

---

**PRACE**

**Instytutu Ceramiki  
i Materiałów Budowlanych**

---

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

---

**Nr 21**  
(kwiecień–czerwiec)

Prace są indeksowane w BazTech i Index Copernicus

ISSN 1899-3230

**Rok VIII**

**Warszawa–Opole 2015**

---

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

T e m a t: 3NS31T14

AGNIESZKA MARCZEWSKA

### **Badania właściwości i struktury szkieł galowych**

Celem pracy było przeprowadzenie badań nowych niekonwencjonalnych szkieł zawierających w swym składzie gal. Zakres pracy obejmował określenie wpływu poszczególnych składników na trwałość termiczną szkła, zbadanie struktury oraz właściwości użytkowych otrzymanych materiałów interesujących ze względu na przesuniętą długofalową krawędź absorpcji do zakresu 6–7  $\mu\text{m}$ . Na tej podstawie zostały określone możliwości otrzymania z tych szkieł przezroczystej szkło-ceramiki niskofononowej. Określono również wpływ dodatku  $\text{SiO}_2$  na stabilizację tego typu szkieł zawierających fluor oraz przeprowadzono analizę wpływu dodatku krzemionki i fluorku baru na przepuszczalność szkieł ołowiowo-galowych w UV-VIS i IR.

Otrzymano szkło ołowiowo-galowe charakteryzujące się dobrą przepuszczalnością w zakresie 4–5  $\mu\text{m}$  i długofalowym progiem absorpcji dochodzącym do ok. 6,5  $\mu\text{m}$ . Stwierdzono, że dodatek 10–15% mol.  $\text{SiO}_2$  zmniejsza transmisję szkła w zakresie 5–6  $\mu\text{m}$  o 10–20% i przesuwa w kierunku UV krótkofalowy próg absorpcji. Jednocześnie dodatek krzemionki zwiększa trwałość termiczną szkła poprzez zahamowanie krystalizacji tlenków ołowiu o stosunku  $\text{Pb/O} < 1$  i podniesienie temperatury krystalizacji fazy  $\text{PbO}$ , wpływając również na wzrost temperatury przemiany  $\alpha$ - w  $\beta$ - $\text{PbO}$ . Dodatek  $\text{BaF}_2$  hamuje te procesy. Przy zawartości 15% mol.  $\text{SiO}_2$  udało się otrzymać stabilne szkło zawierające 2% mol.  $\text{BaF}_2$ .

Stwierdzono, że poprzez kierowaną krystalizację tego szkła można otrzymać materiał szklano-krystaliczny z nanokrystaliczną, niskofononową fazą fluorku baru. Wprowadzenie  $\text{BaF}_2$  do szkła nie spowodowało zmian w przepuszczalności szkła w analizowanym zakresie widma.

\*

---

\* Tematy działalności statutowej zrealizowane w 2014 r. przez Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.

T e m a t: 3NS01T14

MAGDA KOSMAL, LESZEK STOCH

### **Przemysłowe zagospodarowanie odpadów ze stłuczki kineskopowej do produkcji szkła czarnego**

W pracy przedstawiono badania pozycji i roli odpadowej stłuczki kineskopowej w tworzeniu nowych materiałów. Wyznaczone właściwości termiczne, oporność elektryczna obok właściwości optycznych pozwoliły zrozumieć zmiany strukturalne spowodowane zastąpieniem jednych pierwiastków innymi lub ich współwystępowaniem (efekt synergetyczny). Wytworzone na bazie odpadowej kineskopowej stłuczki szklanej materiały dają możliwość zastąpienia w niektórych wyrobach szkła czarnego. Jako główny surowiec w eksperymencie wykorzystano szkło pochodzące z demontażu ekranów kineskopów telewizyjnych oraz bazalt z Kopalni „Wilków”. Zaprojektowano 4 składy szkieł. Szkła oznaczone jako Baz1–Baz4 zawierające stłuczkę kineskopową CRT w ilości 60–90% wag., oraz szklisty surowiec odpadowy w postaci bazaltu dodawany w ilości 40–10% wag.

