

Современные конструкционные материалы

Основные свойства и классификация
конструкционных материалов

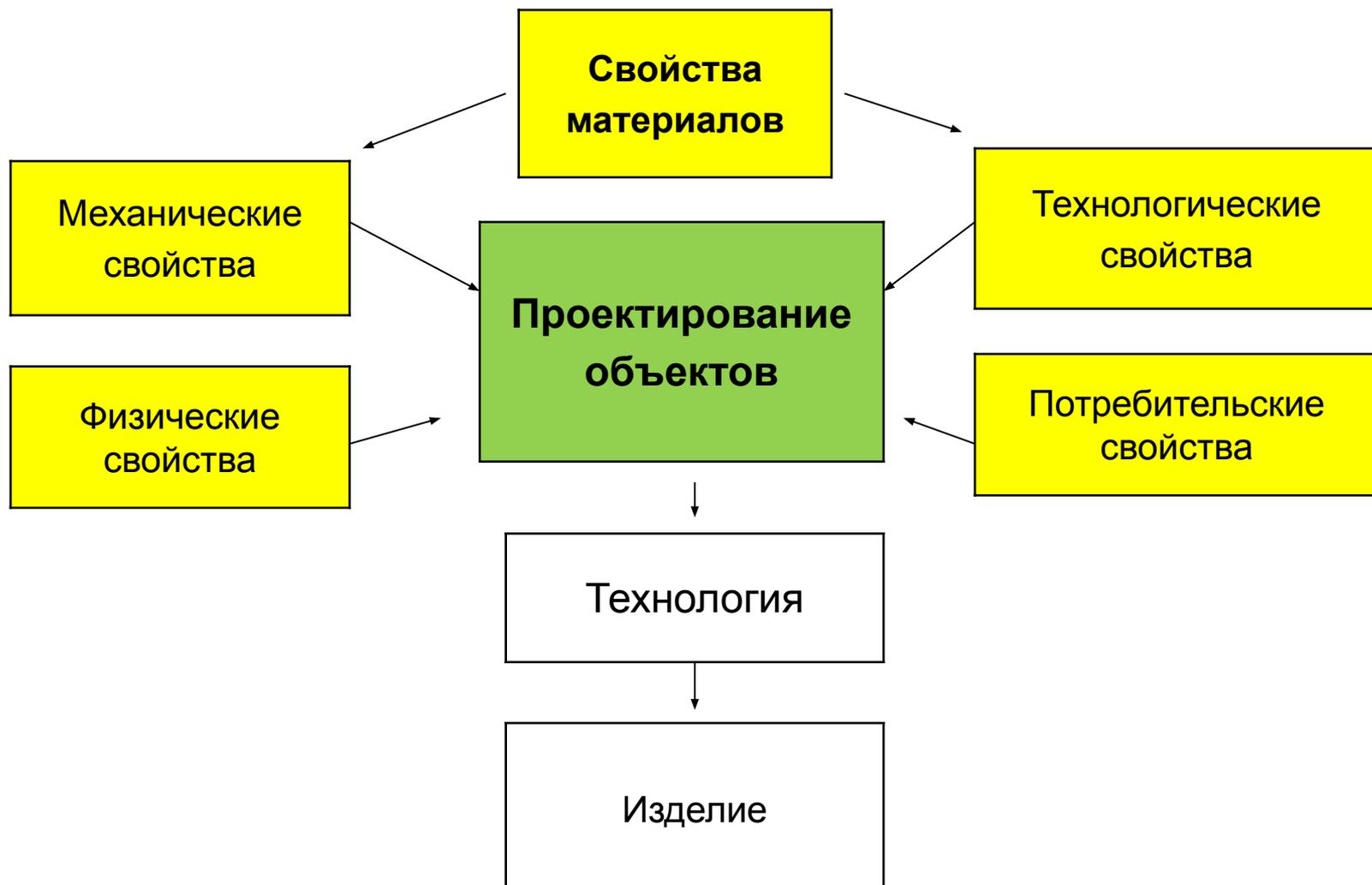
Разработка новых материалов стимулирует появление конструкторских и технологических **инноваций проектирования объектов дизайна.**

В связи с этим необходимо

уметь проводить сравнение и оценку комплекса свойств взаимозаменяемых материалов в зависимости от их состава и структуры.

