

Методы стабилизации наночастиц

Студент гр. 104510 Бучик А.
Научный руководитель – Яглов В.Н.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При получении наночастиц любым методом проявляется их склонность к образованию объединений. Такие объединения называют агрегатами и агломератами. В результате, при определении размеров наночастиц, необходимо различать размеры отдельных частиц (кристаллитов) и размеры объединений частиц. Различие между агрегатами и агломератами не является четко определенным. Считается, что в агрегатах кристаллиты более прочно связаны и имеют меньшую межкристаллитную пористость, чем в агломератах. Проблема, связанная с агрегированием наночастиц, возникает при их компактировании. Например, при компактировании агрегированного порошка металла путем спекания, для достижения определенной плотности материала требуются температуры тем выше, чем более крупные объединения наночастиц имеются в порошке. В этой связи при разработке методов получения нанопорошков продолжаются поиски мер для исключения или уменьшения степени образования объединений наночастиц. Так, в методах получения нанопорошков металлов путем конденсации из паровой фазы оказалось целесообразным точное регулирование температуры образования наночастиц. В химических методах оказывается эффективным исключение воды из некоторых стадий синтеза для уменьшения степени агломерирования.

Используются также методы уменьшения контакта между частицами металлов путем их покрытия различными материалами (капсулирования). Известно, что наночастицы некоторых металлов пирофорны, т.е. самопроизвольно возгораются на воздухе при комнатной температуре, поэтому создание защитной оболочки на таких наночастицах (капсулирование) является распространенным методом их защиты и стабилизации. В качестве защитного покрытия часто используют углерод. Образующиеся на поверхности металла углеродные слои, как правило, являются графитоподобными, а следовательно, проводящими. В тех случаях, когда необходимо создать электроизолирующее покрытие, используют слои из нитрида бора.

Стабилизация наночастиц металлов полиэлектролитами в водных растворах осуществляется за счет взаимодействия функциональных групп органических макромолекул с поверхностью наночастиц. Наиболее распространенными полиэлектролитами являются полиамиды, поликислоты, полиспирты, белки, или, что реже, различные блок-сополимеры, содержащие несколько функциональных групп. Например, биосовместимые сферические наночастицы Fe_3O_4 , диаметром 10 ± 2 нм можно получить добавляя в исходный раствор смеси солей железа (II) и (III) определенное количество сополимера поли[(2-(метакрилолилокси) этил фосфорилхолина) и полиглицерилмонометакрилата. Стабилизация наночастиц в данном случае происходит за счет образования хелатного комплекса с участием двух гидроксильных групп фрагмента глицерина и поверхностных атомов железа. Согласно последним представлениям в этой области, именно так осуществляется взаимодействие наночастиц с фрагментами молекул диолов. Таким образом, полученные наночастицы защищены от агрегации в силу отсутствия межчастичных взаимодействий. В таком виде пригодны для использования. Существуют примеры, когда вместо сополимеров используют смесь двух полимеров с небольшой молекулярной массой, которые смешиваются в процессе синтеза и взаимодействуя друг с другом, выполняют

различные функции, например один обеспечивает стабилизацию наночастиц, а другой обеспечивает хорошую смешиваемость с водой.

В последнее время стал распространенным также вариант, когда полученные осаждением наночастицы после добавления поверхностно-активных веществ переводятся затем в органические растворители, образуя гидрофобные суспензии.

УДК 544(075.8)

Термолиз, как метод получения наночастиц

Студент гр. 104510 Лукша А.

Научный руководитель – Яглов В.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

У каждого из используемых в настоящее время методов получения магнитных наночастиц существуют ограничения, сужающие возможности их синтеза. В силу электростатических, ионных и других взаимодействий, присутствия воды в реакционных системах, существенно осложняет контроль степени монодисперсности наночастиц. Управлять процессами нуклеации и роста наночастиц можно добавляя дополнительные стабилизирующие вещества либо используя двухфазные системы. Наиболее гибким и эффективным методом получения магнитных наночастиц в растворах является термолиз металлосодержащих соединений в высококипящих некоординирующих растворителях в присутствии стабилизирующих веществ., Широкое распространение и последующее развитие этот метод получил после успешной адаптации технологии синтеза полупроводниковых наночастиц на магнитные материалы. Сначала это были наночастицы кобальта, полученные методом впрыскивания раствора карбонила кобальта в нагретую смесь поверхностно-активных веществ, а затем наночастицы оксидов $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и Mn_3O_4 , полученные впрыскиванием раствора соответствующего купфероната в аналогичный горячий раствор. Используют также сплав FePt , приготовленный из $\text{Pt}(\text{acac})$ и $\text{Fe}(\text{CO})_6$ с использованием 1,2-гексадекандиола в качестве дополнительного восстанавливающего агента. В настоящее время можно выделить три группы методов получения металлических наночастиц в органических растворителях при высокой (180 – 360°) температуре, приводящих к получению металлических или оксидных наночастиц с высокой степенью монодисперсности (разброс по размерам < 5%):

I. Метод впрыскивания раствора металлорганического соединения с низкой температурой разложения в нагретый раствор, содержащий смесь поверхностно-активных веществ, в результате «быстрого» термолиза, приводящий к получению наночастиц;

II. Восстановление металлосодержащих соединений (ацетатов, формиатов и ацетилацетонатов металлов) при помощи длиноцепных ($\text{C}_{14}\text{-C}_{18}$) многоатомных спиртов или аминов;

III. терморазложение солей жирных кислот (олеатов, стеаратов, миристиатов) в высококипящих углеводородах (октадецен, тетракозан, эйкозан, гептадекан и т.д.).

Методам I удобно пользоваться для приготовления монометаллических наночастиц, например никеля, железа и кобальта различной кристаллической структуры и формы, с размерами частиц в пределах от 3 до 10 нм. Для приготовления биметаллических наночастиц метод подходит в том случае, когда имеется подходящий гетерометаллорганический прекурсор или используется смесь металлорганических соединений. Так, впрыскиванием смеси карбониллов железа и молибдена в раствор октилового эфира, содержащего октановую кислоту или бис-2-этилгексилламин в