W oparciu o badania termiczne, rentgenograficzne określono wpływ składu chemicznego modyfikowanych szkieł na wartość współczynnika  $\alpha$  oraz na przebieg ich krystalizacji. Stwierdzono, że najniższe wartości współczynnika  $\alpha$  uzyskano dla szkieł Baz4. Większą tendencję do krystalizacji objętościowej miały szkła o stałej wartości wskaźnika wysycenia ładunku trójwartościowego glinu w tetraedrze. Dla szkieł o wzrastającej ilości kationów  $Al^{3+}$  przy nieznacznym wzroście  $Ca^{2+}$ , krystalizacja miała charakter powierzchniowy oparty o mechanizm dyfuzji zewnętrznej  $Ca^{2+}$ . Proces determinowany był dużą zawartością żelaza w składzie szkieł, co przyczyniło się do obniżenia ich lepkości i zwiększenia ruchliwości jonów wapnia. Przeprowadzone badania umożliwią uzyskanie odpowiedniego składu, który mógłby być zamiennikiem szkła czarnego. Zainteresowanie czarnymi szklami stale wzrasta, powodem jest możliwość zastosowania ich jako powłoki ochronnej na różnych podłożach. Charakteryzują się one dużą wytrzymałością mechaniczną i termiczną.

\*

T e m a t: 3NS32T14

SEBASTIAN SACHA

### **Badanie własności szkieł warstwowych z folią EVA oraz z ciekłymi kryształami**

Przedmiotem pracy była kontynuacja badań szkieł warstwowych z najczęściej stosowanymi materiałami organicznymi do produkcji szkieł warstwowych

foliami EVA (etylenowy polioctan winylu) oraz szkieł z foliami z ciekłych kryształów.

W ramach pracy przeprowadzono badania wpływu niskiej temperatury, zmiennych warunków klimatycznych oraz działanie roztworu soli na szkła warstwowe z foliami o wysokiej transparentności oraz szkieł z foliami PLCD.

Zakres badań szkła warstwowego obejmował:

- 1) badanie odporności w komorze klimatycznej na zmienne warunki klimatyczne: celem tego badania było określenie, czy uzyskane szkło warstwowe będzie wytrzymywać wpływ wilgoci i niskich temperatur przez dłuższy okres bez istotnych zmian właściwości;
- 2) badanie odporności na niską temperaturę: celem tego badania było określenie, czy uzyskane szkło warstwowe będzie wytrzymywać wystawienie na niską temperaturę bez istotnych zmian właściwości. Zmiany właściwości zostały ocenione pod względem wystąpienia pęcherzyków, rozwarstwienia i zmętnienia oraz w tym wypadku również odbarwienia;
- 3) badanie odporności na solankę: celem tego badania było określenie, czy uzyskane szkło warstwowe będzie wytrzymywać wpływ słonej wody przy zastosowaniu tego szkła w budowie statków, jak również w budynkach nadmorskich.

\*

T e m a t: 3NS33T14

ANNA BALON-WRÓBEL

### **Wpływ czynników środowiskowych na właściwości mechaniczne szczeliw konstrukcyjnych**

Celem pracy było określenie wpływu działania czynników środowiskowych na właściwości mechaniczne szczeliw konstrukcyjnych stosowanych w szkleniu strukturalnym.

W ramach realizacji pracy dwa rodzaje mas uszczelniających poddano działaniu wybranych czynników środowiskowych, a następnie poddano badaniom wytrzymałościowym. Badania wytrzymałościowe przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 15434 + A1: 2010 i obejmowały one określenie wytrzymałości na rozciąganie, ścinanie, rozdarcie oraz określenie powrotu elastycznego, mechanicznego obciążenia cyklicznego i pełzania. Przeprowadzono je w temperaturze 23°C. W badaniach wykonywanych na wielofunkcyjnym stanowisku rejestrowano przebieg procesów rozciągania, ścinania, rozdarcia oraz mechanicznego obciążenia cyklicznego. Próby przeprowadzano do momentu zerwania. Po zakończeniu każdego badania wizualnie oceniano sposób zerwania oraz

rejestrowano wydłużenie, naprężenie i wytrzymałość przy zerwaniu. W badaniu pełzania oceniono przemieszczenie pod wpływem obciążenia oraz po odciążeniu.

