

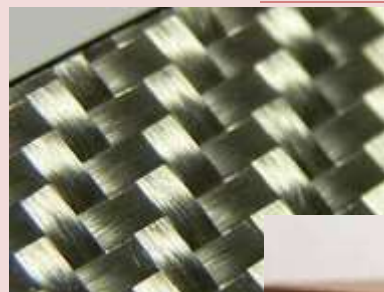
Лекция 1. Композиционные материалы

.

Композиционные материалы

- 1. Определение**
- 2. Классификация композитных материалов.**
- 3. Области применения композитных материалов.**

Композиционные материалы – материалы будущего



Сравнение физико-механических характеристик ПКМ на основе углеродных волокон (УВ) с различными конструкционными

3

| Тип материала | Прочность, МПа | Модуль упругости, ГПа | Плотность, гр./куб. см |
|--|----------------|-----------------------|------------------------|
| Композит на основе углеродного среднепрочного волокна УВ СПУ (S – Strength) | 1900 | 135 | 1,6 |
| Композит на основе углеродного высокопрочного волокна УВ ВПУ (HS – High Strength) | 3000 | 154 | 1,6 |
| Композит на основе углеродного высокомодульного волокна УВ ВМУ (HM – High Modulus) | 2400 | > 230 | 1,6 |
| Композит на основе стекловолокна S класса СВ - S | 870 | 40 | 1,8 |
| Алюминиевый сплав (2024-T4) | 450 | 73 | 2,7 |
| Титан | 950 | 110 | 4,5 |
| Малоуглеродистая сталь (55 сорт) | 450 | 205 | 7,8 |
| Нержавеющая сталь (А5-80) | 800 | 196 | 7,8 |
| Быстрорежущая сталь (17/4 Н900) | 1241 | 197 | 7,8 |

Углеродные волокна (УВ) – органический материал, содержащий 92 - 99,99 % углерода. Углеродные волокна получают путем ступенчатой термообработки различных химических волокон (прежде всего на основе полиакрилонитрила - ПАН) при температурах до 3200°C.

По сравнению с обычными конструкционными материалами (алюминием, сталью и др.) композиционные материалы на основе УВ (углепластики) обладают экстремально высокими характеристиками – прочностью, сопротивлением усталости, модулем упругости, химической и коррозионной стойкостью, в разы превышающими аналогичные показатели стали, при существенно меньшей массе.

Определение композитного материала

Композитный материал (КМ), композит, - многокомпонентный материал, состоящий, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями, обладающими высокой прочностью, жёсткостью и т.д.

Клееная фанера –
Композиционный
материал



Определение композитного материала

Композит - это материал, состоящие из двух или более компонентов (армирующих элементов и скрепляющей их матрицы) и обладающие свойствами, отличными от суммарных свойств компонентов.

Композиционный материал - неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу (или связующее), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов.

Определение композитного материала

Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого количественно и качественно отличаются от свойств каждого из его составляющих.

Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств.

Многие композиты превосходят традиционные материалы и сплавы по своим механическим свойствам и в то же время они легче.

Использование композитов обычно позволяет уменьшить массу конструкции при сохранении или улучшении её механических характеристик..

Определение композитного материала

Предполагается, что компоненты, входящие в состав композита, должны быть хорошо совместимыми и не растворяться или иным способом поглощать друг друга. Композиционные материалы имеют высокие значения прочности, жаропрочности, жесткости, сопротивления, усталости при меньшей их плотности.

Прообразом создания композиционных материалов явилось большое разнообразие биологических биоматериалов, которые обладают высокими механическими свойствами.

