

# \* **Нанокомпозиты**

\* Многокомпонентный твердый материал, в котором один из компонентов в одном, двух или трех измерениях имеет размеры, не превышающие 100 нанометров; также под нанокомпозитами понимаются структуры, состоящие из множества повторяющихся компонентов-слоев (фаз), расстояние между которыми измеряется в десятках нанометров.

## \* **Нанокомпозит**

# Виды нанокомпозитных материалов

на основе керамической матрицы

на основе металлической матрицы

полимерные нанокомпозиты

\* Полимерные нанокомпозиты содержат полимерную матрицу с распределенными по ней наночастицами или нанонаполнителями, которые могут иметь сферическую, плоскую или волокнистую структуру. В качестве матрицы в этом виде нанокомпозитов применяют полипропилен, полистирол, полиамид или нейлон, а нанокompонентами выступают частицы оксидов алюминия или титана, либо углеродные, а также кремниевые нанотрубки и волокна. Нанокомпозиты на основе полимеров отличаются от обычных полимерных композитных материалов меньшим весом и при этом большей ударопрочностью и износостойкостью, а также хорошим сопротивлением химическим воздействиям, что позволяет использовать их в военных и аэрокосмических разработках.

## \* Полимерные нанокомпозиты

\* Нанокompозиты на основе керамической матрицы улучшают оптические и электрические свойства первоначального материала (керамического соединения, состоящего из смеси оксидов, нитридов, силицидов и т.д.).

**\* Керамическая  
матрица**

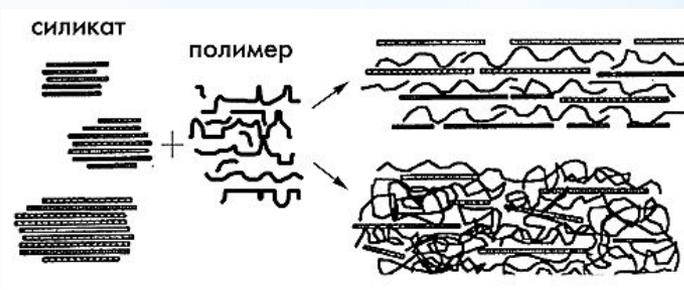
## Материалы с сетчатой структурой

получают с использованием золь-гель технологии, в которой исходными компонентами служат алкогولات некоторых химических элементов и органические олигомеры. В результате образуется керамика из неорганической трехмерной сетки.

Наноккомпозиты на основе полимеров и керамик сочетают в себе качества составляющих компонентов: гибкость, упругость, перерабатываемость полимеров и характерные для стекол твердость, устойчивость к износу, высокий показатель светопреломления.

## Слоистые наноккомпозиты

создаются с использованием природных слоистых неорганических структур, которые встречаются, например, в глинах.



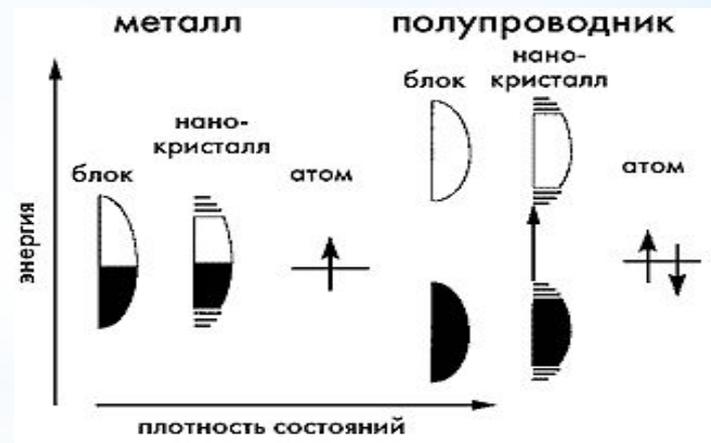
Эти материалы характеризуются высокими механическими свойствами, термической и химической стабильностью.

