

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ОКСИДОВ НА АП-КОНВЕРСИОННУЮ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ ИОНОВ ЭРБИЯ В БЕСЩЕЛОЧНЫХ ГЕРМАНАТНЫХ СТЁКЛАХ

Константинова Е.Д. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.ф.-м.н., Асеев В.А.
(Университет ИТМО)

Введение. В настоящее время существуют различные виды приборов для измерения температуры, однако, многие из них имеют ограничения в определенных условиях окружающей среды. Электромагнитные наводки, отсутствие возможности проведения измерений в разных точках поверхности или химическая нестабильность в водных, парообразных или биологических средах влияют на точность полученных данных. Для решения этой проблемы применяются люминесцентные датчики на основе температурного перераспределения энергии по возбужденным уровням. Датчики такого типа обладают высокой точностью измерений температуры, а их измерения основаны на измерении относительной интенсивности люминесценции с двух термически связанных уровней и не зависят, например, от мощности источника. Целью данной работы является оптимизация состава бесщелочного германатного стекла, активированного ионами эрбия и иттербия для получения максимальной температурной чувствительности.

Основная часть. Стекла были синтезированы в системе $\text{GeO}_2\text{-BaO-SrO-TiO}_2$ при неизменной концентрации оксидов эрбия и иттербия. В части стекол данного ряда оксид стронция был эквимолярно замещен на оксиды кальция и магния. Такие составы германатных стёкол были выбраны с целью исследования влияния силы поля ионов II группы на люминесцентные свойства в паре $\text{Yb}^{3+} \leftrightarrow \text{Er}^{3+}$, а также исследования апконверсионных процессов в стёклах, активированных иттербием и эрбием. Так, первый ряд образцов представляет собой ряд по замене BaO на SrO с шагом 5 % мол при неизменной концентрации остальных компонентов стекла. В составах второго ряда происходит изменение ионного радиуса щелочноземельного катиона ($\text{Sr}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$) при постоянной концентрации оксида бария. Составы третьего ряда рассмотрены для исследования влияния CaO за счёт уменьшения концентрации BaO. При сравнении спектрально-люминесцентных свойств образцов было выявлено, что путем модификации локального окружения иона эрбия можно изменять относительные интенсивности полос ап-конверсионной люминесценции [1]. Наибольшую интенсивность перехода ${}^2\text{H}_{11/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ показал образец первого ряда с равным соотношением SrO и BaO. Для третьего ряда равное соотношение BaO, SrO и CaO привело к преобладанию интенсивности красной полосы люминесценции над зеленой по сравнению с другим образцом, где BaO был эквимолярно замещен на CaO, что может быть обусловлено ростом вероятности безызлучательных переходов иона эрбия за счет увеличения высокочастотной составляющей колебательного спектра данного стекла. Во втором ряду образец с содержанием MgO также показывает преобладание красной полосы над зеленой. Также в работе было проведено исследование температурной зависимости ап-конверсионной люминесценции для всех образцов стекла и проведен расчет абсолютной и относительной температурных чувствительностей люминесценции.

Выводы. Было выявлено, что различные добавки в составе бесщелочного германатного стекла изменяют характер штарковского расщепления уровней энергии ионов эрбия и меняют форму спектральных полос люминесценции. Был проведен сравнительный анализ ап-конверсионных спектров исследуемых образцов при различных температурах. Определен состав стекла с наилучшей температурной чувствительностью.

Список использованных источников:

1. Dramicanin M. Luminescence Thermometry: Methods, Materials, and Applications // Woodhead Publishing. – 2018. – P. 137