**Получение люминесцентных термометров на основе координационных соединений европия и иттербия с производными фенантролина**

***Орлова П.А., Орлова А.В.***

*Студент, 1 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: orlovapa@my.msu.ru*

Температура является одним из самых часто измеряемых параметров в быту, на производстве и в научных исследованиях. Наиболее распространено использование контактных термометров, в том числе термопар и термометров сопротивления, однако такие методы термометрии применимы не во всех случаях. Например, для измерения температуры малых объектов необходимы датчики, обеспечивающие минимальные теплопотери при измерении. В таких случаях актуальны люминесцентные термометры, использующие зависимость различных фотофизических характеристик люминофоров от температуры. Такие методы термометрии не требуют подвода коммуникаций к точке измерения температуры, что позволяет упростить обслуживание оборудования.

Люминесцентные термометры часто основаны на координационных соединениях (КС) лантанидов. Преимущество их заключается в том, что лантаниды обладают узкими эмиссионными полосами, удобными для детектирования, высокой интенсивностью люминесценции и длительными временами жизни. Более того, КС лантанидов с органическими лигандами – это широкий класс соединений, очень разнообразный с химической точки зрения, поэтому можно подобрать такое соединение, чтобы конечный материал удовлетворял требованиям применения. Так, перспективным направлением является получение термометрирующих тонких пленок на основе КС лантанидов. Из-за своей толщины плёнки снижают теплопотери, они прозрачные, поэтому их можно наносить на любую поверхность, а протяженность позволяет проводить картирование, а не только измерение в точке.

В данной работе в качестве объектов исследования были выбраны комплексы европия и иттербия с фенантролин-дикарбоксамидами, так как подобные лиганды зарекомендовали себя как эффективные комплексообразователи и сенсибилизаторы люминесценции европия. В первую очередь были получены КС EuL1Cl3 (QY=42.1 %, τ=921 мкс), EuL2Cl3 (QY=18.0 %, τ=144 мкс), EuL3Cl3 (QY=4.7 %, τ=212 мкс). Эти КС хорошо растворимы в спиртах и ацетонитриле, что обеспечивает простоту нанесения тонких прозрачных плёнок методом спин-коатинга. Комплекс EuL1Cl3 продемонстрировал температурную зависимость интенсивности люминесценции в диапазоне 35-180 ℃ с чувствительностью 2.7 % K-1. Также были получены КС YbL1Cl3, YbL2Cl3, YbL3Cl3, однако заметную люминесценцию проявлял только YbL2Cl3 (QY=0.6 %).

Полученные КС оказались химически стабильными, однако координированная вода в составе комплексов EuL2Cl3 и EuL3Cl3 уменьшала температурную чувствительность соединений и их термическую стабильность. Безводный комплекс EuL1Cl3 – единственный, для которого была получена зависимость интенсивности люминесценции при высокой температуре. Чтобы получить более термически стойкие комплексы, анионный лиганд заменили на пентафторбензоат. Из-за его большого размера и гидрофобности предполагалось, что комплексы будут безводными. КС с более объёмным анионным лигандом демонстрировали более высокие квантовые выходы EuL1(pfb)3 (QY=42.82 %, τ=805.9 мкс), EuL2(pfb)3 (QY=17.04 %, τ=512.6 мкс), EuL3(pfb)3 (QY=31.43 %, τ=590.3 мкс). Благодаря отсутствию воды КС иттербия проявляют заметную люминесценцию. Это позволило нам перейти к ратиометрическому измерению температуры и получить биметаллическое соединение EuxYb1‑xL3(pfb)3,демонстрирующее температурную зависимость интенсивности люминесценции в диапазоне 20-150 ℃ и чувствительностью до 4 % K-1.