

УДК 535.34, 535.37

ОПТИМИЗАЦИЯ СИНТЕЗА БЕССВИНЦОВЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ С СИММЕТРИЕЙ ТИПА ПЕРОВСКИТ

Наутран В.Р. (Университет ИТМО), **Мирущенко М.Д.** (Университет ИТМО),

Маргарян И.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Черевков С.А.

(Университет ИТМО)

В работе проведены литературный обзор на тему получения бессвинцовых нанокристаллов, имеющих структуру двойного перовскита, а также оптимизация параметров синтеза частиц $Cs_2AgInCl_6$, допированных висмутом и покрытых молекулами тетраэтоксисилана. Получены лабораторные образцы бессвинцовых кристаллов типа перовскит.

Введение. В настоящее время нанокристаллы с симметрией типа перовскит вызывают большой интерес среди научного сообщества из-за своих уникальных оптических и электронных свойств, таких как узкая спектральная ширина фотолюминесценции и настраиваемый спектр излучения в видимом диапазоне. Из-за своих свойств нанокристаллы перовскита широко используются в различных девайсах: лазерах, фотодетекторах, солнечных элементах, светодиодах.

Традиционным методом получения НК перовскита является метод горячей инъекции. При изготовлении данным методом стабильность НК выше, чем при использовании других методов, однако все равно невысока по сравнению с полупроводниковыми НК другой симметрии, что ограничивает их практическое применение. Также наличие свинца, токсичного химического элемента, и неустойчивость в гидрофильных средах не дают возможности дальнейшего использования НК в медицине.

Разработка методики синтеза устойчивых к атмосферному воздействию бессвинцовых нанокристаллов с симметрией типа перовскит позволит расширить прикладную область применения данных наночастиц. Например, появится возможность использования бессвинцовых перовскитов в медицине и других областях, имеющих непосредственный контакт с человеком. Более того, разработка нетоксичных материалов снизит пагубное воздействие на окружающую среду и человека.

Целью работы являлись разработка и получение оптимизированного протокола формирования бессвинцовых нанокристаллов $Cs_2AgInCl_6:Bi$ с симметрией типа перовскит, внедренных в матрицу SiO_2 , образованную молекулами ТЕОС. Полученные результаты могут быть использованы как модельные для дальнейшего изучения бессвинцовых перовскитов так и их применения в промышленности и биологических средах в качестве нетоксичного флуорофора.

В ходе работы был проведен ряд высокотемпературных синтезов неорганических двойных бессвинцовых нанокристаллов типа перовскит, допированных висмутом, а для увеличения стабильности нанокристаллов к атмосферным воздействиям пассивированных молекулами тетраэтоксисилана (ТЕОС).

Основная часть. В данной работе была проведена оптимизация синтеза бессвинцовых нанокристаллов с симметрией типа перовскит. В ходе исследования разработана упрощенная методика синтеза бессвинцовых нанокристаллов с симметрией типа перовскит с добавлением молекул ТЕОСа.

Исходный синтез нанокристаллов $Cs_2AgInCl_6:Bi$ представляет собой стандартную методику, в которой используются две колбы: одна из них с прекурсором цезия (олеат цезия), другая - основная колба, в которую загружаются соли серебра и индия.

Изменение синтеза состояло из нескольких этапов, а именно: добавление молекул ТЕОСа для повышения стабильности НК; переход от двухступенчатого синтеза к одноступенчатому, так

называемого “одноколбовому” синтезу; изменение параметров отделения НК от непрореагировавших продуктов реакции.

Полученная методика заключается в следующем: карбонат цезия, нитрат серебра, хлорид индия и хлорид висмута с 1-октадецином, олеиновой кислотой и олеиламином вакуумируются, а затем в атмосфере аргона нагреваются до 195 °С, после чего медленно охлаждаются до комнатной температуры. В момент, когда температура смеси находится в районе 60 °С, в раствор добавляется 0,5 мл ТЕОСа при интенсивном размешивании.

Выводы. В работе разработан и проведен высокотемпературный синтез двойных бессвинцовых нанокристаллов перовскита при допировании висмутом и пассивации их поверхности молекулами ТЕОС: добавление этих молекул позволяет увеличить срок хранения и стабильность в атмосферных условиях наноматериалов с симметрией типа перовскит. Эти образцы обладают такой-то люминесценцией и таким то квантовым выходом. Образцы продолжали люминесцировать спустя месяц при хранении при температуре +4 градуса цельсия.

Оптимизированная методика синтеза бессвинцовых нанокристаллов перовскита с молекулами тетраэтилортосиликата является перспективной для дальнейшего изучения и применения в областях, связанных с новыми материалами биофотоники.

Наутран В.Р. (автор)

Подпись

Мирущенко М.Д. (автор)

Подпись

Маргарян И.В. (автор)

Подпись

Черевков С.А. (научный руководитель)

Подпись