

# Материаловедение

Лектор – Храбров

Василий Анатольевич

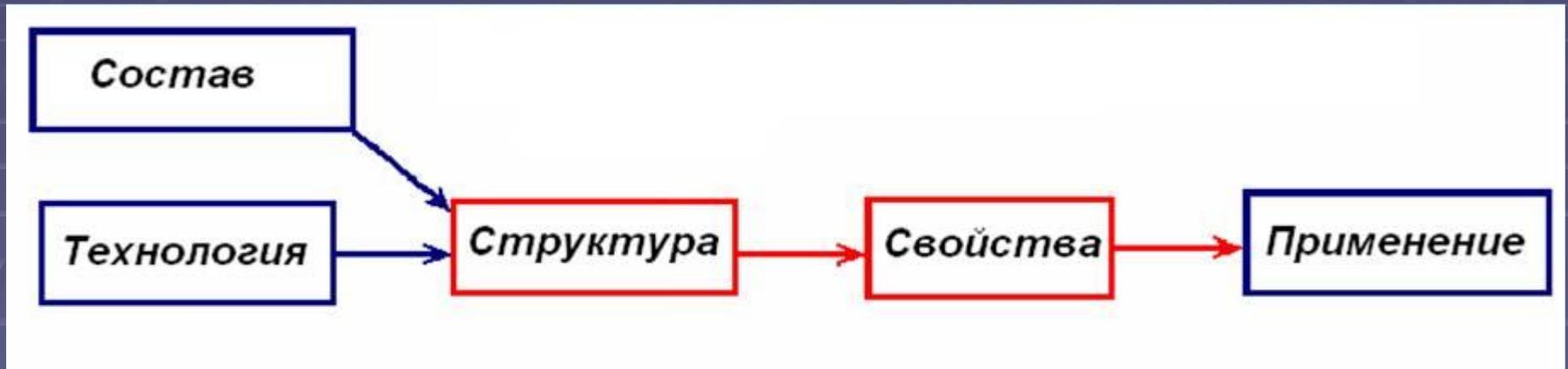
Кафедра «Технология металлов и  
металловедение»

# Литература

- Фетисов Г.А., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 638с.
- Материаловедение. учебник для вузов. - Под ред. Арзамасова Б.Н., Макарова В.И., Мухин Н.М. и др.; - 5-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2003.
- Ю.А.Лахтин, Е.П.Леонтьева, Материаловедение. М.: Машиностроение, 1990г.
- А.П.Гуляев, Металловедение, М.: Машиностроение, 1986г.

# Материаловедение

**Материаловедение** – это наука о связи между составом, структурой и свойствами конструкционных материалов, а также о влиянии различных видов обработки на их структуру и свойства.



От химического состава и технологии получения зависит структура материала, а структура, определяет свойства материала.

Области применения одного и того же материала могут быть очень разнообразны, в зависимости от его структуры и свойств.

# Методы исследования в материаловедении

Теоретическими основами современного материаловедения являются физика и химия (особенно физическая химия).

Материаловедение развивается прежде всего экспериментальным путем, но в XX столетии был создан и продолжает совершенствоваться математический аппарат, позволяющий до эксперимента просчитывать поведение материала в различных условиях, создавать модели структуры и выбирать оптимальную.

Создание новых материалов и познание закономерностей их поведения порождают новые технологии и целые новые отрасли: в электронике решающую роль сыграло появление полупроводниковых материалов и жидких кристаллов, в авиа- и ракетостроении – композитов, в радиотехнике – сверхпроводящих материалов и аморфных сплавов.

# Структура

Под *структурой* понимается состав, размеры и форма, количественное соотношение и пространственное расположение составляющих материал частиц. В зависимости от размеров этих частиц и применяемых методов их выявления различают понятия:

- *макроструктура* (строение материала, видимое невооруженным глазом или с помощью лупы; размер объектов до  $10^{-4}$  м, или 0,1 мм),
- *микроструктура* (строение материала, наблюдаемое с помощью оптического микроскопа; размер объектов до  $10^{-7}$  м, или 0,1 мкм),
- *тонкая структура* (строение молекул и атомов, расположение элементарных частиц в молекулах и кристаллах). Изучается с помощью рентгеноструктурного анализа, непосредственно наблюдается в электронном микроскопе. Размер объектов до  $10^{-10}$  м, или 0,1 нм.

