

УДК 535.37

Аморфные и графитные углеродные точки для фотокаталитической генерации водорода

Маргарян И.В. (ИТМО)

Научный консультант – кандидат физико-математических наук, Кунделев Е.В. (ИТМО)

Введение. Перспектива истощения ископаемого топлива обуславливает большой научный интерес к созданию эффективных и недорогих материалов и устройств, способных осуществлять прямое преобразование солнечной энергии в химические связи. Водород представляется одним из лучших кандидатов в качестве резервуара преобразованной солнечной энергии. Расщепление воды с использованием фотокаталитических систем будет производить водород из неисчерпаемых ресурсов [1]. Ключевым требованием для создания устойчивой фотокаталитической системы является разработка эффективных и недорогих светопоглотителей. Недавно появившиеся углеродные точки (УТ) [2] имеют ряд преимуществ перед традиционными поглотителями света: большие коэффициенты поглощения в видимой области спектра, высокая фотостабильность и хорошая растворимость в воде, легкость (и масштабируемость) синтеза и последующей обработки поверхности, отсутствие редких металлов в составе УТ, а также нетоксичность. Наличие этих свойств делает УТ перспективными фотопоглотителями в фотокаталитических устройствах. Таким образом, актуальной научной проблемой является создание фотокаталитических устройств с улучшенными эксплуатационными характеристиками для генерации водорода на основе недорогих и нетоксичных УТ.

Основная часть. В работе были получены фотопоглотители в виде аморфных и графитных УТ на основе лимонной кислоты при температурах синтеза от 180 до 320°C. Состав и морфология УТ были исследованы с помощью атомно-силовой спектроскопии, спектроскопии инфракрасного поглощения, а также рамановской спектроскопии. Установлено, что размеры аморфных и графитных углеродных точек составляют 6.8 ± 2.3 нм и 1.4 ± 0.8 нм. Поверхность УТ как аморфных, так и графитных УТ характеризуется наличием карбоксильных групп. Оптические свойства УТ были исследованы с помощью спектроскопии UV-VIS поглощения и люминесцентной спектроскопии. Установлено, что графитные УТ обладают большей поглощательной способностью в видимой области спектра и меньшим квантовым выходом флуоресценции чем аморфные УТ. Также был выполнен синтез молекулярного катализатора генерации водорода (NiP) с высокоэлектроактивным ядром типа Дюбуа $[\text{Ni}(\text{P}_2\text{N}_2)_2]^{2+}$, содержащим внешнею координационную сферу с фосфоновыми группами. Создание фотокаталитических систем проводилось путем смешивания УТ и катализаторов типа Дюбуа в водной среде (рН 6) с добавлением этилендиаминтетрауксусной кислоты в качестве жертвующего донора электронов.

Выводы. Получена зависимость фотокаталитической генерации водорода от степени карбонизации УТ и установлено влияние процесса очистки УТ на их фотокаталитические свойства.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 22-73-00141.

Список использованных источников:

1. Cook T. R., Dogutan D. K., Reece S. Y., Surendranath Y., Teets T. S., Nicera D. G. Solar Energy Supply and Storage for the Legacy and Nonlegacy Worlds // Chemical Reviews. – 2010. – № 110(11). – С. 6474–6502.

2. Xu R., Ray R., Gu Y., Ploehn H. J., Gearheart L., Raker K., Scrivens W. A. Electrophoretic Analysis and Purification of Fluorescent Single-Walled Carbon Nanotube Fragments // Journal of American Chemical Society. – 2004. – № 126(40). – C. 12736–6502.