# Наноккомпозиты из керамики и полимеров

\* В нанокompозитах на основе металлической матрицы так называемым усиливающим материалом (нанокомпонентом) часто служат углеродные нанотрубки, повышающие прочность и электрическую проводимость.

\* **Металлическая  
матрица**

- \* Особенно сильно по свойствам отличаются полупроводниковые наночастицы, даже если их размер достигает сотен нанометров. Энергетическая зона металла, независимо от размера его частиц, заполнена не вся, поэтому электроны могут переходить на более высокие уровни (рис. 13.2). У полупроводника же валентная зона заполнена целиком и отделена от зоны проводимости запрещенной зоной, ширина которой  $2\div 3$  эВ. Из-за малых размеров полупроводниковых нанокристаллов эти зоны расщепляются, что приводит к эффективному увеличению ширины запрещенной зоны. Так, при переходе от макрокристалла CdS к нанокристаллу ширина запрещенной зоны увеличивается от 2.5 до 4.5 эВ, время жизни на нижнем возбужденном уровне уменьшается от нескольких наносекунд до пикосекунд, температура плавления снижается от  $1600^{\circ}\text{C}$  до  $400^{\circ}\text{C}$ . Нелинейные оптические свойства нанокластеров позволяют создавать на их основе управляемые квантовые светодиоды для применения в микроэлектронике и телекоммуникации.



## *Наноконпозиты, содержащие металлы или полупроводники*

### \* Блоксополимеры

*т.е. не одинаковых, а разных полимерных молекул. Соединяясь друг с другом, они образуют блок, или домен, многократно повторяющийся в полимерной цепочке. Метод позволяет получать разные надмолекулярные структуры в зависимости от химического строения блоксополимера и его состава.*

### \* Совместное осаждение паров

*металла и/или полупроводника и активного мономера (например, пара-циклофана) с последующей его полимеризацией. В результате термической или фотополимеризации образуется поли-пара-ксилилен (или его производные), а в полимерной матрице возникают неорганические наночастицы или кластеры размером от 1 до 20 нм (в зависимости от условий полимеризации).*

# Полимерные металлсодержащие нанокompозиты

- \* Из нанокompозитов, состоящих из целлюлозной основы и нанотрубок, можно производить токопроводящую бумагу. Если такую бумагу поместить в электролит, образуется нечто вроде гибкой батареи. В электронной промышленности нанокompозиты планируется также использовать для получения термоэлектрических материалов, демонстрирующих сочетание высокой электропроводности с низкой теплопроводностью.
- \* Особое место в разработке нанокompозитных материалов занимает *графен*. Нанокompозит, содержащий графен и олово, способен заметно увеличить емкость литий-ионных аккумуляторов и уменьшить их вес. Нанокompозиты на основе графена можно использовать при производстве компонентов авиатехники, которые должны оставаться одновременно легкими и устойчивыми к различным видам физического воздействия.

# Применение

- \* Наноккомпозиты на основе полимерных матриц и нанотрубок способны изменять свою электрическую проводимость за счет смещения нанотрубок относительно друг друга под влиянием внешних факторов. Это свойство можно использовать для создания микроскопических сенсоров, определяющих интенсивность механического воздействия за сверхкороткие промежутки времени.
- \* Ученые также надеются, что наноккомпозиты помогут ускорить восстановление структуры поврежденных костных тканей, если вдоль них установить направляющие рост и регенерацию тканей кости шарниры, сделанные из полимерного наноккомпозита, содержащего нанотрубки. Очистки объектов окружающей среды
- \* Есть уверенность и в том, что если соединить магнитные частицы с флуоресцирующими частицами, появится возможность получить материал, которому присущи оба эффекта. За счет магнитных свойств такого наноккомпозита можно быстрее и проще обнаружить опасные образования в организме, а во время оперативного вмешательства подсветка облегчит работу хирургам.
- \* В автомобильной промышленности. Это позволит снизить общий вес конструкции, сократить выбросы углекислого газа, увеличив помимо того и эффективность самого двигателя, снизить износ деталей и частей корпуса, повысить прочность автомобильного кузова и надежность бортовой электроники.

# Применение