

**Лекция 1.**  
**Предмет “ Основы Материаловедения”.**  
**Классификация конструкционных материалов**

**План**

- 1.1. Предмет ОМ и его значение в профессиональной подготовке студентов ФТ и П.**
- 1.2. Историческая справка. Значение КМ в жизни людей**
- 1.3. Основные понятия и определения.**
- 1.4. Классификация конструкционных материалов**
- 1.5. Свойства КМ и методы их определения.**

## **1.1. Предмет «Основы материаловедения» и его значение в системе профессиональной подготовки студентов**

**Предмет «Основы материаловедения» изучает:**

- **Виды материалов: металлов, неметаллов.**
- **Вещества, в состав которых входят изготовленные из КМ детали.**
- **Структуру, строение и свойства материалов**
- **Области применения материалов.**

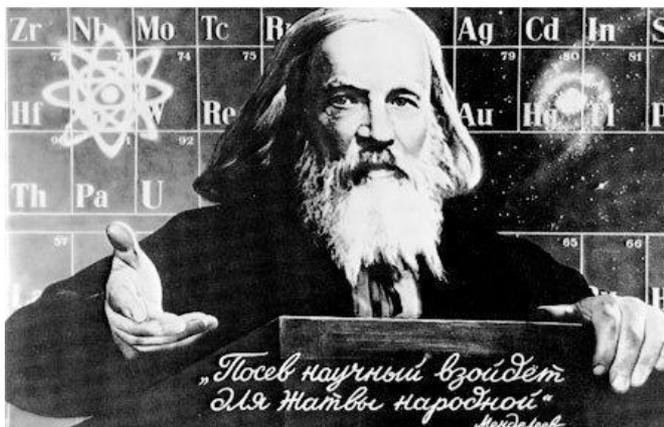
**Материаловедение – наука, устанавливающая связь между составом, структурой и свойствами материалов и сплавов и изучающая закономерности их изменений при тепловых, химических, механических, электромагнитных и радиоактивных воздействиях**

## Значение курса в системе профессиональной подготовки студентов

1. Основы материаловедения относятся к профессиональному циклу дисциплин, в ходе изучения которых формируются предметные компетенции у будущих бакалавров педагогического образования, инженеров.
2. Изучение учебной дисциплины «Основы материаловедения» закладывает необходимые профессиональные компетенции для преподавания в общеобразовательной школе соответствующих разделов программы образовательной области «Технология».
3. Способствует формированию технологической компетенции будущего бакалавра педагогического образования и инженера.
4. Дисциплина является пропедевтической по отношению к модулям "Машиноведения", "Современное производство" и позволяет успешно освоить эти и ряд специальных дисциплин.
5. Обеспечивает творческий подход к педагогической и инженерной деятельности, учит рационально выбирать материалы для решения различных практических задач в области трудовой и профессиональной деятельности людей.

# Роль ученых в развитии науки о металлах

- **М.В.Ломоносов** (1711 -1765) — первый русский ученый — естествоиспытатель мирового значения, создал русскую научно-техническую терминологию.
- **П.П.Аносов** (1799-1851) — заложил основы микроскопического анализа.
- **Д.К. Чернов** (1839-1921) - разработал теоретические основы современного металловедения, заложил фундамент научных основ термической обработки;
- **Д.И.Менделеев** (1834-1907)- открыл периодическую систему химических элементов



# Роль ученых в развитии науки о металлах

- **Н.С.Курнаков** (1860-1941) создал отечественную школу физико-химического анализа, российскую научную школу химиков и металлургов.
- **А.А.Байков** (1870-1946) советский металлург и химик, заложил основы «химии высоких температур», положил начало физико-химическому обоснованию ряда производственных процессов.
- **А.А.Бочвар** (1902-1984) создал теорию эвтектической кристаллизации, а затем разработал технологию и внедрил в практику метод кристаллизации фасонных отливок под давлением.
- **Г.В.Курдюмов** (1902 - 1996) внёс крупный вклад в развитие физического металловедения, физики пластической деформации, упрочнения и разупрочнения, легирования.
- Зарубежные ученые: Б.Розебом (Голландия), Р.Аустен (Англия), Ф.Осмонд (Франция), Г.Гоу (США) и др.

# История металлов

**Потребности людей в выживании или в улучшении условий жизни заставляли искать новые конструкционные материалы и технологии их обработки.**

На часах человеческой истории **каменный век** сменился веком **медным**, затем – **бронзовым**, далее – **железным** .....

- Северная Америка, район Великих озер -сросток крупных медных глыб  $\approx 400$  тонн  $\Rightarrow$  следы каменных топоров
- В первобытную эпоху использовали метеоритное железо.

