

Получение наноразмерного гидроксида алюминия

Студент гр. 104140 Заноско О.А.

Научный руководитель – Зык Н.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время все большее значение среди различных методов производства наноматериалов (НМ) приобретают химические методы получения различных классов химических соединений в нанодисперсном состоянии. Одним из химических способов, позволяющих получать наноразмерные порошки высокой дисперсности (10^{-3} – 1 мкм) и регулировать их гранулометрический состав, является метод химического осаждения, основанный на теории массовой кристаллизации из раствора. Процесс осаждения включает две основные стадии: образование кристаллических зародышей и их дальнейший рост. Общим условием формирования высокодисперсных наноразмерных осадков, получаемых массовой кристаллизацией из раствора, является сочетание высокой скорости образования зародышей с малой скоростью их роста. Кроме того, с точки зрения формирования определенного гранулометрического состава существенную роль играет так называемое вторичное зародышеобразование, происходящее в присутствии уже готовых кристаллов и значительно усложняющее задачу получения продуктов заданной дисперсности. Помимо зародышеобразования, дисперсный состав зависит также от особенностей роста кристаллов, их способности образовывать сростки, форма которых может быть самой разнообразной. Все указанные процессы зависят от условий кристаллизации, то есть от степени пересыщения раствора, скорости перемешивания, температуры, содержания растворимых и нерастворимых примесей и др. И распределение кристаллов по размерам, в конечном итоге, определяется подбором этих условий.

Для крупнокристаллических порошков известны, по крайней мере, два пути решения рассматриваемой задачи: во-первых, подбор таких режимов осаждения, при которых образуются осадки, состоящие из кристаллов нужных размеров. Во-вторых, выделение тем или иным способом нужной фракции из общей массы вещества. Однако, применительно к материалам с размером частиц менее 100 нм, второй путь практически неприемлем, трудоемок и малоэффективен в силу особой малости размеров частиц. Методом химического осаждения можно получать мелкодисперсные кристаллические осадки трудно растворимых соединений. Анализ факторов, влияющих на процесс кристаллизации, позволяет осуществлять регулирование условий осаждения для получения высокодисперсных порошков с заданной дисперсностью и с узким распределением частиц по размерам. Однако в литературе признано, что управление гранулометрическим составом и получение монодисперсного продукта относятся к наиболее сложным задачам получения порошковых материалов. Общими условиями формирования мелкокристаллических осадков следует считать достижение больших пересыщений, высоких скоростей перемешивания, осуществление нагрева раствора (с учетом возможного изменения фазового состава и формы получаемых кристаллов), наличие затравочных кристаллов. Материалами для получения гидроксида алюминия служили соли $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. В качестве осадителя использовали раствор KOH . Осаждение проводилось при комнатной температуре путем подачи растворов в реакционный сосуд дозировано с постоянной скоростью при непрерывном перемешивании и контроле кислотности раствора. Растворы заданной концентрации готовились предварительно в расчете на заданное количество наноразмерного продукта – гидроксида.

Полученный осадок гидроксида алюминия промывался дистиллированной водой до полной отмывки анионов, фильтровался и сушился при заданных условиях. Синтезированные оксид

и гидроксид алюминия идентифицировали методами ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа.

УДК 625.7

Осаждение наночастиц металлов и их соединений из коллоидных растворов

Студент гр. 104211 Искандарова Д.О.

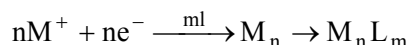
Научный руководитель – Яглов В.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Обычный способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключается в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое. Так нанокристаллические порошки сульфидов получают с помощью реакции сероводородной кислоты H_2S или сульфида Na_2S с водорастворимой солью металла. Например, нанокристаллический сульфид кадмия CdS получают осаждением из раствора перхлората кадмия и сульфида натрия; рост размеров наночастиц прерывают скачкообразным увеличением рН раствора.

Среди всех методов получения изолированных наночастиц и нанопорошков метод осаждения из коллоидных растворов обладает наиболее высокой селективностью и позволяет получать стабилизированные нанокластеры с очень узким распределением по размерам, что весьма важно для использования наночастиц в качестве катализаторов или в устройствах микроэлектроники. Основная проблема метода осаждения из коллоидных растворов связана с тем, как избежать слияния полученных частиц в более крупные конгломераты.

Существуют различные химические приемы получения наночастиц в коллоидных растворах, однако в любом случае необходимо защитить частицы, чтобы предотвратить их коалесценцию. Стабилизация коллоидных частиц и кластеров достигается с помощью молекул лиганда. В качестве лигандов используют различные полимеры. Схематическая реакция получения стабилизированного лигандом металлического кластера M_n имеет следующий вид:



где L – молекула лиганда. Полученные таким способом металлические кластеры золота, платины, палладия могут содержать от 300 до 2000 атомов. Металлические кластеры имеют кубическую или гексагональную плотноупакованную структуру. В этих кластерах центральный атом окружен несколькими оболочками, число атомов в которых равно $10k^2 + 2$ (k – номер оболочки), т.е. первая оболочка содержит 12, вторая – 42, третья – 92 атома и т.д. В кластерах, стабилизированных лигандами, можно выделить металлическое ядро, где ближайшими соседями атома металла являются только металлические атомы, и внешнюю оболочку из металлических атомов, частично связанных с молекулами лиганда. Металлические кластеры, состоящие из 55 атомов, размещенных в двух оболочках, являются, видимо наименьшими по размеру частицами, еще сохраняющими часть свойств металла; однако, сканирующая туннельная спектроскопия уже свидетельствует о расщеплении электронных уровней в таких частицах при комнатной температуре.

Для получения коллоидных частиц оксидов используют также гидролиз. Например, нанокристаллические оксиды титана, циркония, алюминия, иттрия можно получить гидролизом соответствующих хлоридов или гипохлоритов. Токодисперсный оксид титана получают также гидролизом титанил-сульфата с последующим прокаливанием аморфного