

НАНОТЕХНОЛОГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Генералов М.Б.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Слова, начинающиеся с приставки нано-, а именно, «нанотехнология», «наноматериалы», «нанопористые материалы», «наноструктуры» прочно вошли в современный научный и технический обиход.

Буквально в течении последнего десятилетия во всех промышленно развитых странах были определены национальные приоритеты в области нанонауки и нанотехнологии; утверждены связанные с этим научно-технические и образовательные программы. В США реализуется программа по долговременному развитию нанотехнологии, так называемая Национальная нанотехнологическая инициатива (ННИ). Проект «Наноматериалы» объявлен в качестве национального приоритета и в России. В мире формируется совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе с целью создавать объекты с заранее заданными свойствами.

К нанобъектам относятся как индивидуальные частицы, пленки, стержни или трубки, имеющие трех-, двух- и одномерные образования, так и консолидированные наноструктурные и нанопористые материалы вместе с наноконструкциями и нанопористыми материалами. Верхний предел интервала размеров элементов структуры достаточно условен, а нижний определяется размерами атомов и молекул (табл.1). При этом число атомов в объеме такого элемента структуры близко к числу атомов, находящихся на его поверхности. Поверхностная энергия также приближается к объемной, а поверхностные атомы оказывают определяющее влияние на свойства элемента структуры.

Таблица 1 - Классификация твердых дисперсных материалов по размерам

Наименование твердых дисперсных систем	Размеры частиц, нм
Тонкоизмельченные порошки (тонкие порошки)	104 - 103
Ультрадисперсные порошки	103 - 102
Наноматериалы	менее 102

Нанообъекты характеризуются малыми размерами, сложной внутренней организацией, способностью к очень плотной упаковке, сильными взаимодействиями с соседними структурами; на их основе можно создавать материалы с новыми физическими и химическими свойствами.

Это открывает возможность перехода к новому поколению материалов, свойства которых изменяются не путем изменения химического состава компонентов, а в результате регулирования их размеров и формы.

Способы получения нанодисперсных структур включают методы химической технологии, использование плазмы или лазерного луча, электроэрозионный метод, ударно-волновой (детонационный) синтез, электровзрывной метод, метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, механохимический синтез.

Эти способы можно разделить в зависимости от первоначального агрегатного состояния материала на твердофазные, жидкофазные, газофазные способы (рис. 1).

Из существующего множества химических и физических способов (рис.1) перевода твердых макрочастиц в нанодисперсное состояние возможностями технологической и экологической безопасности при высокой производительности и низкой себестоимости переработки обладает криохимический метод (рис.3).



Рисунок 1 - Способы получения нанопорошков

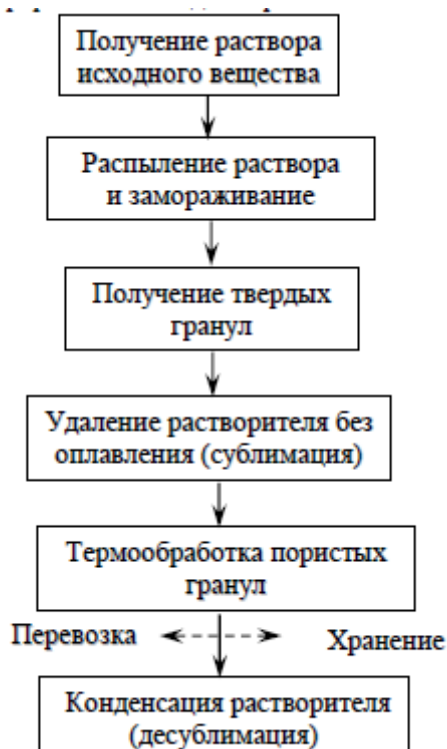
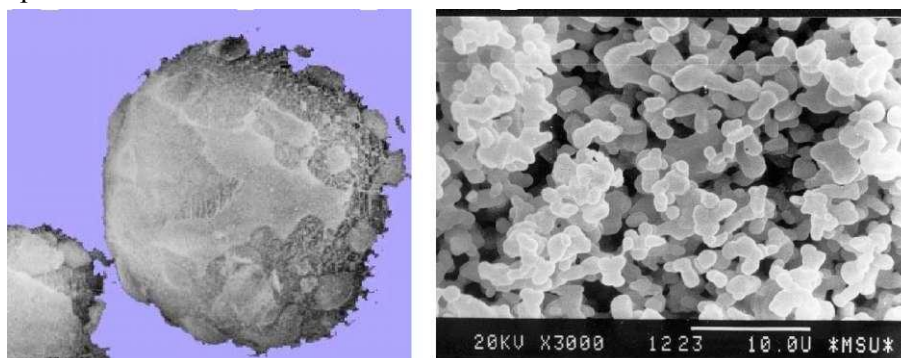


Рисунок 2 - Схема получения нанопорошков криохимическим методом

Проведенные в МИХМ - МГУИЭ теоретические и экспериментальные исследования показали, что наиболее эффективно криохимический способ получения нанодисперсных порошков неорганических солей, органических соединений, оксидов металлов, твердых окислителей реализуется при использовании различных процессов кристаллизации растворов

при криогенных температурах и последующего удаления растворителя в процессах сублимационной сушки. В качестве примера на фото (рис.3) показаны гранулы калия нитрата, полученные криохимическим методом.