# Классификация конструкционных материалов

Классификация по степени упорядоченности элементов структуры в пространстве.

- Кристаллические материалы.
- Керамики.
- Пластмассы.
- Аморфные материалы (стекла) .

# Конструкционные материалы

- Кристаллы – имеют упорядоченное расположение частиц в пространстве.
- Керамики – это материалы, полученные спеканием минеральных порошков при высокой температуре. Они состоят, в основном, из кристаллической фазы с аморфными прослойками, имеют значительную пористость.
- Пластмассы или полимеры – это твердые материалы с большой молекулярной массой. Структурным элементом в пластмассах является *макромолекула*.
- Аморфные материалы. *Не имеют упорядоченного расположения частиц (атомов, молекул) в пространстве. Их структура подобна структуре жидкости.*

# Классификация конструкционных материалов

Классификация по природе материала.

- Металлические материалы.
- Неметаллические материалы.
- Композиционные материалы.

Основные конструкционные материалы в современном машиностроении – металлические материалы.

# Металловедение. Свойства металлов.

Металлы — простые вещества, обладающие свободными, не связанными с определенными атомами электронами, которые способны перемещаться по всему объему тела.

Эта особенность состояния металлического вещества определяет собой свойства металлов.

Металлами являются 88 из 110 известных химических элементов.

# Основные свойства металлов

Металлы проявляют следующие характерные свойства:

- Высокую *теплопроводность* и *электропроводность*.
- *Положительный температурный коэффициент электросопротивления* (с повышением температуры электросопротивление растет).
- Способность к *термоэлектронной эмиссии* (при нагреве поверхность металла испускает электроны).
- *Непрозрачность*, *металлический блеск*.
- Высокую *пластичность*, т. е. способность деформироваться без разрушения.

# Строение металлов

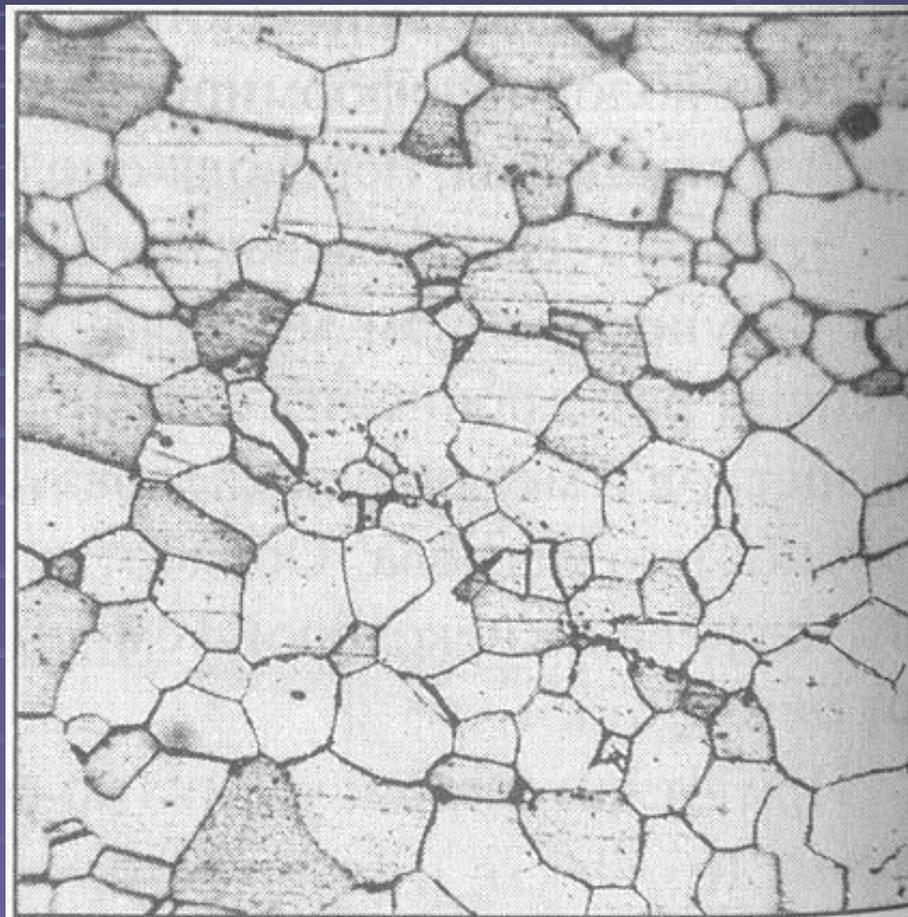
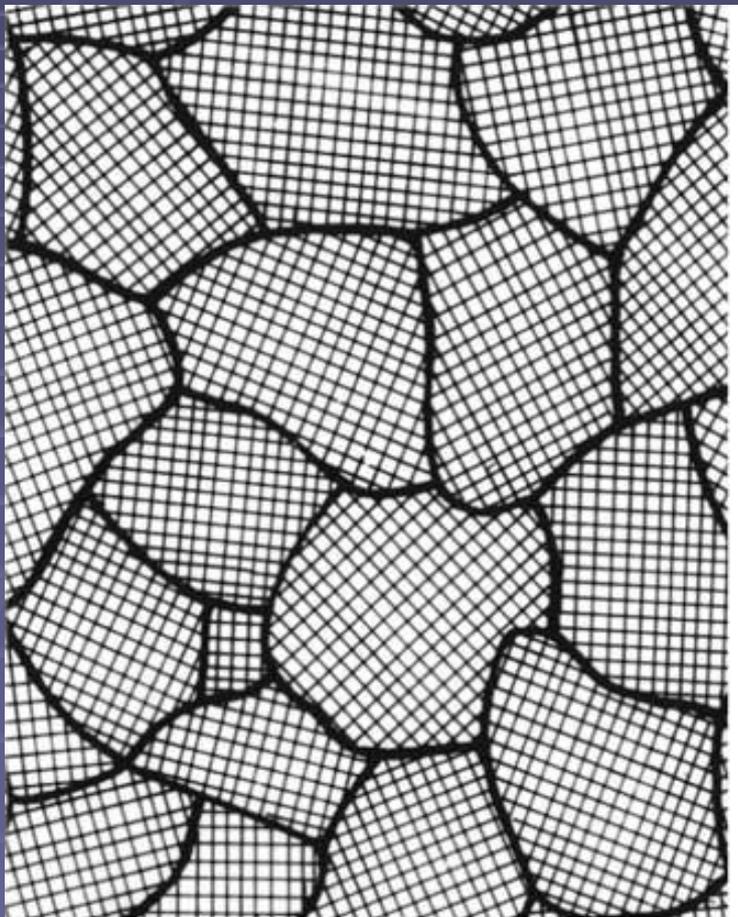
Кристаллический материал может представлять собой единый, относительно крупный кристалл, который принято называть *монокристаллом*, а может состоять из множества мелких кристалликов.