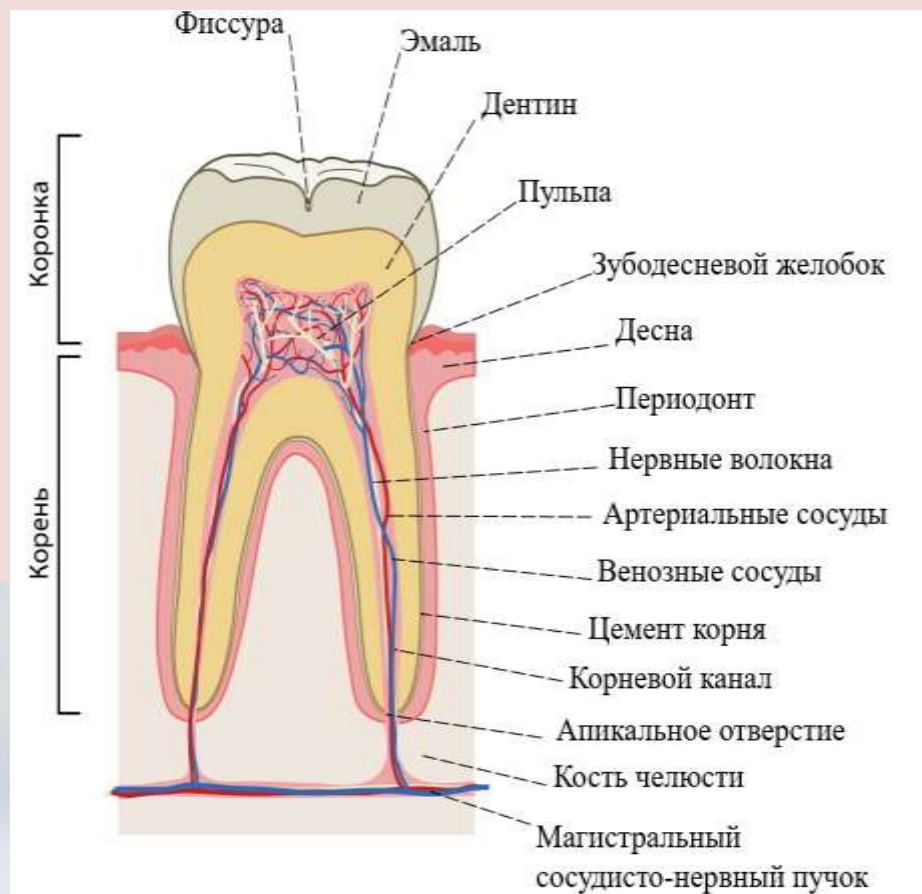
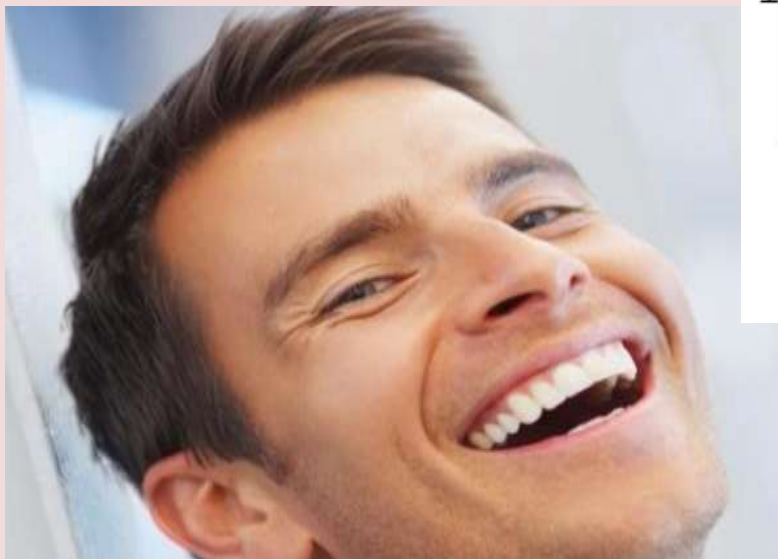
Определение композитного материала

У обычного дерева, кора и древесина имеют различные свойства, строение, назначение, но вместе с тем это единое целое.



Определение композитного материала

Зуб человека, животных состоит из кровеносных сосудов и нервных окончаний, костной ткани и эмали. Так что обычный зуб есть не что иное, как прообраз композита.



Определение композитного материала

Сочетание металлов, сплавов и неметаллов в многослойном виде позволяет не только объединить полезные свойства отдельных составляющих, но и получить совершенно новые качества, которыми исходные материалы не обладают.



Определение композитного материала

Механическое поведение композита определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связи между ними.

Эффективность и работоспособность материала зависят от правильного выбора исходных компонентов и технологии их совмещения, призванной обеспечить прочную связь между компонентами при сохранении их первоначальных характеристик.

В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется комплекс свойств композита, не только отражающий исходные характеристики его компонентов, но и включающий свойства, которыми изолированные компоненты не обладают.

В частности, наличие границ раздела между армирующими элементами и матрицей существенно повышает трещиностойкость материала, и в композитах, в отличие от металлов, повышение статической прочности приводит не к снижению, а, как правило, к повышению характеристик вязкости разрушения.

Преимущества композиционных материалов

- высокая удельная прочность; (прочность 3500 Мпа)
- высокая жёсткость (модуль упругости 130...140 ГПа);
- высокая износостойкость;
- высокая усталостная прочность;
- возможность изготовить размеростабильные конструкции; Причём, разные классы композитов могут обладать одним или несколькими преимуществами.