Свойства = состав + структура

Взаимосвязь свойств материалов и проектирования объектов



Физические свойства

Температура

Плотность

Средняя плотность

Возухо-, газо-, паро-,

водопроницаемость

Гигроскопичность - свойство пористого

материала поглощать водяной пар из воздуха.

Гидрофобность

Гидрофильность

Водопоглощение - способность материала

впитывать и удерживать воду при

непосредственном контакте с ней. Величина

водопоглощения зависит от структуры материала и,

прежде всего от открытой (капиллярной)

пористости.

Теплопроводность - способность

материала передавать тепло от тела большей

температурой к менее теплому.

Звукопоглощение

звукопроницаемость

Механические свойства

определяют надежность и долговечность

конструкций, выполненных из конкретного материала

- **Прочность** - свойство твердых тел сопротивляться разрушению, а также необратимыми изменениями формы. *Основным показателем прочности является предел текучести, определяемый при испытании на растяжение образца.*
- **Упругость** - свойство тел изменять форму и размеры под действием нагрузок и самопроизвольно восстанавливать исходную форму при прекращении внешнего воздействия.
- **Пластичность** - свойство металла под действием сил изменять свою форму и размеры без разрушения.
- **Вязкость** - способность материала рассеивать механическую энергию и сопротивляться разрушению. Мерой такого сопротивления является работа (или энергия) разрушения.

Свойства поверхности

- **Коррозионная стойкость** – это сопротивление разрушению материала под воздействием внешней среды. По механизму протекания различают химическую коррозию, возникающую под воздействием газов и электрохимическую, развивающуюся в случае контакта металла с электролитами (кислоты, щелочь, соли, влажная атмосфера, почва, морская вода).
- **Износостойкость** – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определённых условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания. Износостойкость зависит от состава и структуры материала, исходной твёрдости и шероховатости.

Цена и доступность материалов

Материал	Цена, долл./тонна	Мировое производство, мил. тонн
Углеродистые стали	350 -500	1700
Легированные стали	1000-2000	
Алюминий и сплавы	2200-4000	30
Медь и сплавы	7500	20
Полимеры	2000-3000	300
Композиты	3000-7000	7
Древесина	80-200	100
Железобетон	50-80	3000

Технологичность материала

- **Технологические** свойства определяют поведение сплава в процессе производства изделий. К технологическим свойствам относятся литейные свойства, деформируемость, обрабатываемость резанием, свариваемость и т.д.
- **Технологические свойства** металлов имеют весьма важное значение при тех или иных видах обработки. Поведение металла при технологической обработке определяют по технологическим пробам.
- **Технологические пробы** применяют главным образом для определения пригодности материала к тому или иному способу обработки. Обычно о результатах технологических испытаний судят по состоянию поверхности после испытания (отсутствие трещин, надрывов, изломов).

