnym środowisku chemicznym w obecności dodatków pierwiastków grup przejściowych i ziem rzadkich**

(22 s., 11 tabl., 3 rys., bibl. poz. 17); maszyn.: ICiMB, Warszawa

Opracowano metodę oznaczania małych zawartości wanadu w obecności pierwiastków grup przejściowych i ziem rzadkich, w pigmentach cyrkonowych o strukturze  $ZrO_2$ . Była to metoda topionej perły na spektrometrze fluorescencyjno-rentgenowskim PANalytical MagiX PW2424. Jednocześnie z wynikami ilościowych badań rentgenowskich otrzymano satysfakcjonujące wyjaśnienie odnośnie mechanizmu barwienia występującego w tych pigmentach.

\*

T e m a t: 06/I/018/11

CECYLIA DZIUBAK, KATARZYNA STEC, ANNA GERLE, GUSTAW KONOPKA

**Wpływ budowy strukturalnej wybranych pigmentów cyrkonowych na ich zdolności barwiące w szklivię**

(24 s., 9 tabl., 20 rys., bibl. poz. 0); maszyn.: ICiMB, Warszawa

Celem pracy była ocena wytypowanych pigmentów cyrkonowych na ich zdolności barwiące w szklivię. Zakres pracy obejmował: badania termogravimetryczne, badania rentgenowskiej analizy ilościowej i jakościowej oraz mikroanalizy EDS i BSE.

Wyniki zinterpretowano w zależności od składu surowcowego pigmentów i składu chemicznego gotowego produktu i właściwości barwiących. Wybrane wyniki zostały opublikowane w postaci dwóch artykułów: D z i u b a k C., *Cyrkonowy pigment prazeodymowy do barwienia szklivię ceramicznych*, „Materiały Ceramiczne”/ „Ceramic Materials” 2011, No 4, s. 734–735; D z i u b a k C., *Wpływ jakości surowców na właściwości barwiące cyrkonowego pigmentu prazeodymowego*, „Szkło i Cerarnika” 2011, No 4, s. 4–11.

\*

Temat: 08/I/024/2011

AGNIESZKA DUCKA, JOANNA LEWICKA, URSZULA REGARD, JACEK KAMIŃSKI

### **Oznaczenie rozszerzalności wodnej płytek ceramicznych w zależności od nasiąkliwości wodnej według normy PN-EN ISO 10545-10:1999**

Płytki ceramiczne ze względu na swoje walory estetyczne, właściwości fizykochemiczne oraz łatwość w utrzymaniu czystości są powszechnie stosowane zarówno w budynkach prywatnych, jak i publicznych, a także w obiektach, w których występuje bezpośredni kontakt z wodą. W tym przypadku należy szczególnie zwrócić uwagę na parametr, jakim jest rozszerzalność wodna płytek.

Realizując temat, oznaczono rozszerzalność wodną płytek ceramicznych grupy BIII o nasiąkliwości wodnej powyżej 10% oraz grupy BIIa o nasiąkliwości wodnej od 3 do 6%, pochodzących od sześciu krajowych producentów płytek ceramicznych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że parametr rozszerzalności wodnej nie ma istotnego wpływu na zachowanie się płytek w trakcie użytkowania w pomieszczeniach mających permanentny kontakt z wodą i wilgocią.

\* \* \*

## **IV GT: MINERALNE MATERIAŁY BUDOWLANE** *(PG:Mineral Bulding Materiale)*

Temat: 3NS01C11

ALBIN GARBACIK, TOMASZ BARAN, GRZEGORZ ADAMSKI, PIOTR FRANCUZ, BOGUMIŁA DUSZAK

### **Badania w zakresie chemii i technologii produkcji aktywnych hydraulicznie cementów belitowych**

(25 s., 10 wykr., 15 tab., bibl. poz. 11); maszyn.: ICiMB, Oddział SiMB, Kraków

Przedmiotem badań były nowe rodzaje klinkierów belitowych o niskiej temperaturze klinkieryzacji i zmniejszonej emisji CO<sub>2</sub> na jednostkę produktu. Badania obejmowały innowacyjne technologie produkcji cementów belitowych do oryginalnych rozwiązań surowcowych i składu fazowego klinkieru.