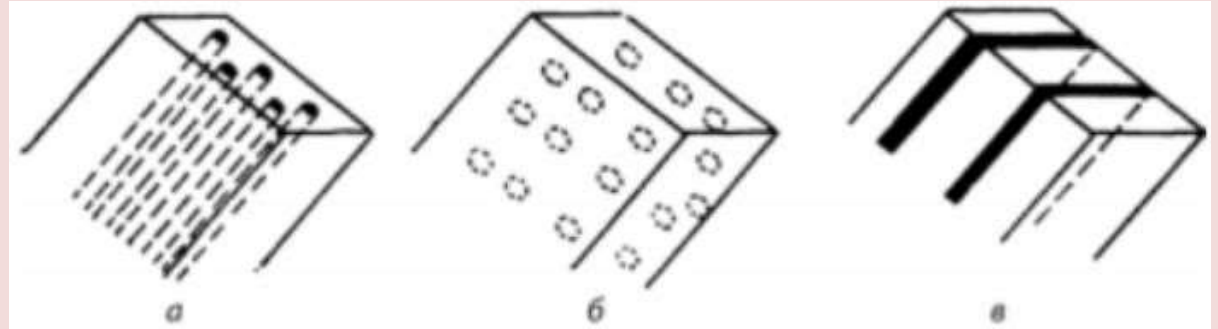
Некоторых преимуществ невозможно добиться одновременно.

Недостатки композиционных материалов:

- высокая стоимость (не всегда);
- анизотропия свойств;
- повышенная наукоёмкость производства,
- необходимость специального дорогостоящего оборудования и сырья, а следовательно развитого промышленного производства и научной базы страны.
- низкая ударная вязкость
- высокий удельный объём
- гигроскопичность
- токсичность
- низкая эксплуатационная технологичность

Классификация композитных материалов

По структурным признакам композиты подразделяются на три основные группы:



волокнистые, дисперсные, слоистые.

Волокнистые конструкционные материалы состоят из волокон одного компонента, распределенных в другом компоненте (матрице).

Дисперсные конструкционные материалы, состоящие из частиц одного или более компонентов, распределенных в матрице, и образующие механическую смесь.

Слоистые композиционные материалы, состоящие из двух или более слоев различных компонентов. К ним можно отнести и биметаллы.

Классификация композитов

Композиты обычно классифицируются по виду армирующего наполнителя:

волокнистые (армирующий компонент — волокнистые структуры);

слоистые;

наполненные пластики (армирующий компонент — частицы)

насыпные (гомогенные),

скелетные (начальные структуры, наполненные связующим).

Также композиты иногда классифицируют по материалу матрицы:

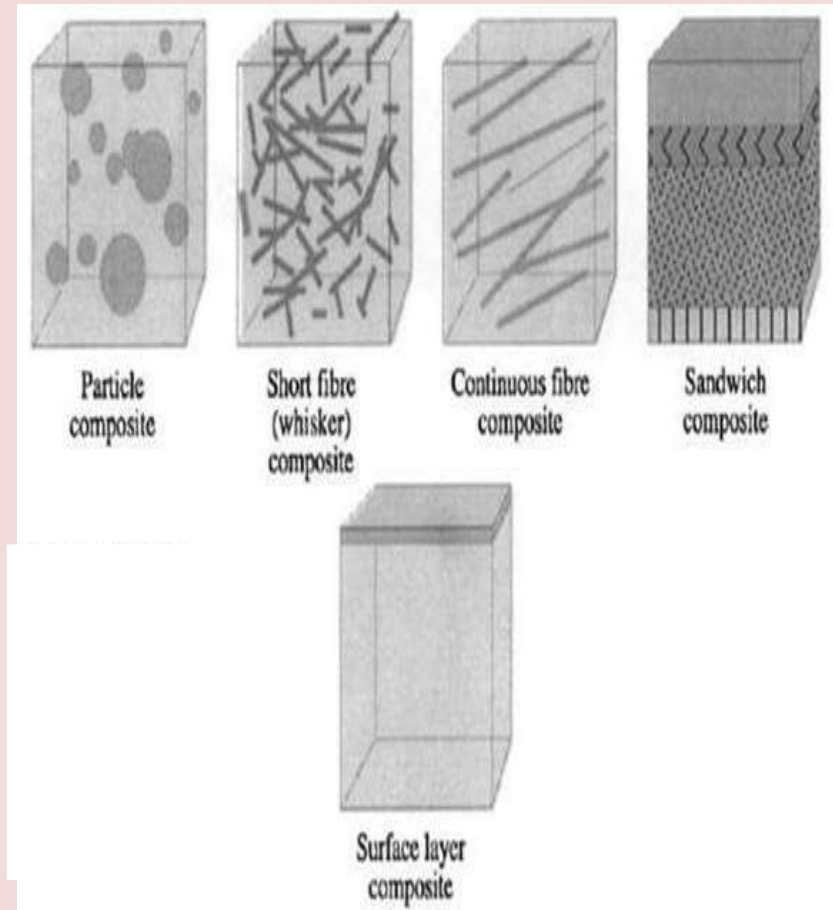
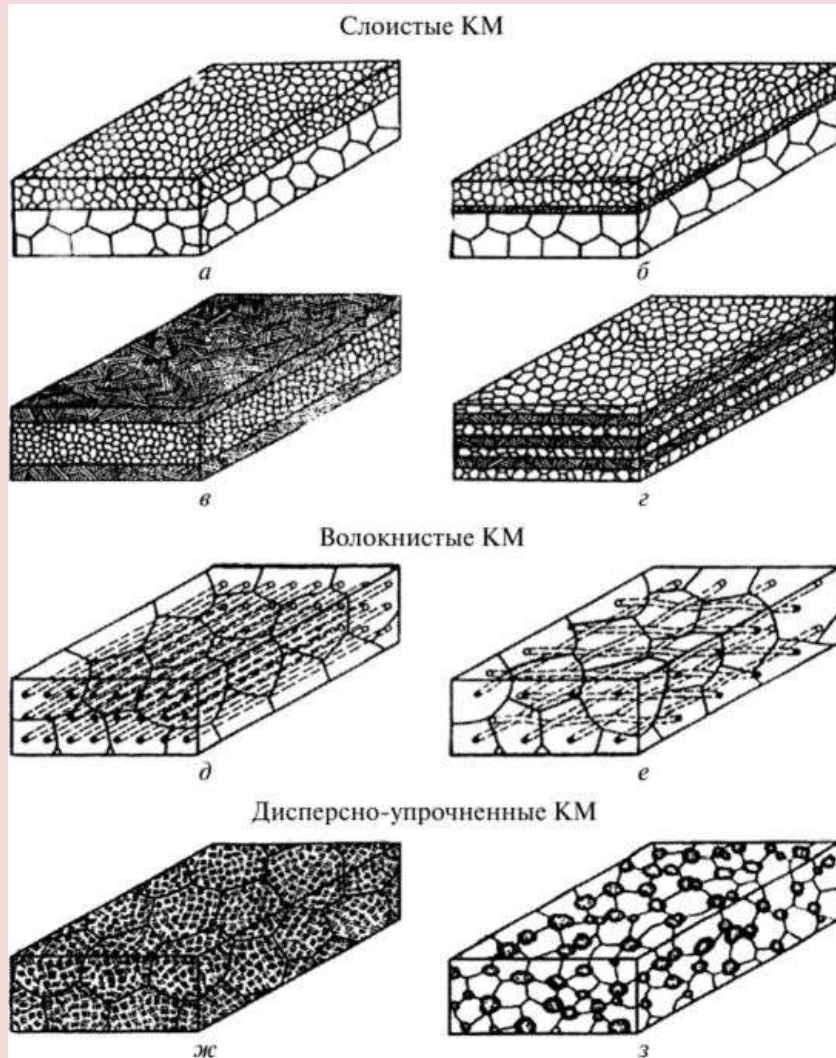
композиты с полимерной матрицей,

композиты с керамической матрицей,

композиты с металлической матрицей,

КОМПОЗИТЫ ОКСИД-ОКСИД.

Классификация композитных материалов



Классификация композитных материалов

Микроструктура других классов композиционных материалов характеризуется тем, что матрицу наполняют частицами армирующего вещества, а различаются они размерами частиц.

В композитах, упрочнённых частицами, их размер больше 1 мкм, а содержание составляет 20-25 % (по объёму), тогда как дисперсноупрочненные композиты включают в себя от 1 до 15 % (по объёму) частиц размером от 0,01 до 0,1 мкм.

Размеры частиц, входящих в состав **нанокомпозитов** - нового класса композиционных материалов - ещё меньше и составляют 10-100 нм.

Широкое применение нашли композиционные материалы в авиационной и ракетно-космической технике, где используются такие их свойства, как высокая удельная прочность, стойкость к воздействию высоких температур, стойкость к вибрационным нагрузкам, малый удельный вес.



Эффективность авиатранспорта



Рис. 1 Основные этапы развития компоновочных и конструктивно-силовых схем гражданских самолетов

Очень широко композиционные материалы применяются в области судостроения. изготавливаются высокопрочные, легкие корпуса катеров, яхт, шлюпок. спасательные шлюпки для танкеров, **уникальные свойства применяемых материалов** высокая теплоизоляция

Огнестойкость

Коррозионная стойкость

Устойчивость к агрессивным внешним воздействиям



Примеры применения композитных материалов



Композитные материалы

Классификация композитных материалов

Композиционные материалы в строительстве

