

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.

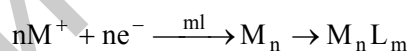
Белорусский национальный технический университет

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

осадка при 1000 – 1300 К. Для стабилизации коллоидных растворов во избежание коагуляции наночастиц используют полифосфаты, амины, гидроксильные ионы.

Для получения высокодисперсных порошков осадки коллоидных растворов, состоящие из агломерированных наночастиц, прокаливают при 1200 – 1500 К. Например, высокодисперсный порошок карбида кремния ($d \sim 40$ нм) получают гидролизом органических солей кремния с последующим прокаливанием в аргоне при 1800 К. Для получения высокодисперсных порошков оксидов титана и циркония довольно часто используется осаждение с помощью оксалатов.

Для получения высокодисперсных порошков из коллоидных растворов применяется также криогенная сушка. Раствор распыляется в камеру с криогенной средой вследствие этого замерзает в виде мелких частиц. Затем давление газовой среды понижают так, чтобы оно было меньше, чем равновесное давление над замороженным растворителем, и нагревают материал при непрерывной откачке для возгонки растворителя. В результате образуются тончайшие пористые гранулы одинакового состава, прокаливанием которых получают порошки.

К методам осаждения можно отнести также способ получения нанокристаллических композиций из карбида вольфрама и кобальта, предназначенных для изготовления твердых сплавов. Коллоидные растворы солей вольфрама и кобальта высушивали распылением, затем полученный порошок подвергали низкотемпературному карботермическому восстановлению во взвешенном слое, благодаря чему сохранялась высокая дисперсность. Для торможения роста зерен и уменьшения растворимости карбида вольфрама в кобальте в смесь добавляли нестехиметрический карбид ванадия в количестве до 1 масс.%. Полученный из этой нанокристаллической композиции твердый сплав отличался оптимальной комбинацией высокой твердости и большой прочности.

УДК 666.9.015.42

Изучение возможности использования растворов серы в сочетании с дополнительными способами обработки бетонных изделий для придания им водоотталкивающих свойств

Студент гр. 104211 Колмаков Р.А.

Научный руководитель – Глушонок Г.К.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Применение нанотехнологических подходов при производстве строительных материалов – это новый подход к выбору сырья, технологий, формированию структуры строительных композитов.

Следует отметить, что основная масса строительных материалов наносистемна по своей сущности. Так, формирование прочностных свойств, отражающих эксплуатационные характеристики композиционных материалов, например бетона, происходит именно на наноразмерном уровне при гидратационном (композиционные материалы) либо высокотемпературном (керамические материалы) минералообразовании и переходе в кристаллическое состояние матрицы композита. Современные строительные композиционные материалы – это поликомпонентные системы, включающие в себя различные специализированные вяжущие, химические модифицирующие добавки, наноразмерные кремнезем и силикаты, другие ультрадисперсные разнофункциональные минеральные компоненты, специальные заполнители, микроволокна и т.д. Строительное материаловедение, в отличие от других направлений науки о материалах, имеет дело, пожалуй, с объектами максимальной степени сложности.