**Бензоаты тербия-европия для люминесцентной термометрии**

***Целых Л.О., Кожевникова В.Ю., Уточникова В.В.***

*Аспирант, 1 г.о.*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: lyuba.tselih@yandex.ru*

Температура является наиболее часто измеряемым параметром во всех природных и инженерных системах. При этом большинство известных температурных датчиков неприменимы для измерений движущихся объектов, или при ограниченном доступе к поверхности и на микроуровне. Бесконтактная люминесцентная термометрия является решением таких проблем благодаря быстрому отклику, высокому тепловому и пространственному разрешению, высокой температурной чувствительности и возможности нанесения слоя температурно-чувствительного материала на любые поверхности. Среди люминесцентных материалов перспективны координационные соединения (КС) лантанидов благодаря их узким полосам люминесценции с постоянным положением, Стоксову сдвигу, большим временам жизни и яркой люминесценции. Пара Tb-Eu позволяет использовать соотношение полос люминесценции ионов двух металлов в качестве отклика, избавляя от дополнительной калибровки сенсора.

Тем не менее, люминесцентные материалы на основе КС лантанидов, сенсорный отклик которых основан только на эффективности температурно-зависимых переносов энергии, обладают низкими значениями температурной чувствительности [1]. Способом повысить чувствительность может стать введение дополнительного температурно-зависимого процесса, происходящего с разной эффективностью для Tb3+ и Eu3+ [2].

Мы предположили, что, поскольку молекулы воды в составе КС тушат люминесценцию ионов Tb3+ и Eu3+ с разной эффективностью, дегидратация при нагревании существенно повлияет на спектр люминесценции. Для проверки этой гипотезы использованы гидратированные гетерометаллические бензоаты
Tb1-xEux(bz)3(H2O)2 (х = 0.005, 0.01, 0.03). Порошки КС показали температурную чувствительность в диапазоне 25-400 оС, который можно разделить на три в зависимости от процесса, определяющего температурный отклик. Так, в диапазоне 25-70 оС он обусловлен разной эффективностью тушения люминесценции Tb3+ и Eu3+ молекулами воды, в то время как при 70-80 оС температурная зависимость люминесценции связана с процессом дегидратации КС. Температурная чувствительность в диапазоне 100-400 оС в большей степени связана с высокой эффективностью процессов обратного переноса энергии с Eu3+ на Tb3+, а также с температурным тушением ионной люминесценции этих ионов. При этом дегидратация происходит необратимо, и порошки КС можно использовать в качестве сенсора на перегрев более 80 оС, когда невозможен контроль температуры в реальном времени.

Суспензия Tb0.97Eu0.03(bz)3(H2O)2 в воде является основой обратимого термометра, однако рабочий диапазон составляет 25-100 оС. При этом максимальная температурная чувствительность обусловлена процессами отщепления и присоединения молекул воды, которые происходят в разных температурных диапазонах при нагревании и охлаждении суспензии. Максимальная температурная чувствительность достигает 55%/oC при 65 oC, что является максимальным значением для люминесцентных термометров и на порядок превышает температурную чувствительность, известную для соединений лантанидов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 20-73-10053.*

**Литература**

1. Th. Popelensky, V. Utochnikova. How does the ligand affect the sensitivity of the luminescent thermometers based on Tb-Eu complexes // Dalton Trans. 2020. Vol. 49. P. 12156-12160.

2. L. Tcelykh, V. Kozhevnikova et al. Sensing temperature with Tb-Eu-based luminescent thermometer: A novel approach to increase the sensitivity // Sens.Actuator A Phys. 2022. Vol. 345. P. 113787.