
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Рогов, В.В. Копылов

Кафедра технологии машиностроения,
металлорежущих станков и инструментов
Российский университет дружбы народов
Ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Дано определение понятия «наноструктурные материалы». Показаны истоки развития нанотехнологий, обозначены направления и области, в которых возможно достижение положительного эффекта с наименьшими затратами.

К наноструктурным материалам обычно принято относить кристаллические материалы, имеющие средний размер зерен менее 100 нм.

Все современные материалы, используемые в промышленности, имеют весьма существенный недостаток — их структура неоднородна, зерна имеют большое количество дефектов, их размеры имеют широкий диапазон, в результате чего физико-механические характеристики таких материалов весьма ограничены.

Практически всегда материаловеды старались получить материалы, имеющие однородную мелкозернистую структуру, что позволяло бы значительно повысить эксплуатационные свойства материалов. Такие структуры можно получить, например, методами холодной прокатки. Кроме того, при нанесении покрытий, изготовлении красок, пигментов, кремов, цементных порошков и т.д. необходимы мелкодисперсные порошки, имеющие как можно меньшие размеры фракций (микropорошки, ультратонкие порошки, ультрадисперсные порошки).

Так, в течение многих десятилетий при изготовлении клинков (шашек, сабель и т.д.) собирались пакеты из тонких пластинок различных по свойствам сталей, которые методомковки и сварки формировались в лезвие. Количество слоев составляло от 100 до нескольких тысяч. В результате получалась уникальная мелкозернистая структура стали с размером зерен менее 100 нм. Благодаря этому боевой конец лезвия мог иметь твердость до 55 HRC, что позволяло использовать его для нанесения колющих ударов; средняя часть имела твердость 45 HRC и использовалась для поражения противника; часть близкая к эфесу имела твердость до 48 HRC и использовалась для отражения ударов других клинков. Изготавливались клинки, которые можно было незаметно обернуть вокруг пояса. При распрямлении они сохраняли свои упругие и прочностные свойства.

Примером также могут быть чернила, которые изготавливались путем растирания до микropорошка и растворения сажи в воде, которая не выпадала в осадок. Такие чернила появились более четырех тысяч лет назад.

В наше время неоднократно проводились опыты, в том числе и в космосе, по созданию материалов с идеальной кристаллической решеткой (выращивание кристаллов, усов, волокон и др.), изготовление пленок, покрытий, серийно выпускаются объемные изделия, полученные методами порошковой металлургии.

Таким образом, нанотехнологии давно присутствовали в науке и производстве, но не было инструмента (туннельного микроскопа), который бы позволял производить измерения и технологические действия с нанообъектами.

Термин «нанотехнология» был впервые использован японским ученым К. Танигучи в 1974 г. В связи с обсуждением особенностей обработки хрупких материалов. Ученым Г. Глейтером в 1981 г. был предложен метод получения объемных наноматериалов, заключающийся в том, что первоначально создавались ультрадисперсные порошки, которые затем спекались под высоким давлением. Широкий интерес, который проявляется к наноматериалам в последнее время, обусловлен, по крайней мере, тремя обстоятельствами. Во-первых, методы нанотехнологии позволяют получить принципиально новые устройства и материалы с характеристиками, значительно превосходящими их современный уровень, что весьма важно для интенсивного развития многих областей техники, биотехнологии, медицины, охраны окружающей среды, обороны и т.д.

Во-вторых, нанотехнология оказалась весьма широким направлением, объединяющим специалистов в области физики, химии, материаловедения, биологии, медицины, технологии, наук о Земле, компьютерной техники, экономики, социологии и др.

В-третьих, решение проблем нанотехнологии выявило много пробелов, как в фундаментальных, так и в технологических знаниях, что опять-таки способствовало концентрации внимания научно-инженерного сообщества на данных проблемах.

Возможность получения наноструктур открывает широкие возможности. Теоретически из отдельных атомов и молекул можно «собирать» готовые изделия, обладающие заранее заданными свойствами. Нанотехнологии позволяют получать новые материалы, которые по своим физико-механическим характеристикам во много раз превосходят современные материалы. Это даст резкий толчок в развитии многих направлений науки и техники, будут открыты новые законы, ликвидированы противоречия и «белые пятна» в имеющихся знаниях. При этом повышается роль сотрудничества специалистов разных направлений: биологов, химиков, физиков, технологов и др.

