

К группе металлов относятся:

- **сами металлы (простые вещества);**
- **их сплавы;**
- **металлические соединения (интерметаллиды).**

Металлы представляют собой вещества, которые в обычных условиях обладают металлическими свойствами:

- **характеризуются в твердом состоянии внутренним кристаллическим строением;**
- **обладают высокой электропроводимостью и теплопроводностью;** *(Сейчас определен самый важный признак у группы металлов - это отрицательный температурный коэффициент проводимости тока. Таким образом, металлы способны понижать электрическую проводимость при росте температуры)*
- **имеют металлический блеск (отражают световые волны);**
- **при деформациях проявляют пластичность.**

# Промышленная классификация металлов

- Согласно *промышленной* классификации все металлы делятся на две группы: **черные и цветные** (в зарубежной практике металлы обычно делят на железные и нежелезные).
- *К черным металлам относятся железо и его сплавы, марганец, и хром, производство которых тесно связано с металлургией чугуна и стали.*
- Все остальные металлы относятся к цветным. Название «цветные металлы» довольно условно, так как фактически только золото и медь имеют ярко выраженную окраску. Все остальные металлы, включая черные, имеют серый цвет с различными оттенками - от светло-серого до темно-серого.

# Цветные металлы условно делятся на пять групп:

- **1. Основные тяжелые металлы:** медь, никель, свинец, цинк и олово. Своё название они получили из-за больших масштабов производства и потребления, большого («тяжелого») удельного веса в народном хозяйстве.
- **2. Малые тяжелые металлы:** висмут, мышьяк, сурьма, кадмий, ртуть и кобальт. Они являются природными спутниками основных тяжелых металлов. Обычно их получают попутно, но производят в значительно меньших количествах.
- **3. Легкие металлы:** алюминий, магний, титан, натрий, калий, барий, кальций, стронций. Металлы этой группы имеют самую низкую среди всех металлов плотность (удельную массу).
- **4. Благородные металлы:** золото, серебро, платина и платиноиды (палладий, родий, рутений, осмий, иридий). Эта группа металлов обладает высокой стойкостью к воздействию окружающей среды и агрессивных сред.
- **5. Редкие металлы.** В свою очередь подразделяются на подгруппы:
  - а) тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден, тантал, ниобий, цирконий, ванадий;
  - б) легкие редкие металлы: литий, бериллий, рубидий, цезий;
  - в) рассеянные металлы: галлий, индий, таллий, германий, гафний, рений, селен, теллур;
  - г) редкоземельные металлы: скандий, иттрий, лантан и лантаноиды;
  - д) радиоактивные металлы: радий, уран, торий, актиний и трансурановые элементы.

# Физические свойства металлов

*К ним относятся:*

- температура плавления,
- цвет,
- плотность,
- коэффициенты линейного и объемного расширения,
- электропроводность,
- теплопроводность,
- склонность к намагничиванию.

# Классификация металлов по ПЛОТНОСТИ

Название	Атомный вес	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура плавления, С
<i>Легкие металлы.</i>			
Литий	6,939	0,534	179
Калий	39,102	0,86	63,6
Натрий	22,9898	0,97	97,8
Кальций	40,08	1,55	850
Магний	24,305	1,74	651
Цезий	132,905	1,90	28,5
Алюминий	26,9815	2,702	660,1
Барий	137,34	3,5	710
<i>Тяжелые металлы</i>			
Цинк	65,37	7,14	419
Хром	51,996	7,16	1875
Марганец	54,9380	7,44	1244
Олово	118,69	7,28	231,9
Железо	55,847	7,86	1539
Кадмий	112,40	8,65	321
Никель	58,71	8,90	1453
Медь	63,546	8,92	1083
Висмут	208,980	9,80	271,3
Серебро	107,868	10,5	960,8
Свинец	207,19	11,344	327,3
Ртуть	200,59	13,546	-38,87
Вольфрам	183,85	19,3	3380
Золото	196,967	19,3	1063
Платина	195,09	21,45	1769
Осмий	190,2	22,5	2700

- 1. **лёгкие** (магниевые, бериллиевые, алюминиевые, титановые сплавы) с малой плотностью (до 5 г/см<sup>3</sup>);
- 2. **тяжелые** (свинец, ртуть, медь, кадмий, кобальт, никель) с высокой плотностью больше 7 г/см<sup>3</sup>.

