

УДК 544.77

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГИДРОФИЛИЗИРУЮЩЕГО АГЕНТА НА СВОЙСТВА КВАНТОВЫХ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ

Мошков А.С. (СГУ им. Н.Г. Чернышевского), Корнилов Д.А. (СГУ им. Н.Г. Чернышевского), Дрозд Д.Д. (СГУ им. Н.Г. Чернышевского)

Научный руководитель - д.х.н., профессор Горячева И.Ю. (СГУ им. Н.Г. Чернышевского)

Аннотация.

Исследована зависимость квантового выхода гидрофилизированных квантовых точек (КТ) от количества гидрофилизированного агента β -меркаптоэтанола (МЭТ). Образцы гидрофилизированные большим количеством МЭТ имеют изначально больший квантовый выход (КВ). Изучена зависимость снижения КВ гидрофилизированных КТ при длительном хранении от количества гидрофилизированного агента. При меньшем количестве МЭТ образцы более стабильны и дольше сохраняют показатель КВ. Было исследовано влияние температуры на снижения КВ при длительном хранении. Пониженная температура способствует сохранению свойств гидрофилизированных КТ в течение длительного промежутка времени. Было изучено влияние рН среды на КВ гидрофилизированных МЭТ КТ. Несмотря на необходимость повышения рН для депротонирования МЭТ, избыток щелочи приводит к понижению квантового выхода. Все наблюдаемые гидрофилизированные образцы при длительном хранении теряют коллоидную стабильность, однако было установлено, что восстановить коллоидную стабильность КТ можно путем добавления в осажденный образец гидрофилизированного агента или NaOH.

Введение.

Квантовые точки (КТ) представляют собой полупроводниковые нанокристаллы с элементами II–VI групп в своей структуре. КТ имеют большой потенциал применения в биоанализе за счет своих уникальных свойств. КТ, в отличие от органических красителей, которые обычно используются в биоанализе, обычно имеют более высокий КВ и более узкий пик люминесценции. Внутренний состав КТ может изменяться в широком диапазоне и иметь различную структуру. Например, может быть жесткая граница, между ядром и оболочкой (core-shell структура). КТ на основе твердых растворов (КТТР), имеют градиентный переход состава от центра к краю. Основным преимуществом КТТР, помимо их повышенной термической фотостабильности, является возможность изменять оптические свойства без изменения физического размера наночастицы. Это достигается за счет изменения соотношений элементов химического состава наночастицы. Для повышения стабильности КТТР могут быть покрыты стабилизирующим слоем, содержащим соединение с более широкой запрещенной зоной. Полученные КТ стабилизируются в растворе гидрофобными лигандами, что затрудняет дальнейшее их использование в биоанализе. Процесс гидрофизации используется для перевода КТ в водный коллоидный раствор, и заключается в замене стабилизирующих гидрофобных лигандов с поверхности КТ на гидрофильные. Для сорбции на поверхности КТ используют лиганды, содержащие -SH группу (такие как β -меркаптоэтанол (МЭТ), меркаптопропионовая кислота или дигидролипоевая кислота). Этот процесс может уменьшать количество дефектов на поверхности нанокристалла, за счет чего увеличится эффективность люминесценции КТ и увеличится КВ. При длительном хранении гидрофилизированные КТ теряют коллоидную и оптическую стабильность. Для протекания сорбции гидрофилизированного агента на поверхность КТ необходимо депротонировать гидрофилизированный лиганд, однако повышение рН отрицательно влияет на КВ и стабильность КТ.

Основная часть.

Использовали КТТР состава CdZnSeS/ZnS полученные одностадийным высокотемпературным органическим синтезом. 2-меркаптоэтанол (МЭТ, 99,0%) использовал и для гидрофизации. Гидрофизация легированных КТ происходила при

термостатировании на водяной бане (температура 80 °С). Гидрофилизацию КТТР проводили с различным количеством добавляемого (МЭТ). Расчет квантового выхода проводили относительно органического красителя кумарин-153.

При изучении зависимости оптических характеристик КТ от количества гидрофилизирующего агента (МЭТ) получены спектры поглощения и люминесценции водных коллоидов КТТР, а также рассчитан КВ. Форма спектров не изменилась относительно исходных, что свидетельствует об отсутствии образованных в ходе гидрофилизации дефектов на поверхности нанокристалла. Исходные образцы имели КВ 23%, при этом при КВ возрастал в 3-4 раза.

Оптические свойства полученных образцов исследовали при длительном хранении. Образцы хранили при комнатной (+24 °С) и пониженной температуре (+4 °С). Периоды коллоидной стабильности и оптических свойств образцов исследовали в течение 52 суток. Установлено, что при пониженной температуре образцы более устойчивы к осаждению. Коллоидную стабильность образцов проверяли каждые 3-4 дня. Образцы, хранящиеся при температуре +24 °С, теряют коллоидную стабильность и осаждаются быстрее. Была установлена зависимость уменьшения оптической и коллоидной стабильности при длительном хранении с увеличением количества гидрофилизирующего агента.

Проведено варьирование количества щелочи, применяемой для диспергирования гидрофилизированных КТ в диапазоне 50 – 1000мкл. Установлено, что увеличение количества NaOH добавляемого для диспергирования гидрофилизированных образцов негативно влияет на квантовый выход получаемых КТТР.

Выводы.

После гидрофилизации МЭТ КТТР состава CdZnSeS/ZnS значительно улучшили свои оптические свойства. Установлено, что КВ зависит от количества добавленного МЭТ. Исследовано влияние количества гидрофилизирующего агента на стабильность КТ при длительном хранении. Было обнаружено, что КТ, гидрофилизированные меньшим количеством МЭТ, более оптически и коллоидно стабильны. Было установлено негативное влияние избытка NaOH на КВ.

Благодарности.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, проект № 21-73-10046.

Мошков А.С. (автор) _____

Горячева И.Ю. (научный руководитель) _____