Подобное строение материалов называют *поликристаллическим* или *зёрнистым*.

Почти все металлические изделия являются *поликристаллами*.

*В каждом зерне атомы расположены закономерно, образуя пространственную кристаллическую решетку.*

# Поликристаллическое строение



# Типы кристаллических решеток

В процессе кристаллизации металла из расплавленного (жидкого) состояния атомы группируются в строго определенной последовательности, образуя *кристаллические решетки* — правильное упорядоченное расположение атомов в элементарной ячейке.

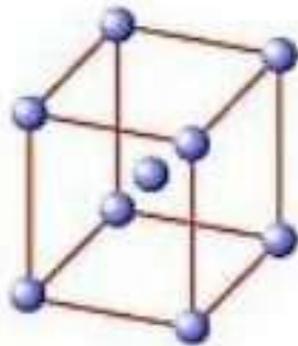
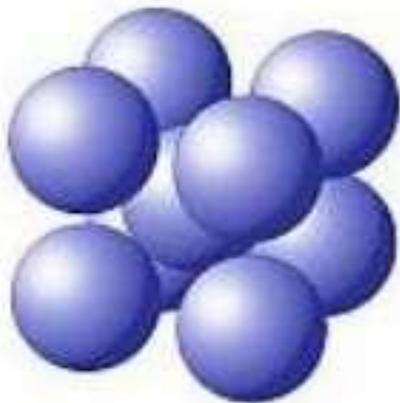
У металлов чаще всего встречаются три *типа кристаллических решеток*.

Для характеристики кристаллической решетки необходимо знать периоды решетки — расстояние между центрами атомов, находящихся в узлах решетки.

Период решетки измеряется в ангстремах ( $1\text{Å} = 10^{-10}\text{м}$ ,  $1\text{Å} = 0,1\text{нм}$ ).

