

УДК 532.542.2

СИНТЕЗ ПЕРОВСКИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ КАПЕЛЬНОЙ МИКРОФЛЮИДИКИ

Бикметова С.У. (Университет ИТМО), Корякина И.Г. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н, ст. науч. сотр. Зюзин М.В.

(Университет ИТМО)

В данной работе наночастицы галогенидных перовскитов синтезируются методом капельной микрофлюидики. Основные технологические параметры синтеза, такие как гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), температура и скорости потоков, были подобраны таким образом, чтобы стабилизировать синтез и улучшить его воспроизводимость. Полученные структуры были проанализированы с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и рентгеновской дифрактометрии (РД).

Введение. Перовскиты обладают уникальными оптическими и электрическими свойствами, благодаря чему представляют большой интерес для таких областей, как солнечная фотовольтаика, полупроводниковая электроника, лазерные технологии. Традиционные методы синтеза не всегда могут обеспечить точный контроль над морфологией получаемых наноструктур. Использование капельной микрофлюидики позволяет обеспечить более прецизионный контроль над условиями синтеза. Каждая капля представляет собой микрореактор, в котором точнее регулируются концентрации реагентов и происходит их равномерное перемешивание. Вариация размеров капли становится минимальной, что обеспечивает моодисперсность получаемых наноструктур. Также, стоит отметить, что с использованием микрофлюидного подхода значительно снижается расход реагентов, время реакции и общая стоимость единичного синтеза. Таким образом, используя капельную микрофлюидику, можно усовершенствовать синтез наночастиц перовскита.

Основная часть. Синтез перовскитных наночастиц проводится внутри каналов микрофлюидного чипа (МФЧ), который изготавливается методом «мягкой» литографии. В качестве оптимальной топологии генератора капель была выбрана топология с фокусировкой потока, что обеспечивает простой контроль над размером получаемых капель и позволит уменьшить вероятность засорения канала в месте генерации. Подача реагентов производилась с помощью шприцевых насосов с нагревом.

Для синтеза в качестве дисперсной среды использовались прекурсоры перовскита: олеат цезия (Cs-oleate) и бромид свинца (PbBr₂), предварительно растворенные в вазелиновом масле. Применение капельной микрофлюидики подразумевает выполнение условия несмешиваемости непрерывной и дисперсной сред. В силу этого, в качестве непрерывной среды была выбрана вода. Для получения стабильного режима каплеобразования необходимо учесть межфазное натяжение. Основным способом изменения межфазного натяжения является использование поверхностно-активных веществ (ПАВ). В данной работе в качестве ПАВ выбраны Span-80 (ГЛБ 4.3) и Tween-80 (ГЛБ 15), смешивая которые проведена вариация конечного ГЛБ и подбор оптимального значения. Температура синтеза варьировалась в диапазоне от 70 до 120 градусов, что обеспечивается нагревом шприцев с прекурсорами перовскита до подачи в МФЧ.

Выводы. В ходе работы получены и охарактеризованы наночастицы перовскита, синтезированные методом капельной микрофлюидики. Подобраны оптимальные условия синтеза (температура, ГЛБ, скорости подачи реагентов). Полученные структуры охарактеризованы методами СЭМ и РД. Анализ морфологии методом СЭМ показал преобладание морфологии вида куб (средний размер структур 500 нм). Результаты РД подтвердили наличие орторомбической фазы перовскитных наночастиц.