Небесные камни (метеориты) Аральское море.  $> 1$  мил. лет метеорит 400 м поперечнике. Кратер  $\varnothing > 6$  км,  $h \square 750$  м. Астероид: Fe и Ni:  $1\text{м}^3 \Rightarrow \text{Fe}$  на 15 лет, Ni на 1000 лет. 1895 г. Американский полярный исследователь Роберт Пири нашел во льдах Гренландии метеорит массой 34 т  $\Rightarrow$  НьюЙорк. Юго-Западная Африка. 1920 г. Метеорит "Гоба"  $\cong 60$  тонн.

# История металлов

- Корея- VIII век отлит колокол из бронзы 48 тонн
- Американские и турецкие археологи. Верховья р. Тигр. Поселение на 5 веков старше. Следы меди. и медной руды.
- Наиболее древние из найденных золотых изделий изготовлены восемь тысяч лет назад.
- К более позднему времени относят изделия из самородного серебра и меди
- Первые изделия из рудного железа были получены около трех тысяч лет назад
- 1958 г. Турция. Англ. археол. Джемс Меллард на холме Чатал-Хююк (6500-5700до.н.э.) обнаружил медеплавильный шлак: бытовые приборы.

# Царь - пушка



Царь – пушка отлита из бронзы в 1586 г. 40 тонн (2400 пудов), длина–5,34м., калибр-890 мм., нар. диам. 1200 мм., заряд 480 кг. 1588 г.-медная пищаль-100 стволов, калибр 50 мм.

# Царь-колокол



26 июля 1730 г. указ имп. Анны Ивановны – механик франц. короля Жермин отказался. 1733 г. Иван Федорович Маторин начал подготовку на Ивановской пл. Кремля в яме глубиной 10 м.. Его сын Михаил – 24.11.1735 г. произвел отливку колокола с 83 мастеровыми, а всего 200 человек. ; 4 плавильные печи, заливка 36 мин по 7 тонн сплава в мин. Диаметр наибольший 6,6 м. , высота 6,14 м. Вес: 201924 кг. (12327 пудов). Компоненты: 84,5% Cu; 13,21% Sn; 1,25% S; 72 кг Au; 525 кг Ag. Масса осколка – 123 кг.



## 1.3. Основные понятия и определения

- Конструкционные материалы. Физические, химические, механические, технологические свойства конструкционных материалов.
- Цвет, плотность, электропроводность, теплопроводность, магнитность, температура плавления, теплоёмкость конструкционных материалов.
- Обрабатываемость конструкционных материалов.
- Испытания конструкционных материалов.

## 1.3. Основные понятия и определения

В широком понимании **материалы** – это исходные вещества для **производства различной продукции.**

Различают: **сырье**, подлежащее дальнейшей переработке (Железные руды, нефть, газ и пр.)

**полуфабрикат** - переработанный материал, прошедший несколько стадий обработки, для того чтобы стать изделием, годным к потреблению.

**Конструкционные материалы** – это материалы, применяемые для **изготовления конструкций** (деталей машин: гайки, болты, валы и т.д., сооружений, зданий, приборов) и **воспринимающие силовую нагрузку.**

**95 %** конструкционных и инструментальных материалов состоят из железа.

## 1.3. Основные понятия и определения

- **Металлы** и их сплавы – тела кристаллические, атомы (ионы) в них расположены закономерно.
- **Неметаллы** – аморфные вещества, в них атомы расположены хаотично.
- **Сплавы металлов** – сложные вещества, в состав которых может входить несколько элементов – металлов.
- **Металловедение** – наука изучающая строение и свойство металлов и их сплавов и устанавливающая связь между их составом, строением и свойствами, а также разрабатывающая технологии воздействия на свойства с целью их улучшения.
- **Железные металлы:** железо, кобальт, никель, марганец.
- **Тугоплавкие металлы** – их температура плавления выше 1539°C.
- **Урановые металлы** – преимущественно применяются в сплавах для атомной энергетики (торий, уран, плутоний)
- **Редкоземельные металлы** – лантан, церий, неодим, празеодим и др.
- **Щелочно-земельные металлы** в свободном металлическом состоянии не применяются, за редким исключением в атомных реакторах (литий, натрий, барий и др.)

## 1.3. Основные понятия и определения

**Цветная группа металлов** подразделяется:

- **Легкие металлы** – бериллий, магний, алюминий, обладающие малой плотностью.
- **Благородные металлы** – серебро, золото, платина, палладий и др.
- **Легкоплавкие металлы** - цинк, ртуть, олово, свинец, сурьма и др.

