

# **Тема 1. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ. СВОЙСТВА**



# 1.1. Классификация конструкционных материалов

Материалы делятся на металлические, неметаллические и  
КОМПОЗИЦИОННЫЕ.





Металлические материалы.

К ним относятся все металлы и их сплавы. Среди них можно выделить несколько групп, отличающихся друг от друга по свойствам:

1. **Черные металлы.** Это железо и сплавы на его основе — стали и чугуны;
2. **Цветные металлы.** В эту группу входят металлы и их сплавы, такие как медь, алюминий, титан, никель и др.;
3. **Благородные металлы.** К ним относятся золото, серебро, платина;
4. **Редкоземельные металлы.** Это лантан, неодим, празеодим.



## Неметаллические материалы.

Среди них также можно выделить несколько групп:

1. **Пластмассы.** Это материалы на основе высокомолекулярных соединений – полимеров, как правило, с наполнителями;
2. **Керамические материалы** (керамика). Основой этих материалов являются порошки тугоплавких соединений типа карбидов, боридов, нитридов и оксидов. Например:  $TiC$ ,  $SiC$ ,  $Cr_7C_3$ ,  $CrB$ ,  $Ni_3B$ ,  $TiB_2$ ,  $BN$ ,  $TiN$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $ZrO_2$  и др.;
3. **Металлокерамические материалы** (металлокерамика). В этих материалах основой является керамика, в которую добавляется некоторое количество металла, являющегося связкой и обеспечивающего такие свойства, как пластичность и вязкость;
4. **Стекло.** Оно представляет собой систему, состоящую из оксидов различных элементов, в первую очередь оксида кремния  $SiO_2$ ;
5. **Резина.** Это материалы на основе каучука - углеродноводородного полимера с добавлением серы и других элементов;
6. **Дерево.** Сложная органическая ткань древесных растений.

## **Композиционные материалы.**

Они представляют собой композиции, полученные искусственным путем из двух и более разнородных материалов, сильно отличающихся друг от друга по свойствам.

В результате композиция существенно отличается по свойствам от составляющих компонентов, т.е. получаемый материал имеет новый комплекс свойств.

В состав композиционных материалов могут входить как металлические, так и неметаллические составляющие.



# 1.2. Свойства конструкционных материалов

## Механические свойства материалов

Механические свойства характеризуют способность материалов сопротивляться действию внешних сил.

К основным механическим свойствам относятся:

**Прочность** — это способность материала сопротивляться разрушающему воздействию внешних сил.

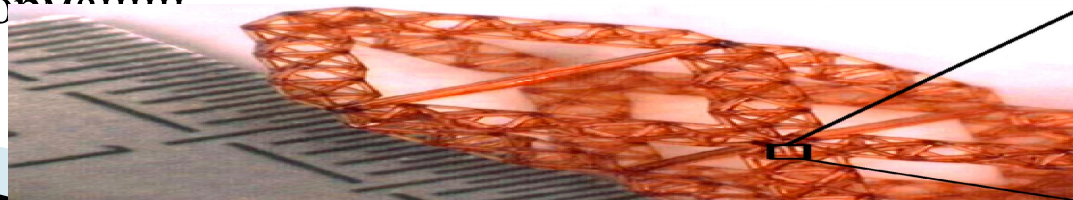
**Твердость** — это способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого тела под действием нагрузки.

**Вязкостью** называется свойство материала сопротивляться разрушению под действием динамических нагрузок.

**Упругость** — это свойство материалов восстанавливать свои размеры и форму после прекращения действия нагрузки.

**Пластичностью** называется способность материалов изменять свои размеры и форму под действием внешних сил, не разрушаясь при этом.

