

УДК 53.082.56

## СИНТЕЗ КОЛЛОИДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК СУЛЬФИДА ЦИНКА, ЛЕГИРОВАННОГО МЕДЬЮ (ZNS:CU)

Чуйкина Полина Антоновна,

*Студент 4 курса,*

*кафедра «Электронные технологии в машиностроении»*

*Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: А.Р. Ибрагимов,*

*кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Коллоидные квантовые точки (ККТ) – полупроводниковые нанокристаллы размером 1–10 нм, стабилизированные в растворе, чьи оптические свойства определяются эффектом квантового ограничения. Ширина запрещенной зоны в таких частицах зависит от их размера: чем меньше кристалл, тем короче длина волны излучения [1]. ККТ способны к фото- и электролюминесценции, что обуславливает их



применение в светотехнике и в качестве биомаркеров.

Рис. 1. Фотолюминесценция квантовых точек

Существуют различные методы синтеза ККТ (золь-гель метод, с применением ПАВ, органо-металлический), однако использование полимерной матрицы обеспечивает более интенсивную и стабильную люминесценцию, а также биосовместимость получаемых структур. Данная работа посвящена синтезу коллоидных квантовых точек ZnS:Cu в матрице поливинилового спирта (ПВС) и исследованию параметров, влияющих на их формирование и люминесценцию.

Получение ККТ реализуется в несколько этапов: растворение ПВС до однородного геля; приготовление растворов ионов  $Zn^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Cu^{2+}$ ; создание квантовых точек перемешиванием всех растворов на магнитной мешалке при нагреве [2]. Поливиниловый спирт выступает в роли как стабилизатора, так и компонента, влияющим на кинетику роста кристаллов. В качестве реагентов использовались слабые соли металлов и органический источник сульфид-ионов.

Целью экспериментов являлось получение люминофора ZnS:Cu с излучением в зелено-голубой области спектра. Для достижения поставленной цели необходимо подобрать параметры синтеза из диапазона варьирования факторов, указанного в таблице 1.

Таблица 1. Варьируемые  
параметры синтеза

Параметр	Диапазон варьирования
Температура растворения ПВС	50 – 100°C
Время растворения ПВС	20 – 90 мин
Концентрация растворов ионов цинка, серы, меди	Zn: 0,1; 0,5; 1,5M; S: 0,1; 0,5; 1,5M; Cu: 0,001; 0,002; 0,015M
Используемый объем матрицы	20 – 50 мл
Порядок добавления реагентов	Zn – Cu – S; Zn – S – Cu
Температура синтеза	50 – 75°C
Время синтеза	40 мин – 4 ч

Результаты экспериментов показали, что низкая температура растворения спирта не дает необходимой структуры жидкий гель. Малые концентрации ионов цинка не формируют ядер квантовых точек, при этом кратное увеличение концентраций всех реагентов приводит к образованию иных соединений и комплексов. Контроль кинетики роста необходим для предотвращения образования макрокристаллов ZnS. Для получения качественных результатов после синтеза образца следует проводить центрифугирование. Разделение фракций ПВС и КТ позволит получить более точные СЭМ-изображения.



Рис. 2. Свечение коллоидного раствора ZnS:Cu под ультрафиолетовым излучением 365 нм

Таким образом, синтез ZnS:Cu в ПВС позволяет получать стабилизированные коллоидные растворы нанокристаллов, однако методика включает два блока. Первый – настройка параметров самого синтеза. Второй – многоэтапная пробоподготовка образцов для анализа. Комплексный контроль на всех стадиях обеспечит повышение квантового выхода и воспроизводимость результатов.

### Литература

1. *Osyriw A. R. C. u др.* Solution-processed colloidal quantum dots for light emission // *Materials Advances*. 2022. Т. 3. № 17. С. 6773-6790.
2. *Кауль А.Р.* Спецпрактикум. — М.: Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, 2008. — 212 с.