1) 2)

Рисунок 3- Гранулы калия нитрата:

1-после криокристаллизации; 2- после сублимации

Эти научные исследования и опытно-промышленные испытания показали, что разработанная криохимическая нанотехнология позволяет получать высокодисперсные порошки неорганических солей с новыми и улучшенными свойствами при строгом сохранении их химической природы. Процесс получения наноматериалов осуществляется с использованием простого по конструкции оборудования и без вредного воздействия на окружающую среду. Образующиеся пористые гранулы с нанодисперсной структурой соответствуют принятым нормам хранения и транспортировки сыпучих материалов.

Методы синтеза и изготовления наноструктур непрерывно совершенствуются и развивается. Исследования проводятся в широкой области - от синтеза наноструктур в коллоидах до создания эпитаксиальных «квантовых точек» при послойном выращивании кристаллов. Разрабатываются методы получения фуллеренов, углеродных нанотрубок и других одномерных и многомерных наноструктур, а также методики изготовления нанопористых неорганических материалов, наномасштабных полимеров - дендримеров и сложных блок-сополимеров.

Несмотря на все эти достижения в области создания изолированных наноструктур, изучение направлений самосборки этих структур в более сложные и объемные объекты еще только начинается. Исследования проводятся на базе фундаментальных наук - физики конденсированных сред, химии твердого тела, материаловедения, электроники, биологии и др.

В изучении фундаментальных свойств наноструктур можно выделить две основные проблемы:

- во-первых, свойства таких структур и материалов на их основе качественно меняются с изменением размеров, вследствие чего возникает очень важная проблема нахождения закономерностей размерных эффектов, а также сравнение данных теории и эксперимента при таких преобразованиях;

- во-вторых, свойства изолированных наноструктур характеризуются значительным статистическим разбросом, изменяющимся во времени. Их характеристики - особенно электрические, магнитные, оптические и др. - преимущественно описываются законами квантовой физики.

В перспективе наноматериалы смогут оказать значительное содействие в решении многих проблем, связанных с охраной окружающей среды. Имеется в виду использование наноустройств в системах исследования и контроля продуктов и отходов различных

химических производств; создание экологически чистых технологий с минимальным выходом вредных отходов производства, а также переработка мусора на свалках и очистке загрязненных водоемов. В дальнейшем предполагается осуществление непрерывного контроля и обработки обширных участков окружающей среды с целью их очистки от очень мелких частиц загрязняющих веществ, содержащихся в воде (< 300нм) и в воздухе (<20 нм).

В этом году коллектив научных работников Московского государственного университета текстильной промышленности им. А.Н. Косыгина получил премию правительства России за разработку текстильных материалов с использованием наноматериалов. Это направление актуально и на мировом уровне. Интерес к развитию нанотехнологий возрастает и в Украине, в частности, и в ДонНТУ на кафедре МАХИ, о чем я с удовлетворением узнал. Но подходить к этому надо осторожно, без эйфории. Не надо думать, что наноматериалы могут заменить все и впереди у нас только одни наноматериалы и нанотехнологии. Экологические проблемы нанотехнологий будут неизбежны. Ведь наш организм состоит из наноматериалов, все клетки наши - наночастицы. Поэтому надо сохранять все, что есть сегодня передового и продолжать улучшать качество выпускаемой продукции при помощи нанотехнологий, но не в ущерб окружающей среде.

Если наноматериалы будут давать качественный эффект, тогда их целесообразно использовать, хотя получить наноматериалы не так просто. Мы еще не имеем полного представления об их свойствах, не имеем опыта проводить их аттестацию. Все методы, которые разработаны для получения макрочастиц для наноматериалов не годятся, поскольку это совершенно другой размер. Наноматериалы используются для решения экологических проблем - это очистка сточных вод в производстве электрохимии, очистка газовой среды, водоемов, при переработке твердых бытовых отходов.

Необходимо также учитывать, что наноструктурные материалы могут сами вызывать загрязнение окружающей среды, угрожающее здоровью человека. Загрязнение может быть связано как с существующей техникой (например, наночастицы в выхлопных газах дизельных двигателей), так и с новыми веществами или технологическими процессами. Во многих случаях нанотехнологии будут представлять собой новые производственные процессы, потенциальная опасность для окружающей среды которых должна быть тщательно оценена. Как видите перспективы заманчивы, а проблемы неизбежны.

Наноматериалы могут сами быть источником загрязнения окружающей среды. И если мы будем организовывать технологии по старому принципу, то можем еще более ухудшать окружающую обстановку. Более того, требуется трудовая дисциплина с обращением нанотехнологий и использования наноматериалов. Ведь наночастицы размером до 100 нанометров проникают через кожу, они впитываются слизистой оболочкой и вызывают тяжелые заболевания. Таким образом, все должно быть очень грамотно, очень четко и там где это целесообразно. Надо осторожно обращаться с наноматериалами и только с пользой для окружающей среды. Если грамотно проектировать энергетические установки и системы управления и автоматизации, то это принесет пользу для человечества. При использовании наноматериалов надо четко понимать на каком оборудовании придется работать и как будет защищена окружающая среда и продукты нано не должны влиять на здоровье людей. Наноматериалы должны использоваться целесообразно и только там, где дают должный эффект.