*Самый тяжелый металл — осмий, плотность 22,5 г/см<sup>3</sup>.*

# Легкие металлы

- **Лёгкие металлы** широко распространены в природе (более 20% по массе). Вследствие высокой химической активности они встречаются только в виде весьма прочных соединений.
- Начало развития металлургии **лёгких металлов** относится к середине 19 в. Основные способы получения— электролиз расплавленных солей, металлотермия и электротермия.
- **Лёгкие металлы** применяются главным образом для производства лёгких сплавов.
- Важнейшие **лёгкие металлы** — **алюминий, магний, титан, бериллий, литий**.  
*Самый легкий металл — литий, плотность 0.534 г/см<sup>3</sup>*

# Температура плавления

- **Температура плавления — температура, при которой нагреваемый металл или сплав переходит из твердого в жидкое состояние.**
- По температуре плавления металлы классифицируют на
- **легкоплавкие**, имеющие низкую температуру плавления до  $500^{\circ}\text{C}$ ;
- **тугоплавкие** (сплавы на основе ниобия, молибдена, тантала, вольфрама и др.), температура плавления которых выше  $1539^{\circ}\text{C}$ .

- *К легкоплавким металлам относятся:*  
ртуть — температура плавления —  $38,9^{\circ}\text{C}$ ;  
галлий — температура плавления  $29,78^{\circ}\text{C}$ ;  
цезий — температура плавления  $28,5^{\circ}\text{C}$ ;  
и другие металлы.

*2. К тугоплавким металлам относятся:*  
хром — температура плавления  $1890^{\circ}\text{C}$ ;  
молибден — температура плавления  $2620^{\circ}\text{C}$ ;  
ванадий — температура плавления  $1900^{\circ}\text{C}$ ;  
тантал — температура плавления  $3015^{\circ}\text{C}$ ;  
и многие другие металлы.

*Самый тугоплавкий металл вольфрам — температура плавления  $3420^{\circ}\text{C}$ .*

- **Медь и алюминий**, обладая самым малым электросопротивлением из всех металлов (за исключением серебра), являются основными металлами для электропроводов.
- Металлами и сплавами с высоким сопротивлением пользуются, когда хотят электрическую энергию превратить в тепловую.
- *Количество теплоты, выделяемое в проводнике током определенной силы, прямо пропорционально сопротивлению проводника.*
- Сплавами для элементов обычных нагревательных приборов (электропечей, плит, чайников, утюгов, электропаяльников) служат нихром и др. Для нити в лампах накаливания применяют вольфрам, который, не плавясь, выдерживает температуру более  $2000^{\circ}\text{C}$ . Однако такую нить можно нагревать лишь в вакууме. Кислород воздуха ее окисляет.

# Удельная проводимость некоторых веществ

- Удельная проводимость (См/м)
- приведена при температуре 20 °С:

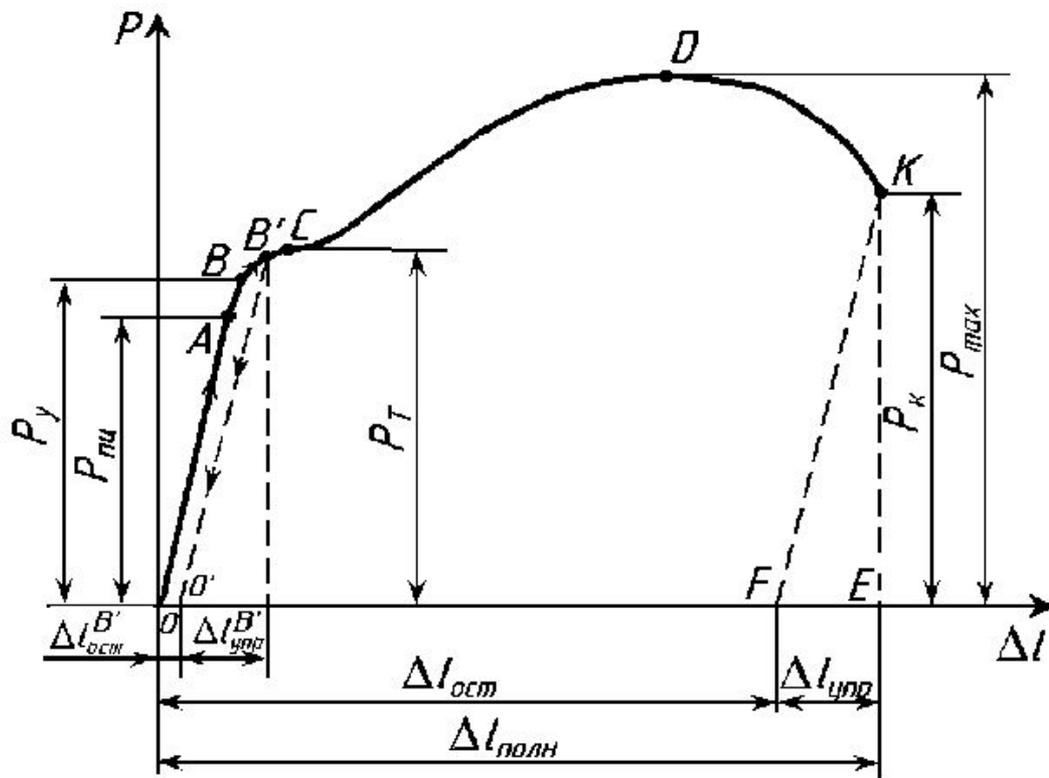
серебро	62 500 000
медь	58 100 000
золото	45 500 000
алюминий	37 000 000
нихром	893 000
графит	125 000
вода морская	3
земля влажная	$10^{-2}$
вода дистилл.	$10^{-4}$
мрамор	$10^{-8}$
стекло	$10^{-11}$
фарфор	$10^{-14}$