**Хрупкость** — это свойство материалов разрушаться под действием внешних сил без остаточных деформаций.



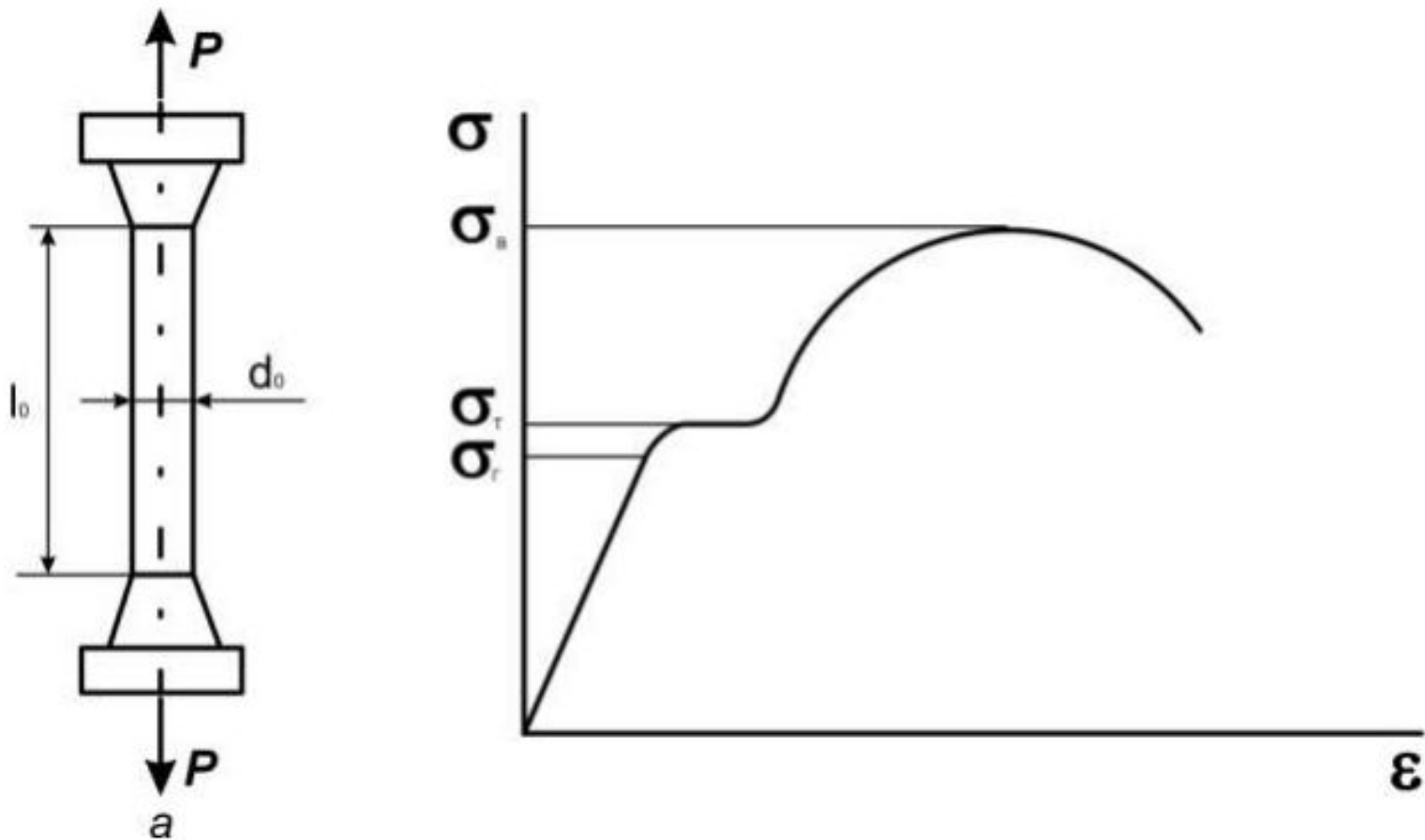


Рис. 1 Статические испытания на растяжение:  
а – схема испытания; б – диаграмма растяжения

При статических испытаниях на растяжение определяют величины, характеризующие прочность, пластичность и упругость материала.

Испытания производятся на цилиндрических (или плоских) образцах с определенным соотношением между длиной  $l_0$  и диаметром  $d_0$ . Образец растягивается под действием приложенной силы  $P$  (рис. 1,а) до разрушения. Внешняя нагрузка вызывает в образце напряжение и деформацию.

