

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 Pt(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

качестве поверхностно-активных веществ, при 280°C были получены наночастицы состава FeMo, диаметром от 3 до 14 нм, которые оказались эффективным катализатором роста одностенных углеродных нанотрубок. Контролируемым окислением на воздухе металлических наночастиц, образовавшихся после инъектирования, можно добиться получения бислойных наночастиц Ni/NiO.

В методе II спектр получаемых материалов гораздо шире, от наночастиц металлов, оксидов- NiO, Fe₃O₄, CoO, MnO, до биметаллических - FePt, MnPt₃, FeCo и триметаллических – Fe_xCo_yPt_{100-x-y} наночастиц, ферритов - CoFe₂O₄, NiFe₂O₄.

Разложение солей жирных кислот (группа методов III) - относительно новый экспериментальный подход, привлечший внимание, исследователей возможностью прецизионно контролировать размер получаемых наночастиц, например, продемонстрирован синтез сферических наночастиц с размерами 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 и 15 нм олеата железа (II). Термолизом соответствующих солей лауриновой, пальмитиновой и олеиновой кислот в октадецене при 300 – 380°C получены наночастицы магнитных оксидов никеля, марганца, хрома, кобальта и железа. Преимуществом данного метода перед остальными является возможность получать за один эксперимент наночастицы в количествах до 40 грамм.

УДК 540(075.8)

Получение золя оксида кремния из жидкого стекла

Студент гр. 104820 Патопенко М.А.

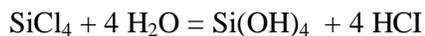
Научный руководитель – Бурак Г.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Золь-гель процесс - технология получения материалов с определенными химическими и физико-механическими свойствами, включающая получение золя и последующий перевод его в гель. Эту технологию используют при производстве катализаторов, стекла, вяжущих веществ, ядерного топлива и т.д. На первой стадии золь-гель процесса формируется химический состав продукта, который получают в виде высокодисперсного коллоидного раствора – золя. Размер частиц дисперсной фазы в стабильном золе постоянен. Увеличение концентрации дисперсной фазы приводит к появлению коагуляционных контактов между частицами и началу структурирования – гелеобразования.

Например, золь-гель синтезом получают коллоидный оксид кремния из тетрахлорсилана. Реакция гидролиза протекает по следующей схеме:



Золь кремниевой кислоты получен в процессе добавления SiCl₄ в воду (на 1 моль тетрахлорсилана 4 моль воды). Полученные кремнезоли в области pH = 1,5-6 обладают высокой агрегативной устойчивостью. Вместе с тем, выявлено, что на начальной стадии происходит значительное газовыделение и резкое повышение температуры.

Однородный коллоидный оксид кремния может быть так же получен гидролизом тетраэтоксисилана (ТЭОС):