# Механические свойства металлов

- — **свойства, определяющие способность металла сопротивляться деформированию и разрушению.**
- Для определения механических характеристик металла образец может быть подвергнут растяжению, сжатию, сдвигу, кручению, изгибу или их совместному воздействию.
- Нагрузка на металл, возрастающая медленно, называется статической. Нагрузка, прикладываемая к металлу с большой скоростью, называется динамической.
- Вид назначаемого механического испытания определяется условиями работы детали, в зависимости от которых испытания металла проводятся при пониженной, комнатной или высокой температуре.
- Основными характеристиками механических свойств металла являются **прочность, упругость, пластичность, вязкость, твердость.**

# Изучение поведения материалов при растяжении

Большинство характеристик прочности определяют в результате статического испытания на растяжение стандартных образцов (ГОСТ 1497-73) на разрывной машине с автоматической записью диаграммы растяжения



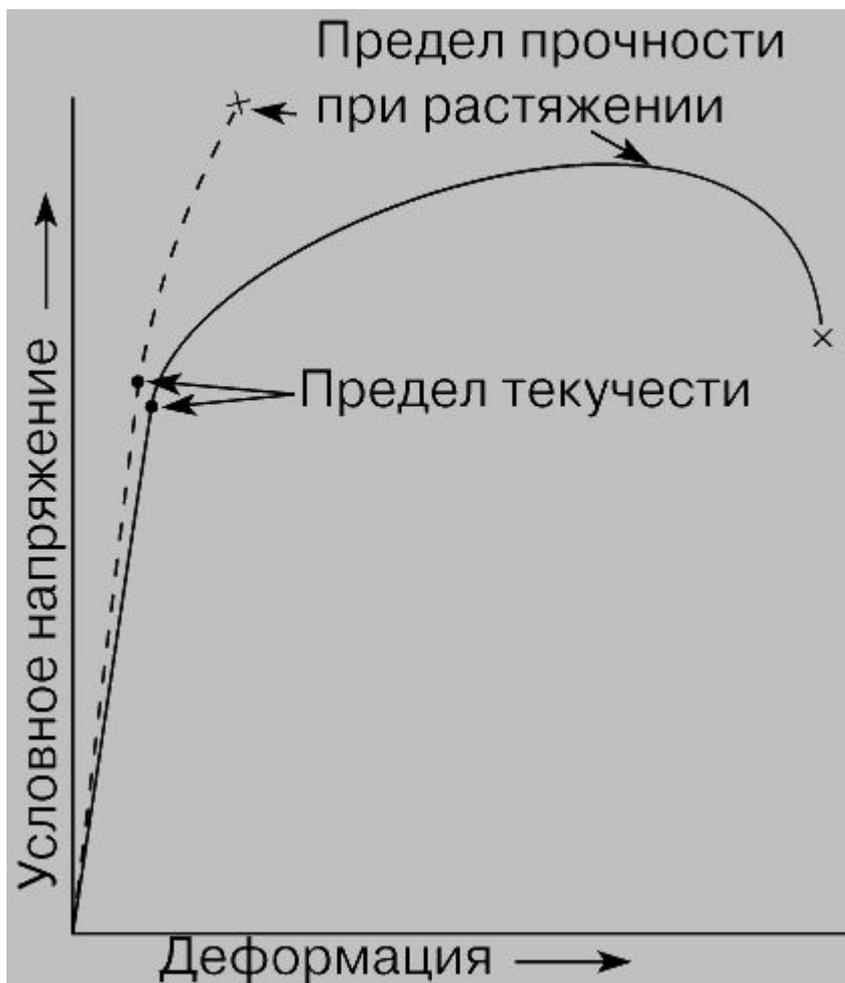
*Диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали*

# УПРУГАЯ И ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, РАЗРУШЕНИЕ

Если напряжение, приложенное к металлическому образцу, не слишком велико, то его деформация оказывается упругой - стоит снять напряжение, как его форма восстанавливается.