# Объемноцентрированная кубическая решетка (ОЦК)

**B**



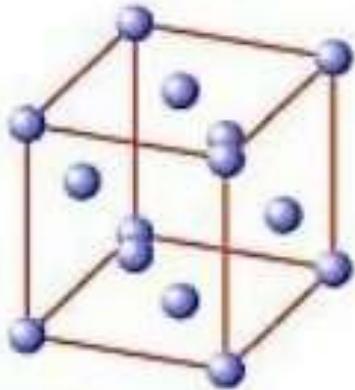
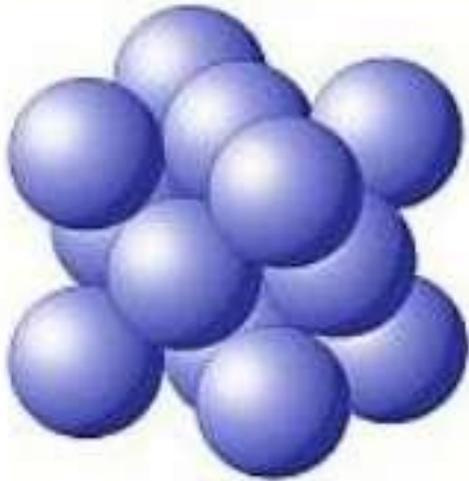
Представители:

Cr, Mo, W, V,

Ta, Nb, Fe<sub>α</sub>

# Гранецентрированная кубическая решетка (ГЦК)

6



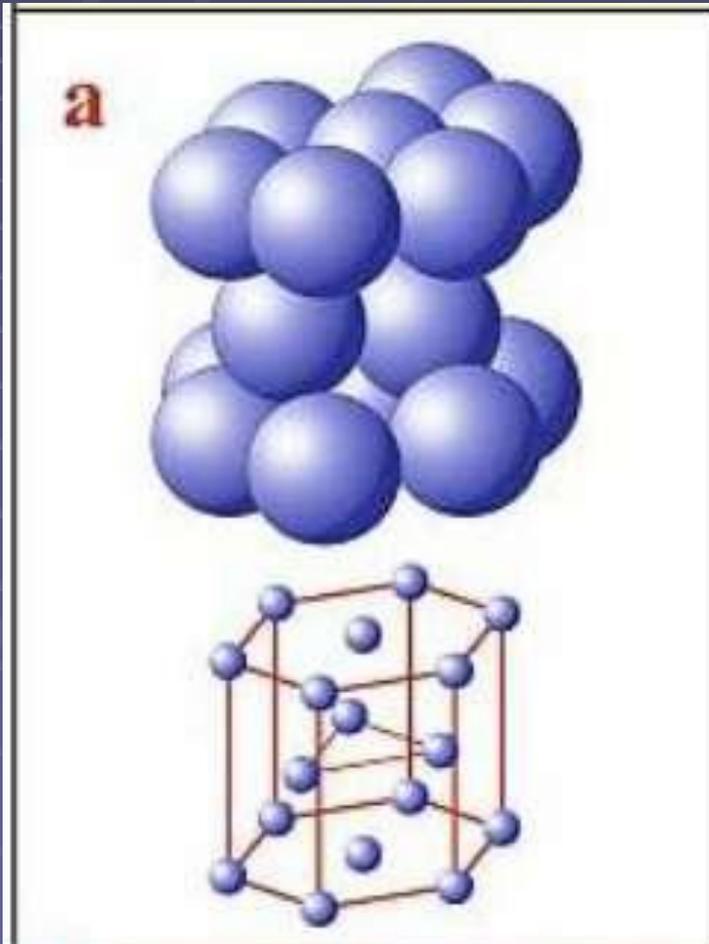
Представители:

Cu, Ni, Ag, Au,  
Pb, Pt, Al, Fe<sub>γ</sub>

# Гексагональная плотноупакованная (ГПУ)

Представители:

Mg, Co, Zn, Cd,  
Be, Zr, Ti<sub>α</sub>



# Полиморфизм металлов

У некоторых металлов в твердом состоянии в зависимости от температуры нагревания, скорости охлаждения или изменения давления в пределах твердого состояния изменяются форма и периоды кристаллических решеток.

Такие изменения называют *полиморфными превращениями*.