По степени очистки:

- **Технически чистые металлы** – содержание примесей до 0,1 ...0,5%.
- **Химически чистые** – содержащие примесей 0,01 ...0,1%
- **Сверхчистые (ультрачистые)** – менее 0,001%
- **Свойства** – признаки, по которым различают вещества.

## 1.3. Основные понятия и определения

- **Физические свойства** металлов характеризуются вполне определенными числовыми значениями – «физическими постоянными». Например, алюминий – плотность –  $2,7 \text{ г/см}^3$ , температура плавления  $660^\circ \text{ С}$  и т.д.
- **Механические свойства** металлов и сплавов – способность сопротивляться деформациям (изменению формы и размеров) под действием внешних нагрузок. Оцениваются численным значением напряжения (мера внутренних сил, возникающих в образце под влиянием внешних нагрузок).
- **Химические свойства** характеризуются способностью металлов взаимодействовать с внешней средой и окисляться.
- **Технологические свойства** характеризуются способностью металлов и сплавов подвергаться различным видам технологической обработки.

# 1.4. Классификация конструкционных материалов

## Конструкционные материалы

### Металлы и сплавы

Черные

Сталь

Чугун

Цветные

Алюминий и его сплавы

Медь и ее сплавы

Магний и его сплавы

Титан и его сплавы

Никель и его сплавы

Благородные

Au, Ag, Pt, Pd, Os, Ir, Ru, Rh

Тугоплавкие

W, Re, Nb, Ni, Mo

Твердые сплавы, электротехнические, фрикционные и антифрикционные, пористые, жаропрочные и жаростойкие.

Fe

Co,  
Ni,  
Mn

### Неметаллы

Полимеры – высокомолекулярные соединения

Природные

Синтетические

Линейны

Развёрнуты

Сетчатые

Органические

Неорганические

Термопласт

Реактопласт

### Композитные

Порошковые

Волокнистые

Слоистые

Дисперсно упрочненные

Карбо, боро и орговолокниты

### Строительные материалы

Кирпич

Цемент

Древесны

Бетон

Керамика

Камень

Изоляционные материалы

Текстиль

Картон

Резина

Эбонит

Лакокрасочн

Защитные

Бумажны

и др.

# 1.5. Свойства конструкционных материалов и методы их определения

## 4.1. Основные свойства металлов и сплавов

| Свойства        | Металлы   | Неметаллы<br>(отличие от металлов)   |
|-----------------|---|--|
| Физические      | Блеск. Плотность ( $kg/m^3$ ). Температура плавления. Теплопроводность ( $W/(m\cdot K)$ ). Теплоемкость ( $J/K$ ). Электропроводность ( $1/\Omega$ ). Магнитные свойства ( $b$ , $H_m$ , $M$ , $\square$ ). Расширяемость при нагреве и фазовых превращениях. | Блеск металлический отсутствует.<br>Теплопроводность плохая.<br>Электропроводность плохая. |
| Механические    | Твердость ( $HB$ , $HRC$ ). Упругость ( $\delta_{0,05\%}$ , $E$ ). Прочность ( $\delta_g$ ). Хрупкость. Пластичность. Вязкость. Износостойкость. Ползучесть. Сопротивление усталости ( $\delta_{max}$ , $T_{max}$ ).  |  |
| Химические      | Способность сопротивляться воздействию окружающей среды: коррозии, растворению, окислению и снижению жаропрочности.   |  |
| Технологические | Жидкотекучесть. Ковкость. Закаливается. Прокаливаемость. Свариваемость. Склонность к обезуглероживанию. Обрабатываемость резанием.  | Ковкость отсутствует.  |

## Некоторое технологическое оборудование для испытания конструкционных материалов

| Группы оборудования   |   |
|---|---|
| <p><u>Машины:</u><br/>растяжения,<br/>сжатия,<br/>поперечного и продольного изгиба,<br/>для одновременного кручения и<br/>сжатия или растяжения.</p>                            | <p><u>Приборы для измерения:</u><br/>твердости по Бринеллю,<br/>твердости по Роквеллу,<br/>твердости по Виккерсу,<br/>твердости по Шору (переносной),<br/>микротвердости</p>      |
| <p><u>Копры:</u><br/>с падающим бойком,<br/>маятниковые,<br/>пневматические,<br/>ротационные крутильные.</p>  | <p><u>Машины для испытания на<br/>упрочнение:</u><br/>ППД:<br/>порошковых пластин,<br/>пластин из эльбора и др.</p>   |
| <p><u>Машины для испытания на усталость:</u><br/>изгибом и вращением,<br/>изгибом в одной плоскости,<br/>растяжением – сжатием,<br/>кручением,<br/>растяжением и кручением.</p> | <p><u>Динамометры:</u><br/>переносные образцовые,<br/> типовые гидравлические,<br/> рабочие пружинные растяжения.<br/>Эталонные установки.<br/>Силоизмерительные машины и др.</p> |
| <p><u>Тензометры:</u> механические и электрические.</p>   |   |

**1.4.2. Методы  
определения  
свойств  
конструкцион-  
-ных  
материалов**

# Методы определения свойств КМ

Наиболее распространенными испытаниями **механических свойств** являются статическое растяжение, динамические испытания, испытания на твердость.