В настоящее время существует два способа получения наноматериалов. Первый «снизу вверх» (*bottom-up approach*) состоит из этапа получения нанопорошков с последующим их компактированием в объемный материал. Второй — «сверху вниз» (*top-down approach*) основан на получении наноструктур в трехмерных заготовках путем их измельчения методами многократной пластической деформации.

Работы по исследованию и созданию наноструктурных материалов ведутся во многих странах, в том числе на уровне национальных программ. Исследования проходят на стыке механики, физики и химии твердого тела, материаловедения и технологии обработки материалов.

Существует следующая классификация наноматериалов:

— консолидированные — материалы, получаемые методами порошковой технологии, интенсивной пластической деформации, контролируемой кристал-

лизации, а также нанесения пленок и покрытий. Такие материалы имеют высокую прочность;

— нанополимеры, нанобиоматериалы, нанополупроводники могут быть в консолидированном, в изолированном, так и в смешанном состоянии;

— фуллерены и тубулярные наноструктуры, первый из которых — кластер C_{60} — был открыт в 1985 г. Кластеры — это соединения, в которых несколько атомов металла соединены в «гроздь», т.е. связаны друг с другом химической связью;

— нанопористые материалы — имеющие поры размером от 2 до 100 нм;

— катализаторы;

— супрамолекулярные структуры получаемые в результате нековалентного синтеза с образованием слабых связей между молекулами.

Все эти материалы имеют различную структуру, свойства, технологии изготовления. Понятно, что материаловедческие и технологические разработки, позволяющие за счет создания наноструктур варьировать физико-механические и физико-химические свойства и уменьшить габариты изделий, играют в создании микро- и наноэлектромеханических систем большую роль.

Самые доступные на сегодня направления развития нанотехнологий:

— создание материалов и готовых изделий с заранее заданными свойствами, в несколько раз превосходящими физико-механические характеристики современных материалов;

— создание процессоров с высокой производительностью и малым потреблением энергии;

— создание ячеек памяти с неограниченным объемом;

— разработка новых лекарственных препаратов направленного действия с обеспечением адресной доставки к больным органам;

— создание нанодатчиков, позволяющих одновременно оценивать большое количество изменяющихся параметров контролируемого объекта.

Таблица

Состояние и перспективы развития нанотехнологий

Область применения	Результаты		
	сейчас		в будущем
Материалы	Порошки, суспензии	Улучшают работу двигателей, механизмов	Конструирование любых молекул. Создание абсолютно прочных материалов. Создание наноеды — несуществующей в природе пищи для людей и животных
	Покрытия	Повышают износостойкость деталей, предотвращают ржавчину, помогают материалу самоочищаться или не смачиваться водой	
	Упаковки	Увеличивают срок годности продукции	
	Сверхпрочные материалы	Изготавливаются с использованием углеродных нанотрубок	
Медицина	Лекарства	Разработка новых веществ, способных лечить тяжелые болезни, в том числе и рак	Лекарства направленного действия, доставляемые на пораженный участок тела. Индивидуальные препараты

Окончание

Область применения	Результаты		
	сейчас		в будущем
Энергетика и электроника	Оборудование	Разработка диагностических комплексов	Микрохирургия нового уровня, использование нанороботов для диагностики и лечения болезней
	Нанороботы	Создание устройств, способных адресно доставлять лекарства и производить диагностирование	Выращивание тканей и органов. Оживление замороженных ранее людей с целью их лечения, продления жизни. Достижение бессмертия
	Защитные пленки и покрытия	Создание покрытий для солнечных батарей, увеличивающее их КПД и эффективность работы	Принципиально новые типы двигателей и топливных элементов
	Емкости для хранения	Обеспечение безопасного хранения водорода и других газов и веществ с помощью нанотрубок	Сверхминиатюрные электронные устройства
	Создание новых компьютеров	Резкое увеличение памяти компьютеров, быстродействия и скорости передачи информации	Новые способы записи и хранения информации. Гибкие дисплеи, появление электронной бумаги
	Создание элементной базы нового уровня	Новые полупроводниковые приборы и микросхемы	

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андреевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы // М.: Академия, 2007.
 [2] Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы. — М.: Академкнига, 2007.

TENDENCY DEVELOPMENT TO NANOTEHNOLOGIS

V.A. Rogow, V.V. Kopilov

Peoples' Friendship University of Russia
 Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The definition of the «nanostructured materials» is formulated. Are shown the beginnings of development nanotechnologies, are marking achievement of useful result with least expenditures.