Эстетичность материала

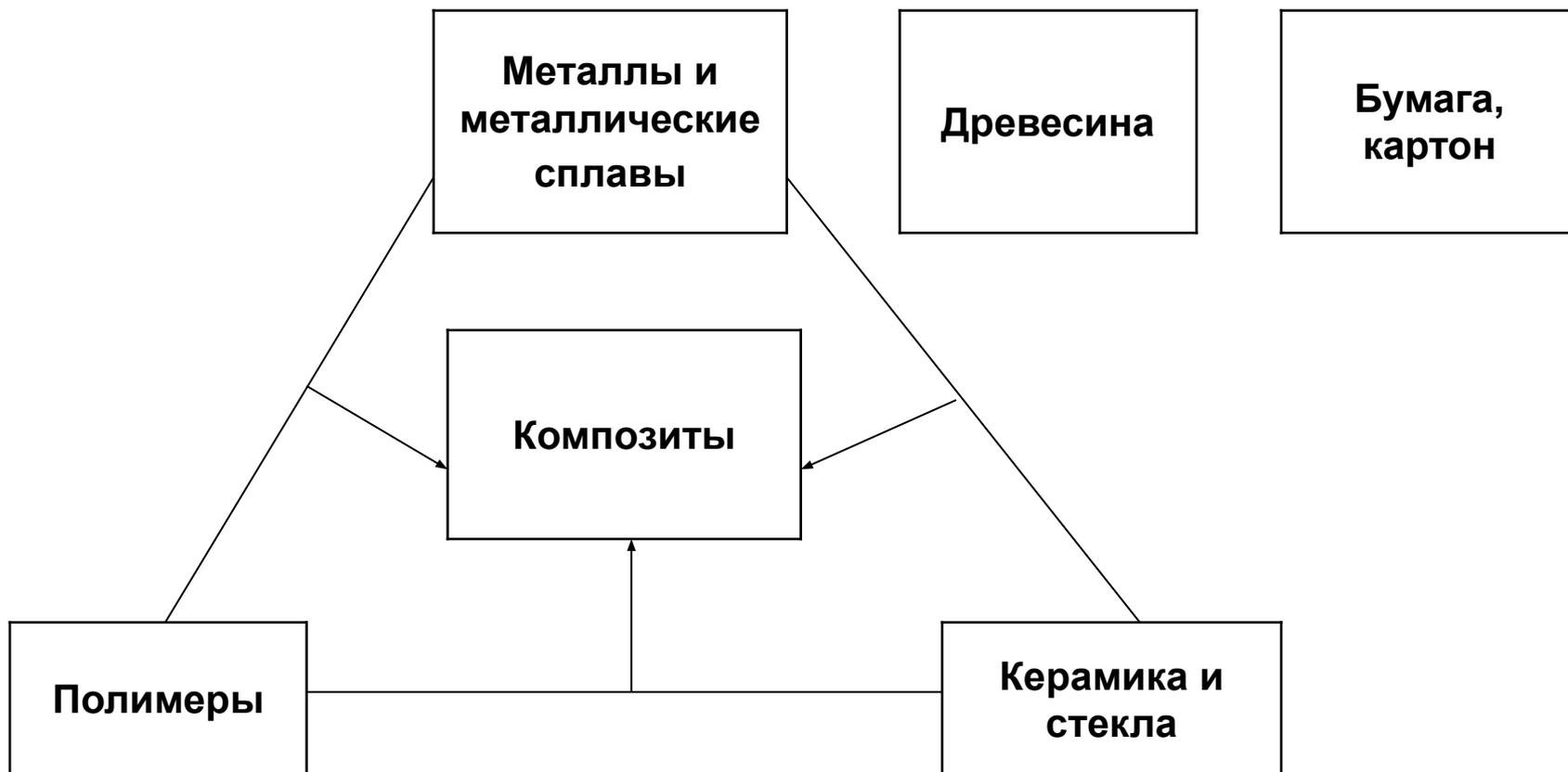
- Эстетические свойства материалов и изделий делятся на две группы свойств:
- эстетическая взаимосочетаемость между собой, а также с окружающей средой;
- форма, цвет, фактура, текстура.

- Определяющими в восприятии эстетических качеств материалов и изделий являются интегральные сочетания формы и рельефа, контраста и нюанса, цвета и фактуры, фактуры и текстуры.

Распространенность элементов в земной коре



Классы конструкционных материалов



Металлы и металлические сплавы

Металлы - кристаллические вещества, характерными свойствами которых являются высокая прочность, пластичность, тепло- и электропроводность, особый блеск, называемый металлическим. Свойства металлов обусловлены наличием в их кристаллической решетке и большого числа свободных электронов.