Dzięki przeprowadzonym badaniom uzyskano istotne informacje na temat wytrzymałości stosowanych szczeliw konstrukcyjnych, a przede wszystkim odporności na działanie czynników środowiskowych. Fakt ten jest bardzo istotny, gdyż szklenie strukturalne jest gałęzią budownictwa rozwijającą się nieustannie i jest coraz powszechniejsze w naszym kraju.

\*

T e m a t: 3NS34T14

SŁAWOMIR PABIAN

### **Identyfikacja zjawiska powstawania przebarwień na powłoce niskoemisyjnej szkła stosowanego w szybach zespolonych i jego eliminacja**

Celem pracy statutowej było poznanie zjawiska występowania przebarwień na powłoce niskoemisyjnej szkła stosowanego w szybach zespolonych. W trakcie realizacji pracy przeanalizowano różnego rodzaju szyby, które wcześniej były przez pewien czas częścią elewacji budynków. W pierwszym etapie skupiono się na poznaniu charakteru wady. Sprawdzano jaki wpływ na odbarwienie mają warunki klimatyczne, procesy fizyczne (mostki termiczne w szybach zespolonych) oraz czy ten rodzaj wady ma charakter trwały. Badania porównawcze składu chemicznego kawałków szkła z wadą na powłoce oraz kawałków szkła bez wady pozwoliły na identyfikację pierwiastków powodujących odbarwienie na powłoce niskoemisyjnej. Następnie w kolejnych etapach pracy przeprowadzono badania różnych komponentów szyb zespolonych, które mogą przyczyniać się do powstawania wady odbarwienia. Dzięki temu zidentyfikowano elementy, które w większym lub mniejszym stopniu są odpowiedzialne za to zjawisko. W celu znalezienia sposobu na minimalizację lub całkowitą eliminację efektu odbarwienia przeprowadzano badania szyb zespolonych o różnych konstrukcjach. W zależności od konstrukcji szyby zespolonej oszacowano większe lub mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia wady.

\*

T e m a t: 3NS36T14

IWONA KOZUBEK

### **Wpływ obróbki cieplnej szkła i rodzaju zastosowanej międzywarstwy na wytrzymałość mechaniczną szyb laminowanych dla budownictwa**

Celem pracy statutowej było poszerzenie wiedzy dotyczącej procesu laminowania szkieł oraz określenie związku pomiędzy zastosowanym rodzajem szkła, jego obróbką termiczną, typem polimeru w międzywarstwie a wytrzymałością

mechaniczną szkła warstwowego oraz zapoznanie się z metodyką określania mechanicznych właściwości materiałów stosowanych w charakterze przekładek w szybach warstwowych.

Przeprowadzono rozeznanie dotyczące technologii wytwarzania szyb warstwowych, obejmujące technikę laminowania, materiały stosowane na międzywarstwy i ich właściwości fizykochemiczne oraz rodzaje szkła. Dokonano analizy projektów norm europejskich prEN 16612: 2013, prEN 16613: 2013 i prEN 13474-3: 2009 dotyczących metod obliczania i badania parametrów wytrzymałościowych szyb laminowanych oraz międzywarstw z uwzględnieniem współczynników zależnych od rodzaju obciążeń oddziaływujących na oszklenie. Przeprowadzono badania wytrzymałości na czteropunktowe zginanie. Dokonano obliczeń wyników dla grubości rzeczywistej i efektywnej wyznaczonej na podstawie budowy szyb. Wykonano badania wytrzymałości na uderzenie wahadłem szyb warstwowych różnej konstrukcji i określono klasę ich bezpieczeństwa. Przeprowadzono badania szkieł warstwowych z różną ilością międzywarstw na uderzenie kulą o masie 4,11 kg. Dokonano analizy wyników. Określono zależność klasy szyb ochronnych od ilości międzywarstw. Poszerzono wiedzę z zakresu oddziaływań mechanicznych na oszklenia z szyb warstwowych.

