

ВЛИЯНИЯ РЕАКЦИОННЫХ УСЛОВИЙ НА СИНТЕЗ ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА КЕРИ ЛИ

Воробьев С.А., Лихацкий М.Н., Романченко А.С., Михлин Ю.Л.

*Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской Академии Наук,
Академгородок 50/24, Красноярск, 660036
e-mail: yekspatz@ya.ru*

Наночастицы серебра используют в бактерицидных материалах, катализе, оптике, фотонике, 2D и 3D печати, нанофлюидике, смазках и многом другом. Синтез наночастиц в коллоидных растворах, как правило, имеет небольшой выход 0.05 - 1.0 г/л, что требует дополнительных процедур по их концентрированию и очистке, утилизации отработанных растворов. Исключением является предложенный 130 лет назад ученым Carey Lea простой способ синтеза гидрозолей серебра до 20 г/л, где нитрат серебра восстанавливается цитратным комплексом железа (II). Несмотря на продолжительную историю и уникальность, данная система осталась практически не изучена. Отсутствуют комплексные данные о влиянии реакционных условий на размер наночастиц и их стабильность.

Нами была собрана установка для контролируемых условий синтеза и изучено влияние скорости введения и перемешивания растворов, температуры, концентрации растворов FeSO_4 , Na_3Cit , AgNO_3 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и др. Полученные золи были изучены методами фотонкорреляционной спектроскопии (DLS), оптической спектроскопии (UV-VIS), термогравиметрического анализа (TGA), рентген фотоэлектронной спектроскопии (XPS), инфракрасной спектроскопии (FTIR), просвечивающей электронной микроскопии (TEM) и др.

В частности, было установлено, что увеличение скорости инъекции (25 мл/с) и перемешивания (1000 об/мин), снижение температуры синтеза (0°C), снижение концентрации FeSO_4 (0.6 М) и присутствие $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0.3 М) приводит к увеличению стабильности наночастиц серебра. Показано, что отделение частиц и очистку лучше проводить методом фильтрования, а не центрифугирования с раствором NaNO_3 как было предложено Carey Lea.

Таким образом, синтез наночастиц можно проводить при концентрации восстановителя и стабилизатора в 2 раза более низкой чем в «классическом» рецепте Carey Lea. Полученные частицы имеют сферическую форму и размер около 7 нм (TEM), масса стабилизатора порядка 8% (TGA), а количество Fe^{3+} ионов ниже 0.01% (XPS). На основе синтезированных частиц были получены гидрозоли серебра с концентрацией до 800 г/л.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 18-73-00142.