Металлы составляют около 75 % элементов периодической системы Д. И. Менделеева.

Металлы и металлические сплавы

Металлические сплавы - это вещества, образовавшиеся в результате кристаллизации жидких расплавов, состоящих из двух или нескольких компонентов.

К компонентам, образующим сплав, относятся химические элементы или их соединения.

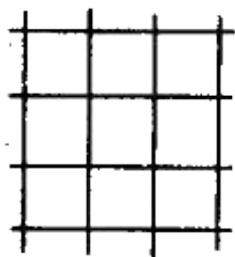
только из металлов (например, сплав меди и цинка - латунь),

из металлов с небольшим содержанием неметаллов (сплавы железа с углеродом - чугун и сталь).

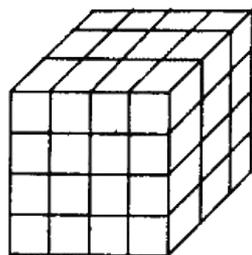
Полимеры

- материалы, состоящие из «мономерных звеньев», соединённых в длинные макромолекулы химическими связями.

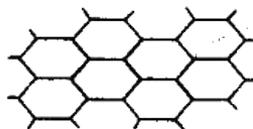
Количество мономерных звеньев в полимере (степень полимеризации) должно быть достаточно велико. Как правило, полимеры — вещества с очень большой молекулярной массой.



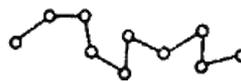
z



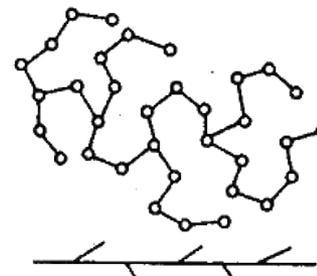
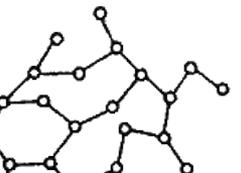
d



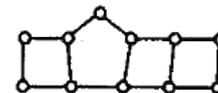
e



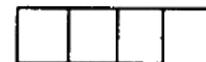
a



б



в



строение макромолекул полимеров

Если связь между макромолекулами осуществляется с помощью слабых сил Ван-Дер-Ваальса, полимеры называются термопласты, если с помощью химических связей — реактопласты. Полимеры имеют различную структуру: линейную, разветвлённую, есть полимеры со сложными пространственными трёхмерными структурами.