**Статическое нагружение** – характеризуется медленным возрастанием нагрузки от нуля до некоторого максимального значения. В зависимости от характера действия внешних сил различают прочность на: растяжение (разрыв), сжатие, кручение, изгиб, ползучесть, усталость и сдвиг.

**Динамическое нагружение** – кратковременное (ударное) приложение нагрузки. (ударная вязкость, вязкость разрушения).

На практике **твердость** образца определяют на приборах Бриннеля (НВ), Роквелла (HRC) и Виккерса (HV).

**Технологические свойства** определяют с помощью специальных проб: на выдавливание, на перегиб, на осадку, пробы труб на сплющивание, бортование и пр.

**Физические и механические свойства некоторых чистых металлов**

| Свойства   | Наименование металлов |               |                  |                 |       |         |        |
|--|-----------------------|---------------|------------------|-----------------|-------|---------|--------|
|  | алюми-<br>ний         | воль-<br>фрам | медь             | никель          | олово | серебро | Железо |
| Удельный вес при 20°C  | 2,7                   | 19,3          | 8,94             | 8,9             | 7,3   | 10,6    | 7,68   |
| Температура плавления, °C                                      | 660                   | 3400          | 1083             | 1455            | 232   | 961     | 1535   |
| Теплопроводность при 20°C в кал/см сек. град.                  | 0,57                  | 0,31          | 0,92             | 0,14            | 0,16  | 1,00    |        |
| Удельное электросопротивление при 20°C в ом.мм <sup>2</sup> /м | 0,029                 | 0,055         | 0,0175           | 0,13            | 0,12  | 0,0156  | 25     |
| Предел прочности при растяжении в кг/мм <sup>2</sup>           | $\frac{8}{20}$        | 110           | $\frac{22}{45}$  | $\frac{40}{80}$ | 3     | 14      | 50     |
| Относительное удлинение в %                                    | $\frac{49}{5}$        | —             | $\frac{50}{3}$   | 45              | 40    | 50      | 80     |
| Относительное сужение в %                                      | $\frac{85}{60}$       | —             | $\frac{70}{40}$  | 65              | 75    | 90      | 80     |
| Твердость по Бри-неллю   | $\frac{20}{45}$       | 350           | $\frac{35}{120}$ | 60              | 5     | 20      |        |

**Физические  
и  
механические  
свойства  
чистых  
металлов**

В отожженном  
состоянии

В деформиро-  
ванном  
состоянии

# Набор параметров выбора конструкционного материала

- Прочность
- Твёрдость
- Удельная масса
- Электропроводность
- Теплопроводность
- Теплостойкость
- Износостойкость
- Технологичность, обрабатываемость
- Вид и условия поставки
- Условия транспортировки и хранения
- Стоимость
- Дефицитность
- Используемость отходов
- Утилизация

# Задание на дом

- Рассмотрите два-три изделия и постарайтесь отгадать, из какого материала они выполнены. Перечислите их основные свойства и попробуйте оценить в каждом случае используемые ресурсы: материал, энергия, производство, а также отходы, воздействие на окружающую среду.
- Попробуйте подготовить сообщение для старшеклассников на тему: «Конструкционные материалы XXI века».
- Составьте кроссворд (не менее 13 вопросов) по изученной теме.

**Желаю успехов на ниве просвещения!**

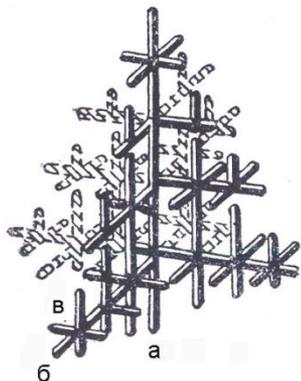


Схема образования дендрита

## 1.6. Основы теории сплавов.

### 1.6.1. Кристаллическое строение металлов

**ЧЕРНОВ**, Дмитрий Константинович (1839—1921), выдающийся русский учёный, металлург. Профессор Михайловской артиллерийской академии в Петербурге. Работая на Обуховском з-де по производству стальных орудий, открыл в 1868 наличие фазовых превращений в стали при её нагревании, установил при этом критич. точки.



Кристалл Д.К.Чернова длиной 39 мм, обнаруженный в 100 т. слитке.