

FRI-21-P-CT(R)-09

HARDENING GLASS CERAMICS WITH LOW THERMAL EXPANSION

Viktor Goleus, Tsvetan Dimitrov, Aleksandr Nosenko, Aleksandr Zaychuk, Natalia Ilchenko,
Aleksandra Amelina, Yulia Bondarenko

**УПРОЧНЕНИЕ СТЕКЛОКЕРАМИКИ С НИЗКИМ ТЕРМИЧЕСКИМ
РАСШИРЕНИЕМ**

Виктор Голеус

Украинский государственный химико-технологический университет
Кафедра керамики и стекла
E-mail: holvic22@gmail.com

Цветан Димитров

Русенски университет "Ангел Кънчев" Филиал Разград
Катедра "Химия и химични технологии"
E-mail: tz_dimitrow@abv.bg

Александр Носенко

Александр Зайчук

Украинский государственный химико-технологический университет
Кафедра керамики и стекла
E-mail: alexnosenko@mail.ru, E-mail: zaychuk_av@ukr.net

Наталья Ильченко

Александра Амелина

Юлия Бондаренко

Украинский государственный химико-технологический университет
Кафедра керамики и стекла
E-mail: amelinaalex@mail.ru, E-mail: Natailch1@ramble.ru

***Hardening glass ceramics with low thermal expansion:** The eucryptite glass-ceramic composition obtained with low thermal expansion, its method of hardening established. The influence of the chemical composition of solutions for hardening temperature and exposure time on the strength characteristics of glass-ceramics defined.*

***Key words:** Hardening, glassceramicwithlowthermalexpansion.*

ВВЕДЕНИЕ

Большинство промышленных литиевоалюмосиликатных стеклокристаллических материалов в качестве основной кристаллической фазы содержат β -сподумен. В [1] приведены составы ситаллов сподуменового типа, содержание Li_2O в которых составляет от 4 до 10 мас.%. Установлено, что снижение содержания Li_2O в составе материалов всегда приводит к повышению их теплового расширения (ТКЛР).

Учитывая дефицитность оксида лития, особый интерес представляют низкорасширяющиеся стеклокристаллические материалы в системе $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, содержание Li_2O в которых не превышает 4-5 мас.%. Кроме того, ситаллы, полученные на основе таких стекол имеют гораздо более высокие диэлектрические характеристики [2].

В то же время высокие температуры варки ситаллизующихся стекол с низким содержанием оксида лития (1600-1650°C), делают технологию их получения очень энергоемкой и, соответственно, материалы, полученные по этой технологии, очень дорогостоящими.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Значительного снижения энергоемкости технологии получения низкорасширяющейся стеклокерамики в системе $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ удалось достичь за счет использования керамической технологии в сочетании с принципом реакционного формирования структуры (РФС) [3]. В частности, в [4] для получения стеклокерамики петалитового состава с РФС использовали базовое стекло состава $\text{Li}_2\text{O}\cdot 2\text{SiO}_2$, температура варки которого составляла всего 1300°C . Содержание оксида лития в составе стеклокерамики не превышало 5 мас. %. Однако полученный материал наряду с низким значением ТКЛР ($\alpha = 5,4\cdot 10^{-7}$ 1/град) характеризовался высокой пористостью (Π_0 до 28%).

Согласно [5] при температуре $680\pm 10^\circ\text{C}$ петалитинкогруентно плавится с образованием соединения $\text{Li}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$ и высококремнеземистой остаточной стеклофазы, что вызывает сложности при получении стеклокерамики петалитового состава.

С целью снижения содержания оксида лития в стеклообразном дисиликате лития в его состав вводили оксиды бария и магния, максимально приближая к составам эвтектик в системах $\text{Li}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ и $\text{Li}_2\text{O}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$ при соблюдении соотношения $\text{MgO}/\text{BaO} = 1$ [1]. Для дальнейших исследований использовали стекло, включающее, мол. %: Li_2O - 22,6; MgO - 6,4; BaO - 6,4; SiO_2 - 64,6. Полагали, что в композиционных смесях “стекло - наполнитель” (в качестве наполнителя использовали каолин, $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, кварцевый песок), оксид бария будет связываться в целзиан, MgO в кордиерит, а Li_2O соответственно в эвкрипит либо сподумен.

Стекло указанного состава сварено при $t = 1300^\circ\text{C}$ в течение 1 часа, дифференциальная кривая его порошка с диаметром частиц менее 60 мкм представлена на рис. 1.

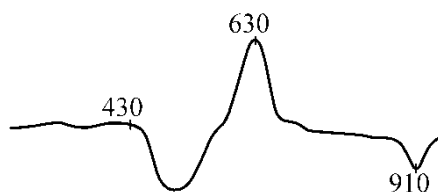


Рис. 1 Дифференциальная кривая порошка стекла ($d_p < 60$ мкм)

На основе данного стекла составляли композиционную смесь, которая включала, мас. %: стекло - 45; каолин - 45; $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ - 5; кварцевый песок 5. Состав смеси рассчитывали, исходя из условия связывания оксидов лития, магния и бария в низкорасширяющиеся фазы.

