

## СИНТЕЗ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ НА НОСИТЕЛЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ В АКРИЛАТНЫЕ КОМПОЗИТЫ

Кузьмин В. Н.<sup>1</sup>, Бурункова Ю. Э.<sup>1</sup>

Научный руководитель – канд. ф.-м. наук, доцент Бурункова Ю. Э.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

vlnkuzmin@mail.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР №623106 «Автономные интеллектуальные системы».

### Введение

Фотоотверждаемые акрилатные системы представляют собой перспективную прозрачную матрицу для создания оптических нанокомпозитных материалов [1]. В оптических технологиях актуальной задачей является повышение поглощения в ближнем инфракрасном диапазоне. Известно, что тороидальные углеродные наноструктуры проявляют нелинейно-оптический отклик и способствуют увеличению поглощения в ближнем инфракрасном диапазоне, а наночастицы меди, иммобилизованные на их поверхности, могут дополнительно усиливать поглощение [2, 3]. Предложен упрощенный метод синтеза наночастиц меди на носителях – тороидальных углеродных наноструктурах и диоксиде кремния – без предварительной функционализации, что открывает путь к созданию прозрачных оптических композитов и функциональных полимерных материалов.

### Основная часть

Синтезированы образцы наночастиц меди, иммобилизованных на тороидальных углеродных наноструктурах и диоксиде кремния с использованием аскорбиновой кислоты или формальдегида в качестве восстановителей. Оптимальные характеристики продемонстрировала система наночастиц меди на тороидальных углеродных наноструктурах, полученная с использованием аскорбиновой кислоты: средний размер частиц составляет около 60 нм, наблюдается узкое распределение по размерам и равномерное покрытие поверхности носителя. Аскорбиновая кислота обеспечивает контролируемую нуклеацию, в отличие от формальдегида, который приводит к агрегации частиц и повышенной полидисперсности. Наночастицы меди на тороидальных углеродных наноструктурах проявляют эффективность контроля размера и распределения частиц, сопоставимую с системами, стабилизированными на диоксиде кремния, что подтверждено данными сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа (размер кристаллитов составляет около 34 нм). Введение наночастиц меди на тороидальных углеродных наноструктурах замедляет процесс полимеризации смеси акрилатных мономеров (CAS 1565-94-2, CAS 48145-04-6, CAS 24615-84-7) при использовании фотоинициатора (CAS 125051-32-3): индукционный период увеличивается до 30 секунд, что способствует снижению внутренних напряжений в получаемом оптическом материале. Полимерный композит сохраняет высокую прозрачность (около 90 %) в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах при одновременном снижении пропускания в ультрафиолетовой области, что делает его перспективным для создания ультрафиолетовых фильтрующих покрытий и защитных слоев фоточувствительных устройств.

### Выводы

Получен оптически прозрачный акрилатный нанокомпозит с наночастицами меди, иммобилизованными на тороидальных углеродных структурах, сочетающий

высокую прозрачность в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах с эффективной ультрафиолетовой фильтрацией. Материал перспективен для создания защитных покрытий фоточувствительных устройств, элементов оптоэлектроники и нелинейно-оптических ограничителей интенсивности лазерного излучения в системах квантовой связи.

### **Литература**

1. Bai Z. et al. The Diffraction Efficiency of Acrylate-Based Holographically Photopolymerized Gratings Enhanced by the Dark Reaction //Photonics. – MDPI, 2024. – Т. 11. – №. 4. – С. 320.
2. Belousova I. M. et al. Nonlinear-optical limiters of laser radiation based on suspensions of carbon and fulleroid nanoparticles //Journal of Optical Technology. – 2004. – Т. 71. – №. 3. – С. 130-135.
3. Indhu A. R., Dharanya C., Dharmalingam G. Plasmonic copper: ways and means of achieving, directing, and utilizing surface plasmons //Plasmonics. – 2024. – Т. 19. – №. 3. – С. 1303-1357.