**Напряжение  $\sigma$**  — это отношение силы  $P$  к площади поперечного сечения  $F$ , Мпа:

$$\sigma = \frac{P}{F},$$





**Деформация** характеризует изменение размеров образца под действием нагрузки, %:



$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

где:  $l$  — длина растянутого образца.

Деформация может быть **упругой** (исчезающей после снятия нагрузки) и **пластической** (остающейся после снятия нагрузки).

При испытаниях строится диаграмма растяжения, представляющая собой зависимость напряжения от деформации. На рис. 1,б приведена такая диаграмма для низкоуглеродистой стали. После проведения испытаний определяются следующие характеристики механических свойств.

**Предел упругости**  $\sigma_y$  — это максимальное напряжение при котором в образце не возникают пластические деформации.

**Предел текучести**  $\sigma_T$  — это напряжение, соответствующее площадке текучести на диаграмме растяжения (рис. 1,б).

**Предел прочности** (или временное сопротивление)  $\sigma_B$  — это напряжение, отвечающее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец при испытании.

**Относительное удлинение после разрыва**  $\delta$  — отношение приращения длины образца при растяжении к начальной длине  $l_0$ , %:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

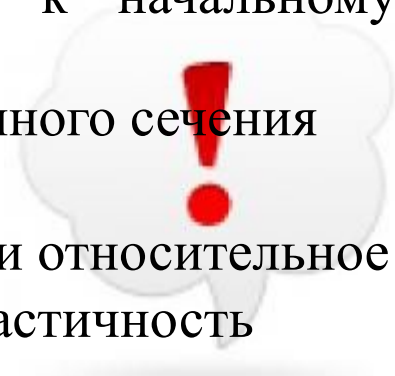
где  $l_k$  — длина образца после разрыва.

**Относительным сужением после разрыва**  $\psi$  называется уменьшение площади поперечного сечения образца, отнесенное к начальному сечению образца, %:

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \cdot 100,$$

где  $F_k$  — площадь поперечного сечения образца в месте разрыва.

Относительное удлинение и относительное сужение характеризуют пластичность материала.



**Твердость** металлов измеряется путем вдавливания в испытуемый образец твердого наконечника различной формы.

**Метод Бринелля** основан на вдавливании в поверхность металла стального закаленного шарика под действием определенной нагрузки. После снятия нагрузки в образце остается отпечаток. Число твердости по Бринеллю HB определяется отношением нагрузки, действующей на шарик, к площади поверхности полученного отпечатка.

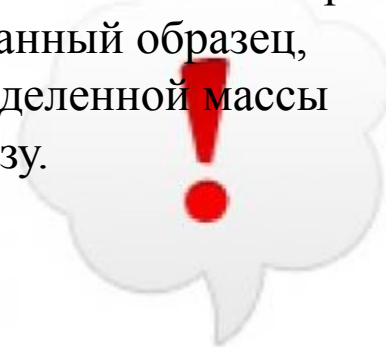
**Метод Роквелла** основан на вдавливании в испытуемый образец закаленного стального шарика диаметром 1,588 мм (шкала В) или алмазного конуса с углом при вершине 120° (шкалы А и С). Вдавливание производится под действием двух нагрузок — предварительной равной 100 Н и окончательной равной 600, 1000, 1500 Н для шкал А, В и С соответственно. Число твердости по Роквеллу HRA, HRB и HRC определяется по разности глубин вдавливания.

В **методе Виккерса** применяют вдавливание алмазной четырехгранной пирамиды с углом при вершине 136°. Число твердости по Виккерсу HV определяется отношением приложенной нагрузки к площади поверхности отпечатка.

**Ударная вязкость** определяется работой А, затраченной на разрушение образца, отнесенной к площади его поперечного сечения F; Дж/м<sup>2</sup>:

$$K_{C} = \frac{A}{F}$$

Испытания проводятся ударом специального маятникового копра. Для испытания применяется стандартный надрезанный образец, устанавливаемый на опорах копра. Маятник определенной массы наносит удар по стороне противоположной надрезу.