Один и тот же металл с разными кристаллическими решетками называют ***полиморфными модификациями*** данного металла. Обозначают полиморфные модификации греческими буквами, начиная с низкотемпературной:

$Me\alpha \rightarrow Me\beta \rightarrow Me\gamma \rightarrow Me\delta$ .

Полиморфные превращения протекают при постоянной температуре и сопровождаются поглощением или выделением тепла.

# Полиморфные превращения

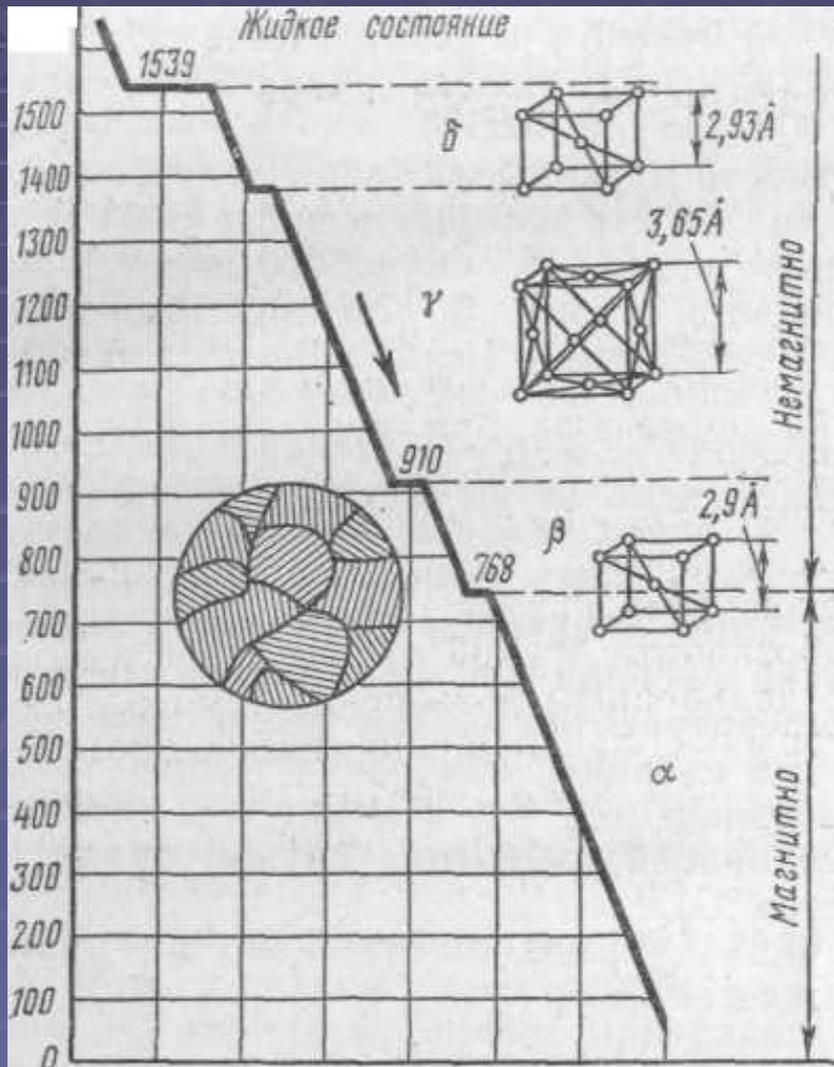
Полиморфные превращения можно обнаружить термическим методом.

В тигель с расплавленным металлом помещают соединенный с самопишущим температурно-измерительным прибором термоэлектрический термометр.

Расплав медленно охлаждают. Прибор записывает кривую охлаждения в координатах «температура — время охлаждения». Точки перегиба на кривой будут соответствовать полиморфным превращениям.

Полиморфные превращения сопровождаются изменением в твердом состоянии структуры металлов и сплавов, при этом изменяются их механические, физические и химические свойства. Такое явление широко используется в технике, например при термической обработке металлов и сплавов.

# Полиморфные превращения железа



При температуре более 1539 °С железо находится в расплавленном (жидком) состоянии кристаллической решетки нет.

При 1539°С происходит кристаллизация образуется кристаллическая решетка тип решетки ОЦК, период 2,93Å это  $Fe_{\delta}$ .

При 1392°С происходит превращение ОЦК решетки в ГЦК решетку с периодом 3,65Å получаем  $Fe_{\gamma}$ .

Железо  $Fe_{\alpha}$  с ОЦК решеткой существует ниже 911 °С.