Смесь подвергали мокрому помолу в фарфоровом барабане в течение 1 ч. Влажность шликера составляла 28%. Из приготовленного шликера в гипсовые формы отливали образцы в виде штабиков, дисков и цилиндров для определения свойств материала. Образцы тщательно высушивали, а затем обжигали в силитовой печи при температуре 1200°C в течение 1 ч.

Рентгенограмма полученного стеклокерамического материала представлена на рис. 2.

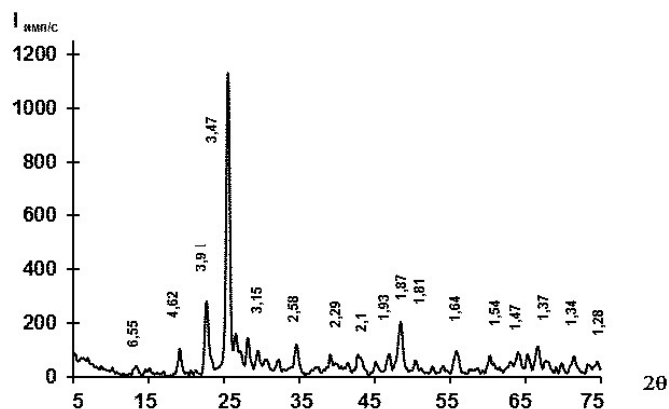


Рис. 2 Рентгенограмма стеклокерамического материала

Кристаллофазовый состав полученного материала представлен главным образом кристаллами β -сподумена ($d, \text{\AA} = 3,49; 3,91; 3,47$), а также небольшими количествами β -эвкритита ($d, \text{\AA} = 1,886; 3,48; 4,53$) и соединения $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ($d, \text{\AA} = 3,13; 3,43; 3,87$) [6].

Наличие вышеуказанных низкорасширяющихся фаз определяет и низкое значение ТКЛР материала в целом ($\alpha_{20-400} = 0 \cdot 10^{-7} \text{ 1/K}$). Водопоглощение материала составляет 4,2 %, открытая пористость – 6,5 %, кажущаяся плотность – 2,1 г/см³, удельное объемное сопротивление при 300°C ~ 10⁷ ом см. Предел прочности на сжатие составил 30 Мпа.

С целью повышения механической прочности материала образцы для определения предела прочности на сжатие подвергали обработке в расплаве нитрата калия „ионная набивка”. Температуру расплава варьировали от 450 до 500°C, время обработки от 0,5 до 1 ч. Наилучшие результаты были получены при температуре обработки 450°C и времени выдержки 1 ч, $\sigma_{сж.}$ материала составила более 100Мпа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены материалы с низким тепловым расширением с искаженными параметрами решетки, которые успешно могут быть использованы в различных отраслях науки техники.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бережной А.И. Ситаллы и фотоситаллы, Под ред. Н.А.Торопова. - М.: Изд-во "Машиностроение", 1966. - 371 с.
- [2] Дубовик Т.В., Сущева В.Я., Шматько Г.Н., Майкова Л.И. Электропроводность малощелочных и бесщелочных стекол и ситаллов, Стекло и керамика, 1991. - № 8. - С. 16-18.
- [3] Ходаковская Р.Я. Стеклокристаллические материалы и покрытия с реакционно формируемой структурой // Стекло и керамика. - 1989, №6, с.36-39.
- [4] Ильченко Н.Ю. Термостійка склокераміка з реакційно сформованою структурою.: Автореферат. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Дніпропетровськ. –1999.- 16с.
- [5] Эйтель В. Физическая химия силикатов. - М: Иностранная литература, 1962. - 1055 с.
- [6] Index of the X-ray Powder data file. – Published by the American Society for testing materials (ASTM). Philadelphia.

Для контактов:

Проф. д.т.н. Виктор Голеус, Первый проректор Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет», Зав. Кафедрой керамики и стекла, тел (+380562) 47-38-96, e-mail: holvic22@gmail.com.

Проф. д.т.н. Носенко Александр, Кафедра химической технологии керамики и стекла Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет», г.Днепропетровск, Украина, alexnosenko@mail.ru.

Проф. д.т.н. Зайчук Александр, Кафедра химической технологии керамики и стекла Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет», г.Днепропетровск, Украина, zauchuk_av@ukr.net

Доцент, к.т.н. Ильченко Наталья, Кафедра химической технологии керамики и стекла Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет», г.Днепропетровск, Украина, Natailch1@ramble.ru

Научный сотрудник, к.т.н. Амелина Александра, Кафедра химической технологии керамики и стекла Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет», г.Днепропетровск, Украина, amelinaalex@mail.ru

Студентка Бондаренко Юлия, Кафедра химической технологии керамики и стекла Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина.