

Лекция 1. Введение.

Что означает «нано»?

Nano – по-гречески означает «карлик». Приставка “nano” обозначает 10^{-9} .

В международной системе единиц СИ основной единицей длины является метр. Диапазон размеров надмолекулярных структур соответствует единицам и десяткам нанометров. Поэтому такие надмолекулярные структуры называют наноструктурами, а технологии их получения – нанотехнологией.

Иногда про такие объекты, структуры говорят «нанометровые».

Раньше ученые использовали систему СГСЕ, в которой основной единицей длины был сантиметр. Поэтому некоторые известные ранее нанообъекты имеют устоявшуюся приставку “микро”, например, микроэмульсия, являющаяся по сути наноэмульсией.

Влияние межфазных слоев на объемные свойства материалов

Удельная межфазная поверхность для сферы:

$$S/V = (4 \pi r^2)/(4/3 \pi r^3) = 3/r \sim 1/r$$

С уменьшением размера объекта влияние свойств области раздела фаз на общие свойства материала **увеличивается**.

Определение нанотехнологии в программе Национальная

нанотехнологическая инициатива США

- National Nanotechnology Initiative (USA):

- Суть нанотехнологии в способности работать на молекулярном уровне, атом за атомом, создавая большие структуры с фундаментально новой молекулярной организацией.
- Сравнительно с поведением изолированных молекул размером около 1 nm (10^{-9} m) или объемными материалами, поведение

структурированных объектов с элементами структуры в диапазоне от 10^{-9} до 10^{-7} м (1 -100 nm) *проявляет важные изменения*.
(10 nm в 1,000 раз меньше диаметра человеческого волоса).

- Нанотехнология имеет дело с материалами и системами, структура и компоненты которых *демонстрируют новые и значительно улучшенные физические, химические и биологические свойства, явления и процессы*, обусловленные их нанометровым размером.

Цель нанотехнологии:

Создание из наноструктур и наноматериалов машин и устройств нано- и микрометрового размера.

Создание наноструктурированных материалов с новыми свойствами прежде всего для военных и космических целей, медицины, биотехнологии, энергетики, транспорта, и пр.

При этом одной из первостепенных задач является обеспечение стабильности наноматериалов и устройств.

Для науки о нанообъектах (nanoscience) и нанотехнологии характерен комплексный междисциплинарный подход к решению научных и технологических проблем.

Термин «нанотехнология»:

Термин «нанотехнология» был впервые использован японским ученым Норио Танигучи (Norio Taniguchi) в 1974 г. при обсуждении проблем обработки хрупких материалов, точность которой к 2000 г. прогнозировалась на уровне нанометрового интервала.

(N. Taniguchi, "On the Basic Concept of 'Nano-Technology'," Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo, Part II, Japan Society of Precision Engineering, 1974)

Размерный эффект

- Свойства веществ зависят от их дисперсности, от размера объекта. Особенно это проявляется в нанометровой области.
- Зависимость свойств от размера объекта называют размерным эффектом.

Гуманитарные аспекты нанотехнологии: культура и искусство на темы «наномира», пропаганда знаний о свойствах нанообъектов среди широких слоев населения.

История развития наноматериалов и наноструктур

- Пленки на поверхности воды получали около 4000 лет тому назад (Вавилон, Ассирия, Египет, Финикия), и использовали их свойства.
- Средневековые алхимики в своих трудах описывали, как добавление мельчайших частиц золота меняет цвет стекла. Алхимики открыли, что, меняя размер частиц, можно изменять цвет. Сегодня мы называем это размерным эффектом.



Импульс к современному развитию науки о нанообъектах и нанотехнология получила после известной речи Нобелевского лауреата по физике Ричарда Фейнмана 29 декабря 1959 г. на ежегодном собрании Американского химического общества в Калифорнийском технологическом институте. Речь Р.Фейнмана называлась «There's Plenty of Room at the Bottom», что можно перевести как – «Там, на дне много места».

Ричард Фейнман

В своей речи Р.Фейнман сказал, что «принципы физики, насколько я их понимаю, не противоречат возможности манипулирования атом за атомом».

Идеи Р.Фейнмана были развиты в диссертации Э.Дрекслера, защищенной в 1981 г. в Массачусетском технологическом институте (США).

В 1986 г. выходит его книга «Машины создания: пришествие эры нанотехнологии». Проводя аналогию с биологическими структурами, Дрекслер ввел представления о молекулярных машинах. В отличие от традиционного технологического подхода «сверху – вниз» (уменьшение размера - диспергирование), Дрекслером было обращено внимание на стратегию «снизу – вверх», имея в виду атомную и молекулярную сборку, о которой говорил Р.Фейнман.

Нanomатериалы

Впервые концепцию наноматериалов сформулировал немецкий металлофизик Г.Глейтер (1981 г.); он ввел в научную литературу термин наноматериалы - сначала как нанокристаллические материалы, потом наноструктурные, нанофазные, нанокомпозитные и т.д.

При этом была отмечена основная роль поверхностей раздела (границ зерен), как основная причина существенного изменения свойств твердых тел за счет модификации структуры и электронного строения.

Литература к разделу 1.

1. Feynman Richard P.: Classic talk that Richard Feynman gave on December 29th 1959 at the annual meeting of the American Physical Society at the California Institute of Technology (Caltech). «There's Plenty of Room at the Bottom»
2. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. Дж.Уайтсайдс, Д.Эйглер, Р.Андерс и др./ Под. ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса и П.Аливисатоса. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002.-292с.
3. Drexler K. Eric. Engines of Creation, Anchor Books, 1986. –
4. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. Пер. с японск. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. -134 с.