

НАНОМАТЕРИАЛЫ (Nanomaterials)

«Если уж стальной кубик или кристаллик соли, сложенный из одинаковых атомов, может обнаруживать интересные свойства; если вода – простые капельки, неотличимые друг от друга и покрывающие милья за мильей поверхность Земли, – способна порождать волны и пену, гром прибоя и странные узоры на граните набережной; если все это, все богатство жизни вод – всего лишь свойство сгустков атомов, то сколько же еще в них скрыто возможностей?»

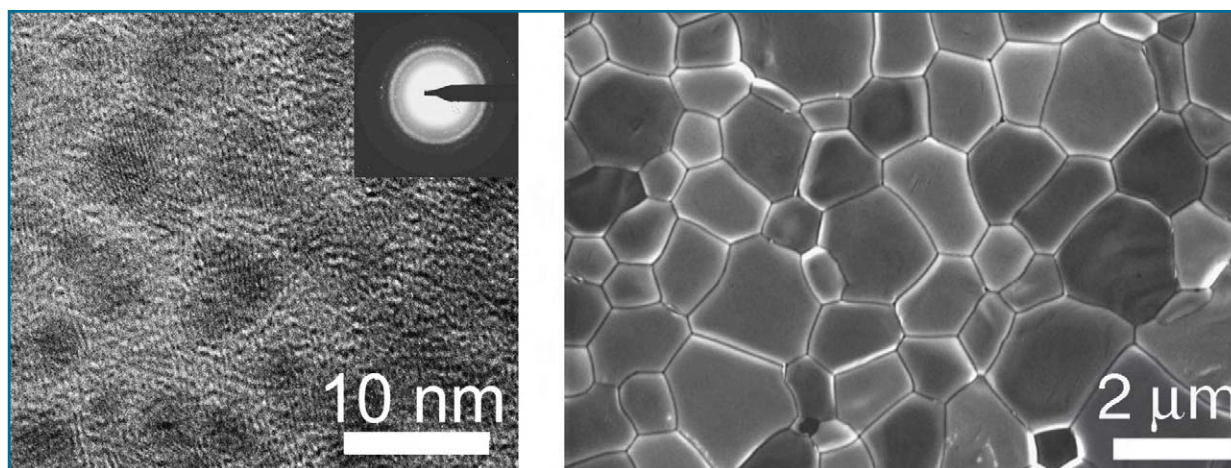
Р.П. Фейнман

Согласно толковому словарю русского языка материалы – это предметы, вещества, сырье, идущие на изготовление чего-либо, т.е. на производство изделий, полезных человеку. Соответственно, наноматериалами можно назвать практически любые объекты, вещества или их композиции, размеры структурных элементов которых лежат в «нанодиапазоне» (от 1 до 100 нм). Таким образом, наноматериалы – собирательный термин, объединяющий обширные классы веществ, применимых для изготовления полезных человеку изделий.

Внедрение наноматериалов в современной технологии означает качественный скачок в философии получения практически важных веществ – создание сложных устройств и систем,

размеры которых находится в диапазоне размеров надмолекулярных образований.

Наноматериалы состоят из очень мелких частиц, которые нельзя увидеть невооруженным глазом. В этом заключается первый плюс – возможность суперминиатюризации, приводящей к тому, что на единице площади можно разместить больше функциональных наноустройств, что жизненно важно, например, для нанoeлектроники или для достижения суперплотной магнитной записи информации вплоть до 10 Терабит на 1 квадратный сантиметр. Кроме того, ничтожный размер позволяет наноустройствам проникать в любые труднодоступные участки человеческого тела или части макроаппаратов, в которые не проникнет ничто другое.