## Технологические свойства

Технологические свойства определяют способность материалов подвергаться различным видам обработки. **Литейные свойства** характеризуются способностью металлов и сплавов в расплавленном состоянии хорошо заполнять полость литейной формы и точно воспроизводить ее очертания (жидкотекучестью), величиной уменьшения объема при затвердевании (усадкой), склонностью к образованию трещин и пор, склонностью к поглощению газов в расплавленном состоянии.

**Ковкость** — это способность металлов и сплавов подвергаться различным видам обработки давлением без разрушения.

**Свариваемость** определяется способностью материалов образовывать прочные сварные соединения.

**Обрабатываемость резанием** определяется способностью материалов поддаваться обработке режущим инструментом.

## Физические свойства

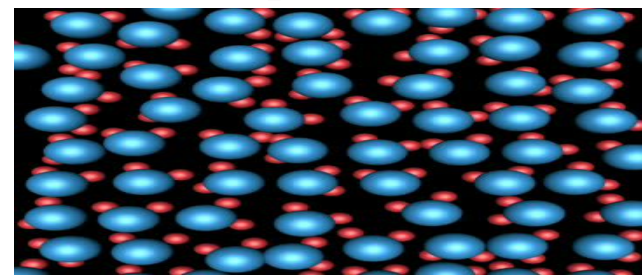
К физическим свойствам материалов относятся плотность, температура плавления, электропроводность, теплопроводность, магнитные свойства, коэффициент температурного расширения и др.

**Плотностью** называется отношение массы однородного материала к единице его объема. Это свойство важно при использовании материалов в авиационной и ракетной технике, где создаваемые конструкции должны быть легкими и прочными.

**Температура плавления** — это такая температура, при которой металл переходит из твердого состояния в жидкое. Чем ниже температура плавления металла, тем легче протекают процессы его плавления, сварки и тем они дешевле.

**Электропроводностью** называется способность материала хорошо и без потерь на выделение тепла проводить электрический ток. Хорошей электропроводностью обладают металлы и их сплавы, особенно медь и алюминий. Большинство неметаллических материалов не способны проводить электрический ток, что также является важным свойством, используемом в электроизоляционных материалах.

**Теплопроводность** — это способность материала переносить теплоту от более нагретых частей тел к менее нагретым. Хорошей теплопроводностью характеризуются металлические материалы.



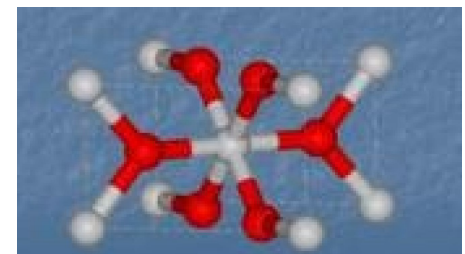
**Магнитными свойствами** т.е. способностью хорошо намагничиваться обладают только железо, никель, кобальт и их сплавы.

**Коэффициенты линейного и объемного расширения** характеризуют способность материала расширяться при нагревании. Это свойство важно учитывать при строительстве мостов, прокладке железнодорожных и трамвайных путей и т.д.

## Химические свойства

Химические свойства характеризуют склонность материалов к взаимодействию с различными веществами и связаны со способностью материалов противостоять вредному действию этих веществ.

Способность металлов и сплавов сопротивляться действию различных агрессивных сред называется **коррозионной стойкостью**, а аналогичная способность неметаллических материалов — **химической стойкостью**.



# Эксплуатационные свойства

К эксплуатационным (служебным) свойствам относятся жаростойкость, жаропрочность, износостойкость, радиационная стойкость, коррозионная и химическая стойкость и др.

**Жаростойкость** характеризует способность металлического материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

**Жаропрочность** характеризует способность материала сохранять механические свойства при высокой температуре.

**Износостойкость** - это способность материала сопротивляться разрушению его поверхностных слоев при трении.

**Радиационная стойкость** характеризует способность материала сопротивляться действию ядерного облучения.

