

УДК 535.372

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК-КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ НА
СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА БОРАТНЫХ СТЕКЛОКЕРАМИК,
АКТИВИРОВАННЫХ ХРОМОМ**

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 добавок-кристаллизаторов на спектральные и люминесцентные свойства наностеклокерамики, полученной при высокотемпературной термообработке исходного стекла, содержащего оксид хрома. Получены спектры оптической плотности и спектры люминесценции для образцов с различными концентрациями NH_4HF_2 , NH_4F , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Также проведены концентрационные исследования интенсивности поглощения и квантового выхода люминесценции.

Введение. Будущее лазерных технологий принадлежит рубиновым лазерам. Сегодня рубиновые лазеры изготавливают на основе кристаллов, а материаловеды занимаются созданием рубиновых лазеров на основе стекол – это позволило бы упростить технологию изготовления и снизить стоимость производства. Оптическим аналогом кристалла рубина могут служить наностеклокерамики, активированные ионами Cr^{3+} . По величине квантового выхода такие материалы не будут уступать кристаллам, а по стоимости производства будут сопоставимы со стеклами. Стеклокерамические материалы, активированные ионами Cr^{3+} , обладают интенсивной люминесценцией в красной области спектра.

Целью данной работы было получить стеклокерамические образцы с различными добавками-кристаллизаторами и изучить влияние их концентрации на оптические и люминесцентные свойства стекла.

Основная часть. В ходе данной работы были синтезированы экспериментальные стекла составов, имеющие матрицу: $12,5 \text{ Li}_2\text{O} - 12,5 \text{ K}_2\text{O} - 25 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 50 \text{ B}_2\text{O}_3$ (мол.%), содержащие 0,1 мол.% Cr_2O_3 . В качестве восстановителя была использована окись сурьмы с концентрацией 1 мол.%. В качестве добавок-кристаллизаторов выступали NH_4HF_2 с концентрацией 1,1 мол.% (состав Cr 1), 3,3 мол.% (состав Cr 2), и 4,4 мол.% (состав Cr 4); NH_4F с концентрациями 2,85 мол.% (состав Cr 3) и 4,285 мол.% (состав Cr 5), а также $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ с концентрацией 3,08 мол.% (состав Cr 6) и 9,415 мол.% (состав Cr 7), последний использовался в качестве добавки в состав стекла с матрицей $20 \text{ Li}_2\text{O} - 5 \text{ K}_2\text{O} - 25 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 50 \text{ B}_2\text{O}_3$ (мол.%), концентрацией восстановителя Sb_2O_3 1 мол.%, и содержащий 0.1 мол.% Cr_2O_3 .

Образцы исходного стекла были термообработаны при температуре 560°C или 600°C для получения стеклокерамики.

Исследования спектральных и люминесцентных свойств стекол проводились после термообработки. Спектры оптической плотности регистрировались с использованием спектрофотометра Lambda 650 (Perkin Elmer) в диапазоне длин волн 250 - 800 нм. Спектры люминесценции и квантовый выход были получены с помощью интегрирующей сферы (Hamamatsu).

В спектрах всех составов, прошедших термическую обработку при 600 °C, наблюдаются широкие полосы поглощения в областях 400 нм и 540 нм, соответствующие поглощению ионов Cr^{3+} . Для составов, термообработанных при 560 °C, данные полосы смещены в длинноволновую сторону на 20-30 нм. В спектрах люминесценции образцов стекол после термообработки проявляются три полосы с максимумами на 685 нм, 699 нм и 713 нм при возбуждении излучением с длиной волны 532 нм. При этом наибольшей интенсивностью люминесценции обладает состав Cr 4, а наибольшим квантовым выходом – состав Cr 1 (с наименьшим количеством NH_4HF_2). Однако, линейная зависимость квантового выхода от

концентрации NH_4HF_2 не наблюдается. Среди всех составов наименьший квантовый выход зафиксирован у состава Cr 7.

Выводы. На основании проведенного исследования можно утверждать, что изменение добавок-кристаллизаторов и их концентраций значительно влияет на оптические и люминесцентные свойства стекла: меняется коэффициент поглощения и квантовый выход, а изменение режима термообработки приводит к смещению полос поглощения Cr^{3+} .

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых № МК-4235.2021.1.3.

Бухвостов А. И. (автор)

Подпись

Бабкина А.Н. (научный руководитель)

Подпись