

## **ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ОРГАНИКО-НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАСТВОРИМЫХ СИНИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ**

**Узенбаева Сабина Ахмадуллаевна**

студент, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, РФ, г. Казань

**Шульгин Дмитрий Анатольевич**

научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, РФ, г. Казань

За последнее десятилетие молекулы клеток полиэдрического олигомерного силсесквиоксана (POSS) с базовой структурой  $(RSiO_{3/2})_n$  привлекли значительный интерес, поскольку они проявляют много необычных структурных особенностей по сравнению с традиционными наноматериалами, включая кубическую геометрию силоксановой клетки и распределение многофункциональных подвесных кронштейнов из куба в трехмерном пространстве.

Производные POSS представляют собой уникальное семейство молекулярно-точных изотропных частиц со средним диаметром 1-3 нм в зависимости от количества атомов кремния в центральной клетке и природы их различных периферических заместителей.

Органические-неорганические гибридные наноконпозиты на основе POSS широко применяются в органических светоизлучающих диодах (OLED) для улучшения термостабильности наноконпозитов, подавления агрегации излучающих р-функциональных элементов, эффективного повышения квантовой эффективности и характеристик электролюминесценции в OLED. Хотя излучатели POSS имеют большие перспективы для разработки оптоэлектронных устройств, существует серьезная проблема: массивные и громоздкие наноразмерные клетки имеют тенденцию к агрегации, что приводит к отчетливой морфологии разделения фаз – это отрицательно влияет на свойства материала и длительность эксплуатации.

Таким образом, можно предположить, что введение объемных боковых цепей в структуру функциональных молекул, возможно, будет подавлять явление агрегации. Чтобы решить данную проблему необходимо разработать новый класс излучателей света на основе POSS с улучшенной дисперсией, высокой эффективностью устройства и чистотой цвета.

Богатое р-электронами органическое соединение пирен представляет собой плоский полициклический ароматический углеводород, состоящий из четырех кольцевых бензольных колец, которые проявляют сильную синюю флуоресценцию. Тем не менее, пирен имеет тенденцию разлагаться при температурах значительно ниже его точки кипения, что затрудняет его применение в OLED. Исследователи разработали различные стратегии молекулярного дизайна для решения этой проблемы и использования пирена в качестве эмиссионного слоя и термостойкого материала в устройствах OLED. Хотя ряд производных на основе пирена широко используется для применения в органических светодиодах, гетероароматические производные имеют тенденцию к агрегации с образованием кристаллов и эксимеров, что приводит к значительному красному смещению их флуоресцентного излучения и значительному снижению квантового выхода в твердом состоянии. Именно поэтому необходимы функционализированные пиреновые материалы с высокой квантовой эффективностью флуоресценции и превосходной термостабильностью, чтобы ускорить

прогресс в разработке современных OLED-устройствах. С помощью введения производных пирена в боковые группы POSS можно добиться желательных свойств материалов на основе пиренового света. Данная стратегия позволит формирование трехмерных структур, приводящих к аморфным фазам с наночастицами POSS, хорошо распределенными по всей матрице, и, таким образом, повысится не только термостабильность, но и оптоэлектронные характеристики хромофорного гибрида пирен-POSS. Таким образом, разработка нового класса универсальных материалов пирен-POSS будет иметь большой потенциал для достижения высокой эффективности флуоресценции в рамках универсальных типов приложений OLED без легированного синего цвета.

Новый органико-неорганический светоизлучающий материал разработанный путем введения наночастиц POSS в матрицу хромофора, которые служат эффективным стабилизатором для стимулирования и образования трехмерных наноструктур. Эта недавно разработанная производная POSS демонстрирует превосходную термостабильность, эффективный контроль дисперсионного поведения POSS и хорошие пленкообразующие свойства, результаты повышенной смешиваемости групп POSS и хромофорных фрагментов. Фотолюминесцентный и электрохимический анализы показали, что прикрепление клетки POSS эффективно подавляет агрегацию и улучшает стабильность цвета блоков DPCz как в растворе, так и в состоянии тонкой пленки, таким образом улучшая квантовый выход излучения и обеспечивая подходящий уровень энергии HOMO - LUMO для изготовления устройства OLED.

Кроме того, полученное трехслойное устройство может достигать световой эффективности 1,4 кд А<sup>-1</sup> и максимальной яркости 8900 кд м<sup>2</sup> со стабильным излучением чистого синего света при 450 нм и координатами CIE (0,15, 0,12). Удивительно, но световая эффективность и максимальная яркость устройства POSS-DPCz почти в два раза выше, чем у контрольного устройства на основе DPCz.

В целом, система POSS-DPCz представляет собой высокоэффективный органико-неорганический гибридный хромофор с превосходными тепловыми и оптоэлектронными свойствами, который обеспечивает потенциальный путь к получению практических OLED - устройств с требуемыми эксплуатационными характеристиками.

### **Список литературы:**

1. J. H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. Mackay, R. H. Friend, P. L. Burns and A. B. Holmes //Nature. -1990. -№ 347, P. 539-541.
2. Kong X. et al. Structure-property relationship of phosphine oxide based thermally activated delayed fluorescence molecules: First-principles study //Organic Electronics. - 2018. - № 59. - P. 7-14.
3. Zhang W. et al. Revealing the influence of hole injection material's molecular orientation on OLED's performance //Organic Electronics. - 2018. - № 59. - P. 301-305.
4. Dubey D. K. et al. Simple-structured efficient white organic light emitting diode via solution process //Microelectronics Reliability. - 2018. - № 83. - P. 293-296.
5. Афанасьев, А.В. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы: монография / А.В. Афанасьев, В.П. Афанасьев, Г.Ф. Глинский, С.И. Голудина ; под ред. Лучинина В.В., Таирова Ю.М.. — Москва : Физматлит, 2006. — 552 с.
6. Дзидзигури, Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии: учебное пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. — Москва: МИСИС, 2012. — 71 с.