\*

T e m a t: 3NS38T14

JÓZEF ZAWIŁA

### **Dobór parametrów mechanochemicznej obróbki zestawów na szkła opakowaniowe i gospodarcze, sporządzonych metodą selektywnego doboru składników**

Celem badań i prób przeprowadzonych w ramach niniejszego projektu było określenie wpływu obróbki mechanochemicznej selektywnie dobranych składników zestawu (na typowe szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe) na proces topienia i na jakość szkła uzyskanego z takiego zestawu.

W ramach badań laboratoryjnych wykonano próby selektywnego łączenia ze sobą węgla sodu oraz węgla wapnia z piaskiem kwarcowym będących składnikami zestawu na szkło sodowo-wapniowo-krzemianowe. Próby takie przeprowadzono metodą zagęszczania selektywnie zestawionych składników w procesie granulowania.

Do prób granulowania selektywnie dobranych składników zestawu wykorzystano doświadczalny granulator talerzowy, o średnicy talerza równej 900 mm, będący w posiadaniu Zakładu Technologii Szkła. Celem doboru najbardziej korzystnych warunków, obróbkę mechanochemiczną (granulowanie) przygotowaw-

nych zestawów prowadzono z udziałem różnych środków zwilżających i przy różnych parametrach pracy granulatora.

Realizacja niniejszego projektu pozwoliła uzyskać wymierne efekty zarówno poznawcze, jak i użyteczne. W przypadku wdrożenia tej metody do sporządzania zestawów spodziewane są również efekty materialne w postaci zmniejszenia zapotrzebowania energii, ograniczenia ilości szkodliwych emisji i strat lotności surowców.

\*

T e m a t: 3NS40T14

JÓZEF ZAWIŁA

**Opracowanie nowych materiałów szklanych i/lub szklano-kryształicznych na bazie surowców odpadowych przemysłu cementowego i przetwórstwa mineralnego dla zastosowań w budownictwie (międzyoddziałowa)**

Planowanym celem niniejszego projektu było opracowanie i uzyskanie na bazie surowców odpadowych przemysłu cementowego i przetwórstwa mineralnego materiałów szklanych i szklano-kryształicznych oraz spienionych materiałów o charakterze termoizolacyjnym.

Prace laboratoryjne ukierunkowano na trzy obszary zastosowań wymienionych wyżej surowców odpadowych: topienie szkieł na opakowania, materiały szklano-kryształiczne oraz materiały termoizolacyjne typu szkło piankowe.

W ramach projektu:

- opracowano skład zestawu na szkło opakowaniowe zawierającego odpadowy pył cementowy, określono maksymalny dopuszczalny udział pyłu w zestawie, określono jego wpływ na podstawowe właściwości topionego szkła;
- zaprojektowano materiał szklano-kryształiczny oparty na trzech głównych fazach kryształicznych; diopsydzie ( $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ ), anortycie ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) oraz na wolastonicy ( $\text{CaSiO}_3$ ), wykorzystując do tego celu odpadowe frakcje pyłu cementowego i perlitu;
- opracowano skład lekkiego materiału spienionego, na wzór tradycyjnego szkła piankowego, w tym granulowanego, wykorzystując do tego celu odpadowy pył perlitowy o właściwościach, które predysponują go do zastosowań głównie jako materiału termoizolacyjnego.

Realizacja niniejszego projektu pozwoliła uzyskać wymierne efekty zarówno poznawcze, jak i użyteczne.

\* \* \*