Нанокристаллический материал (а) ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Поликристаллический материал (б) (шлиф плотной керамики $\text{Sm}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Mn}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$) (ФНМ МГУ им. М.В. Ломоносова)

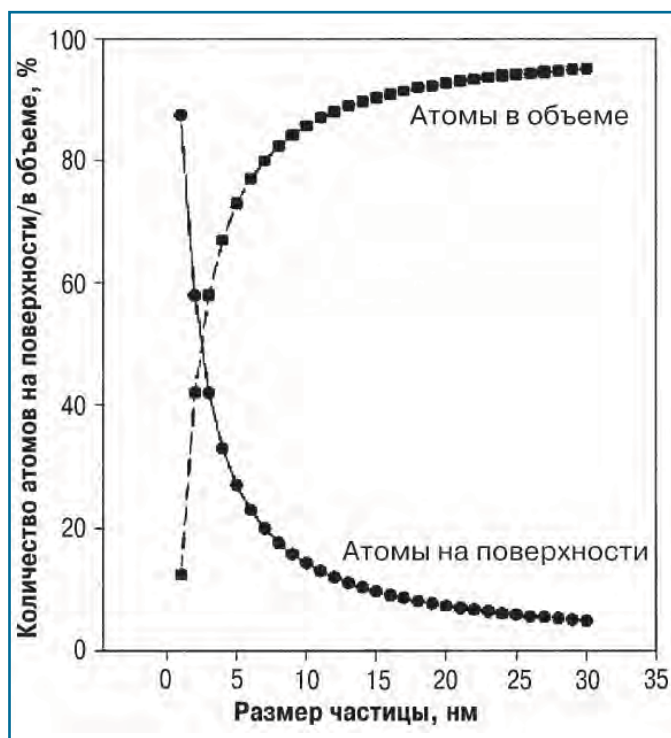


Рис. 1. Доля «поверхностных» и «объемных» атомов в наноматериалах

В отличие от обычных материалов, мельчайшие частицы которых содержат более 10^8 структурных единиц, частицы наноматериалов могут состоять всего из десятков атомов. Следовательно наносистемы имеют существенно большую долю атомов, находящихся на поверхности. Например, в поликристаллическом материале с размером зерна порядка 10 микрометров только 10^{-4} часть атомов принадлежит границе зерна, тогда как при уменьшении размера зерна до 3–4 нанометров доли атомов, занимающих регулярные позиции в кристаллической решетке и находящихся на границе **нанокристалла**, становятся практически одинаковыми (рис. 1). Эта особенность наноструктурных материалов сильно влияет на их химические и физические свойства (транспортные, каталитические, механические, оптические и др.). Например, каталитически активные наноматериалы позволяют в десятки тысяч и даже миллионы раз ускорить химические или биохимические реакции.

Кроме того, проявление в наночастицах **квантово-размерных эффектов** приводит к

резкому изменению основных характеристик наноматериала и появлению новых, зачастую практически полезных свойств. Эти эффекты начинают особенно резко проявляться, когда размеры частиц становятся сопоставимы с корреляционным радиусом того или иного физического явления (например, с длиной свободного пробега электронов или фононов, длиной когерентности в сверхпроводнике, размерами магнитного домена или зародыша твердой фазы и др.). Характерной особенностью **наночастиц** является также отсутствие дефектов. Это делает, в частности, полупроводниковые наночастицы (**квантовые точки**) идеальными элементами совершенных энергосберегающих лазерных и светоизлучающих элементов. А индивидуальные **углеродные нанотрубки** обладают прочностью, в десятки раз превышающей прочность лучшей стали, при этом они во много раз выигрывают у стали и по своей удельной массе. Все эти признаки вполне объясняют тот факт, что даже грамм наноматериала может быть более эффективен, чем тонна обычного вещества, и что их производство – вопрос не количества тонно-километров, а качества человеческой мысли.

Исключительные свойства наноматериалов обуславливают перспективы их широкого применения в технологии. Особое место занимают применения наноматериалов в быстро развивающихся областях цифровой электроники, телекоммуникациях, технологиях преобразования и сохранения энергии, здравоохранении. Например, «пространственно-упорядоченные массивы наночастиц» весьма перспективны для создания устройств высокоплотной записи информации и оптоэлектронных приборов. Наночастицы диоксида титана (основного компонента обычных титановых белил) способны разлагать воду на водород и кислород под действием обычного солнечного света. Нанопористые вещества способны отсеять бактерии или эффективно поглотить примеси или токсины. Наночастицы можно использовать для направленной доставки и концентрирования биомолекул, лечения раковых опухолей, в **нанофармакологии** и **наномедицине**.

Литература:

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурированные материалы. М.: Академия, 2005. 192 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 416 с.