

УДК 542.9

ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ В НЕВОДНЫХ СРЕДАХ: НОВЫЕ СТРАТЕГИИ СИНТЕЗА НАНОМАТЕРИАЛОВ

Леончук С.С. (Университет ИТМО), Фальчевская А.С. (Университет ИТМО),
Николаев В.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.х.н., профессор Виноградов В.В.
(Университет ИТМО)

Доклад посвящен теме новых синтетических возможностей, открываемых реакцией гальванического замещения с жидкими металлами в неводных средах. Показаны уникальные свойства смесей имидазолиевых ионных жидкостей с полярными апротонными органическими растворителями как сред для проведения безводной реакции гальванического замещения. Сделаны прогнозы на дальнейшее развитие данной области химии материалов.

Введение. За последнее десятилетие реакция гальванического замещения в нано- и микро-масштабе получила активное развитие как один из синтетических методов в области химии наноматериалов. Такой интерес к данному методу связан не только с возможностью получения металлических нано- и микропорошков для широкого спектра применений (катализ, фотоника, адресная доставка лекарств, тераностика, химические источники и хранилища энергии и т.д.), но и с широкими возможностями контроля формы, состава и типа получаемых наночастиц. Однако чаще всего реакцию гальванического замещения проводят в водной среде. Вода как растворитель вносит в данный процесс ряд ограничений, связанных с гидратацией ионов металлов, гидролизом их солей, образованием побочных продуктов, сильной зависимостью реакции от pH, сложностью изменения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов металлов. Перевод гальванического замещения в неводные среды органической природы позволит решить большую часть из всех указанных проблем и открыть новые горизонты для синтеза металлических наноматериалов с уникальными свойствами.

Основная часть. Предложены принципиально новые среды для проведения реакции гальванического замещения (РГЗ) в виде смесей ионных жидкостей с полярными апротонными органическими растворителями. В качестве ионных жидкостей использованы наиболее популярные и хорошо изученные [BMIM]BF₄ (1-бутил-3-метилимидазолия тетрафторборат) и [BMIM]PF₆ (1-бутил-3-метилимидазолия гексафторфосфат). Набор органических растворителей включает в себя ДМСО (диметилсульфоксид), ДМФА (диметилформамид), и пиридин. В качестве темплата («жертвенного» металла) для проведения реакции замещения в указанных средах выбран эвтектический галлий-индиевый сплав (GaIn), жидкий при комнатной температуре и способный к образованию микроэмульсий в жидких средах под действием ультразвука. Среди прекурсоров для проведения реакции – хлорид меди (I) CuCl, ацетилацетонат железа (III) Fe(acac)₃, некоторые соли кобальта, цинка, олова и сурьмы. Непосредственное проведение РГЗ для синтеза металлических и полиметаллических частиц осуществлено с предварительным ультразвуковым диспергированием (эмульгированием) жидкого галлий-индиевого сплава в выбранных средах и последующим смешением эмульсии с растворами прекурсоров. Полученные таким замещением металлические нано- и микрочастицы исследованы методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), энерго-дисперсионного анализа (ЭДА), ИК-спектроскопии (ИКС), спектроскопии динамического светорассеяния (ДРС) и рентгенофазового анализа (РФА) для подробной характеристики продуктов реакции.

Выводы. Получены порошки металлов и сплавов различной морфологии (сферы, граненые кристаллы, полые капсулы и др.) и дисперсности (микро- и наноразмерные). Помимо морфологии и дисперсности, также изучены элементный, фазовый и структурно-групповой состав синтезированных образцов. Продемонстрирована возможность осуществления РГЗ в смесях ионных жидкостей и полярных апротонных растворителей при относительной несостоятельности данной реакции в указанных растворителях в качестве сред, взятых в отдельности. Описаны вероятные причины уникальности свойств подобных смесей перед чистыми растворителями, их составляющими. Спрогнозировано дальнейшее развитие данного направления в области химии материалов.

Леончук С.С. (автор)

Подпись

Виноградов В.В. (научный руководитель)

Подпись