

УДК 539.26

## ВЛИЯНИЕ ОКСИДА БОРА НА СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ЩЕЛОЧНО-АЛЮМОБОРАТНОЙ СТЕКЛОКЕРАМИКИ

Бухвостов А.И. (Университет ИТМО), Кульпина Е.В. (Университет ИТМО), Бабкина А.Н.  
(Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. ф.-м. н. Бабкина А.Н.  
(Университет ИТМО)

Работа посвящена изучению влияния концентрации оксида бора на образование кристаллических фаз в стеклокерамике, полученной при высокотемпературной термообработке исходного хромсодержащего стекла. Получены спектры рамановского рассеяния, кривые дифференциальной сканирующей калориметрии, проведен рентгеноструктурный анализ.

**Введение.** Оптическое материаловедение в ходе своего естественного развития вплотную подошло и приступило к созданию и изучению свойств наноразмерных объектов. Большой потенциал для исследования представляют собой наноразмерные кристаллы, допированные ионами переходных и редкоземельных металлов. Основным методом синтеза подобных структур – термообработка стекла определенного состава, при протекании которой и происходит формирование нанокристаллов в стекле. Полученные таким образом стеклокерамики в дальнейшем демонстрируют представляющие интерес для исследователя оптические свойства. При этом последние меняются в зависимости от окружения ионов переходных металлов, поскольку у ионов меняется валентность.

Созданию и изучению стеклокерамик, легированных ионами хрома, стоит уделить особое внимание, так как данные стеклокерамики являются оптическим аналогом рубина с более простым технологическим процессом синтеза и более дешевыми исходными реактивами.

**Основная часть.** В качестве объектов исследования в данной работе была синтезирована серия стекол щелочно-алюмо-боратной матрицы. Сверх 100% все составы содержали 0,1 мол. % активатора  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Матрица стекол имела состав:  $(25-0,25x) \text{Li}_2\text{O} - (25-0,25x) \text{K}_2\text{O} - (50-0,5x) \text{Al}_2\text{O}_3 - x\text{B}_2\text{O}_3$ , где  $x$  изменяется от 30 до 90 мол.%. Стеклокерамики были синтезированы путем двухступенчатой термообработки исходных стекол при температуре  $450^\circ\text{C}$  в течение 10 часов и  $600^\circ\text{C}$  в течение 1 часа.

Рентгеноструктурный анализ был осуществлен посредством рентгеновского дифрактометра Rigaku, использовался диапазон углов  $20^\circ - 80^\circ$  в схеме Брэгга-Брентано, источник излучения – медная трубка (испускались  $K_\alpha$  и  $K_\beta$  лучи, последние – поглощались никелевой фольгой).

Идентификация фаз осуществлялась с помощью базы дифракционных данных (ICDD PDF-2). Для получения рамановских спектров использовался конфокальный рамановский микроскоп фирмы Renishaw, в качестве источника возбуждения – гелий-неоновый лазер (632,8 нм, 50мВт). С помощью дифференциальной сканирующей калориметрии были получены температуры стеклования и кристаллизации образцов. Для этого использовался дифференциальный сканирующий калориметр фирмы Netzsch, измерения проводились в диапазоне температур  $200^\circ\text{C} - 1100^\circ\text{C}$ , скорость измерения составила  $10^\circ/\text{мин}$ .

**Выводы.** На основании проведенного исследования можно утверждать, что изменение концентрации оксида бора в матрице стекла влияет на структурные свойства и на температуру образования стеклокерамики. В составах с самой высокой концентрацией оксида бора (80% и выше) образуется кристаллическая фаза  $\text{Al}_4\text{B}_6\text{O}_{15}$ , температура максимума экзотермической области ( $T_c$ ) составляет  $640^\circ\text{C}$ ; со средней концентрацией оксида бора (65%-75%) образуется кристаллическая фаза  $\text{LiAl}_7\text{B}_4\text{O}_{17}$ ,  $T_c$  не меняется; при уменьшении концентрации оксида бора до 60%  $T_c$  понижается до  $600^\circ\text{C}$ , кристаллическая фаза сохраняется; при уменьшении концентрации оксида бора до 35% образуется кристаллическая фаза  $\text{Li}_2\text{Al}_4\text{O}_7$ . У составов с

концентрацией оксида бора 30% и 35% (закристаллизовавшихся еще при синтезе стекла), видно три полосы рамановского рассеяния – на  $540\text{ см}^{-1}$ ,  $770\text{ см}^{-1}$  и  $910\text{ см}^{-1}$ . У составов, оставшихся в аморфной фазе во время синтеза (все остальные), наблюдаются одинаковые полосы рамановского рассеяния в области  $400\text{ см}^{-1}$  и  $800\text{ см}^{-1}$ .

Синтез стекол выполнен при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых № МК-4235.2021.1.3. Исследование структурных свойств выполнено при финансовой поддержке гранта НИРМА ФТ МФ Университета ИТМО.

Бухвостов А.И. (автор)

Подпись

Бабкина А.Н. (научный руководитель)

Подпись