*Некоторые металлические конструкции намеренно проектируют так, чтобы они упруго деформировались. Так, от пружин обычно требуется довольно большая упругая деформация. В других случаях упругую деформацию сводят к минимуму. Мосты, балки, механизмы, приборы делают по возможности более жесткими.*

- Когда к металлическому образцу прикладываются напряжения, превышающие его *предел упругости*, они вызывают *пластическую (необратимую)* деформацию, приводящую к необратимому изменению его формы.
- Более высокие напряжения могут вызвать разрушение материала.
- *Важнейшим критерием при выборе металлического материала, от которого требуется высокая упругость, является предел текучести. У самых лучших пружинных сталей практически такой же модуль упругости, как и у самых дешевых строительных, но пружинные стали способны выдерживать гораздо большие напряжения, а следовательно, и гораздо большие упругие деформации без пластической деформации, поскольку у них выше предел текучести.*



- **ДИАГРАММЫ РАСТЯЖЕНИЯ** для двух металлов с разной пластичностью: сравнительно хрупкого (штриховая линия) и более пластичного (сплошная линия). Пределы текучести обоих металлов почти совпадают.
- Более хрупкий металл разрушается по достижении своего предела прочности при растяжении, а более пластичный - пройдя через свой предел прочности.

# Твердость металлов

- Способность (свойство) твердого тела сопротивляться проникновению в него другого тела.
- Твердость некоторых металлов по шкале Мооса:
- $H(\text{Na}) = 0,4$ ;
- $H(\text{Sn}) = 1,8$ ;
- $H(\text{Ni}) = 5$ ;
- $H(\text{Cr}) = 9$
- Самые мягкие металлы: К, Rb, Cs, Na (режутся ножом);
- самый твердый металл – Cr (режет стекло).

- Металлы различаются по своей твердости:
  - **мягкие**: режутся даже ножом (натрий , калий , индий );
  - **твердые**: металлы сравниваются по твердости с алмазом, твердость которого равна 10.
- Хром — самый твердый металл, режет стекло.

# Технологические свойства металлов

- **Пластичность.** Одним из основных свойств металлов является их пластичность, т.е **способность металла, подвергнутого нагрузке, деформироваться под действием внешних сил без разрушения и давать остаточную (сохраняющуюся после снятия нагрузки) деформацию.**
- Пластичность иногда характеризуют величиной удлинения образца при растяжении. **Отношение приращения длины образца при растяжении к его исходной длине, выражаемое в процентах, называется относительным удлинением и обозначается  $\delta$ , %.** Относительное удлинение определяется после разрыва образца и указывает способность металла удлиняться под действием растягивающих усилий.
- **Ковкость.** Способность металла без разрушения поддаваться обработке давлением (ковке, прокатке, прессовке и т.д.) называется его ковкостью. Ковкость металла зависит от его пластичности. Пластичные металлы обычно обладают и хорошей ковкостью.

- **Усадка.** Усадкой металла называется сокращение объема расплавленного металла при его застывании и охлаждении до комнатной температуры.  
*Соответствующее изменение линейных размеров, выраженное в процентах, называется линейной усадкой.*
- **Жидкотекучесть.** Способность расплавленного металла заполнять форму и давать хорошие отливки, точно воспроизводящие форму, называется жидкотекучестью.
- *Кроме хорошего заполнения формы, лучшая жидкотекучесть способствует получению плотной отливки благодаря более полному выделению из жидкого металла газов и неметаллических включений.  
Жидкотекучесть металла определяется его вязкостью в расплавленном состоянии.*

- **Износостойкость.** Способность металла сопротивляться истиранию, разрушению поверхности или изменению размеров под действием трения называется износостойкостью.
- **Коррозионная стойкость.** Способность металла сопротивляться химическому или электрохимическому разрушению его во внешней влажной среде под действием химических реактивов и при повышенных температурах называется коррозионной стойкостью.
- **Обрабатываемость.** Способность металла обрабатываться при помощи различных режущих инструментов называется обрабатываемостью.

# Жаропрочность

- — это способность металла работать под напряжением в условиях повышенных температур без заметной остаточной деформации и разрушения. Основными характеристиками жаропрочности являются **ползучесть** и **длительная прочность**.
- Сопротивление стали разрушению при длительном воздействии температуры характеризуется длительной прочностью.
- Длительная прочность — это условное напряжение, под действием которого сталь при данной температуре разрушается через заданный промежуток времени.