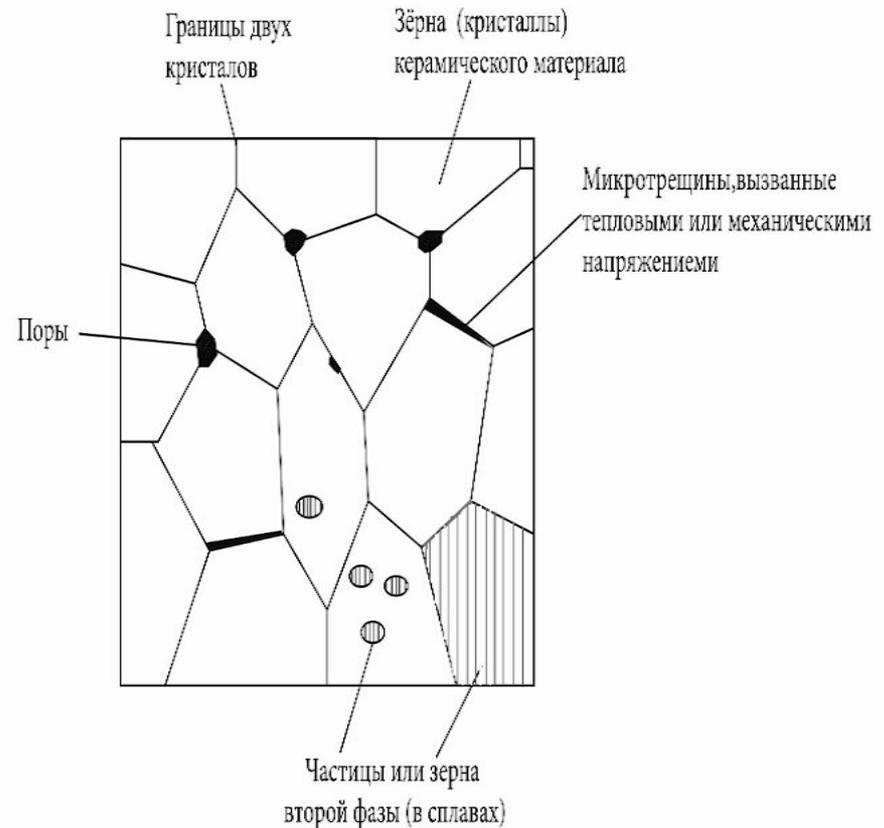
Керамические материалы

Керамические материалы

это порошковые кристаллические вещества на основе оксидов, карбидов и нитридов металлов:

Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , SiC ,
 Si_3N_4 , Si_2AlON_3 .

Для всех без исключения керамических материалов характерны твердость и хрупкость.



Композиционные материалы

Композиционные материалы – это конструкционные материалы, представляющие собой гетерогенные неравновесные системы, состоящие из двух или более компонентов, отличающихся по химическому составу, физико-механическим свойствам и разделённых в материале чётко выраженной границей. Каждый из компонентов вводится в состав композиционного материала, чтобы придать ему требуемые свойства, которыми не обладает каждый из компонентов в отдельности. Комбинируя объёмное соотношение компонентов, можно получать материалы с требуемыми характеристиками: прочностными, диэлектрическими, магнитными и др.

Композиционные материалы

Классификация
КОМПОЗИТОВ

Матрица

Металлическая
Полимерная
Керамическая

Структура
композиита

Каркасная
Матричная
Слоистая

Наполнитель

Порошковый
Волокнистый
Слоистый

Свойства различных материалов

Материал	Достоинства	Недостатки
Металлы и металлические сплавы	Высокий E (~ 100 ГПа) и K_C (> 50 МПа \cdot м ^{1/2}) Пластичность ($\delta > 15$ %). Технологичность.	Низкий σ_T чистых металлов. Коррозия. Высокая цена цветных металлов и сплавов.
Керамические материалы	Высокий мод. упругости ($E \sim 200$ ГПа). Высокая темп-ра плавл. (> 2000 °С). Жаропрочность Умеренная плотность ($3 - 5$ г/см ³).	Хрупкость ($K_C \sim 2$ МПа \cdot м ^{1/2}) Низкая технологичность.
Полимеры	Коррозионная стойкость. Низкая плотность ($1 - 2$ г/см ³). Технологичность.	Мод. упр. ($E \sim 2$ МПа). Низкий пр.тек. ($\sigma_T < 100$ МПа). Ползучесть.
Композиты	Высокие E , σ_T , K_C ($E > 50$ ГПа, $\sigma_T \sim 200$ МПа, $K_C > 20$ МПа \cdot м ^{1/2}). Коррозионная стойкость. Низкая плотность.	Низкая технологичность. Высокая стоимость.

Заключение

Непрерывный рост цен и уменьшение ресурсной базы конструкционных материалов ставит перед конструкторами задачу преодоления нехватки конструкционных материалов в будущем. Можно предложить, по крайней мере, три реалистичных решения этой проблемы.

1. **Рациональное и экономичное конструирование** основанное на применении доступных материалов и применении новых технологий обработки.

2. **Замещение** дефицитных, дорогостоящих материалов новыми. Например, замена меди и легированной стали полимерами, замена металлических сплавов композитами.

3. **Вторичное использование материала.** Конструирование и выбор материала должно учитывать «жизненный цикл» изделия. Конструкция должна предусматривать возможность повторного использования материала.