

Материаловедение

Лектор – Храбров

Василий Анатольевич

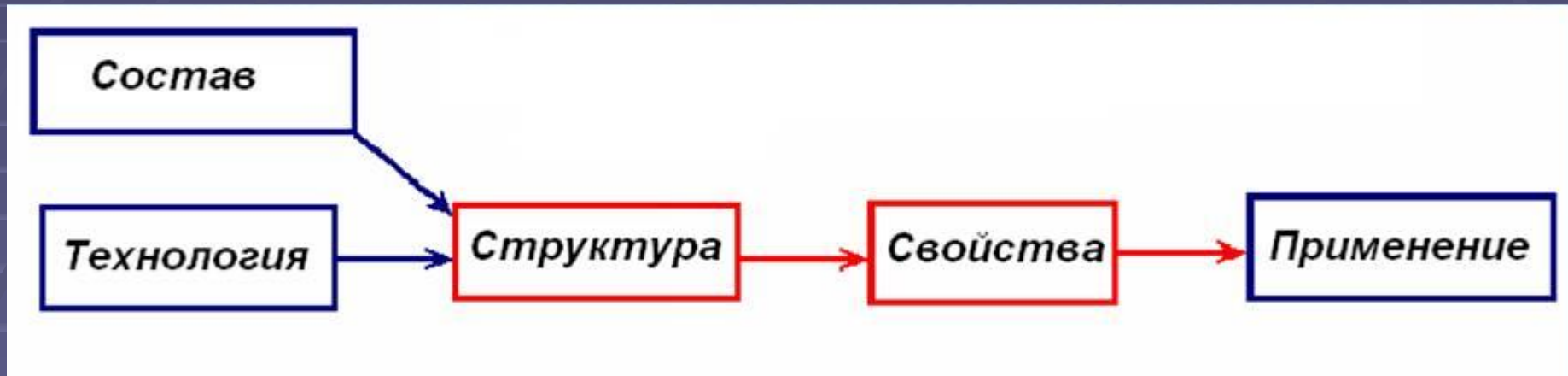
Кафедра «Технология металлов и
металловедение»

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

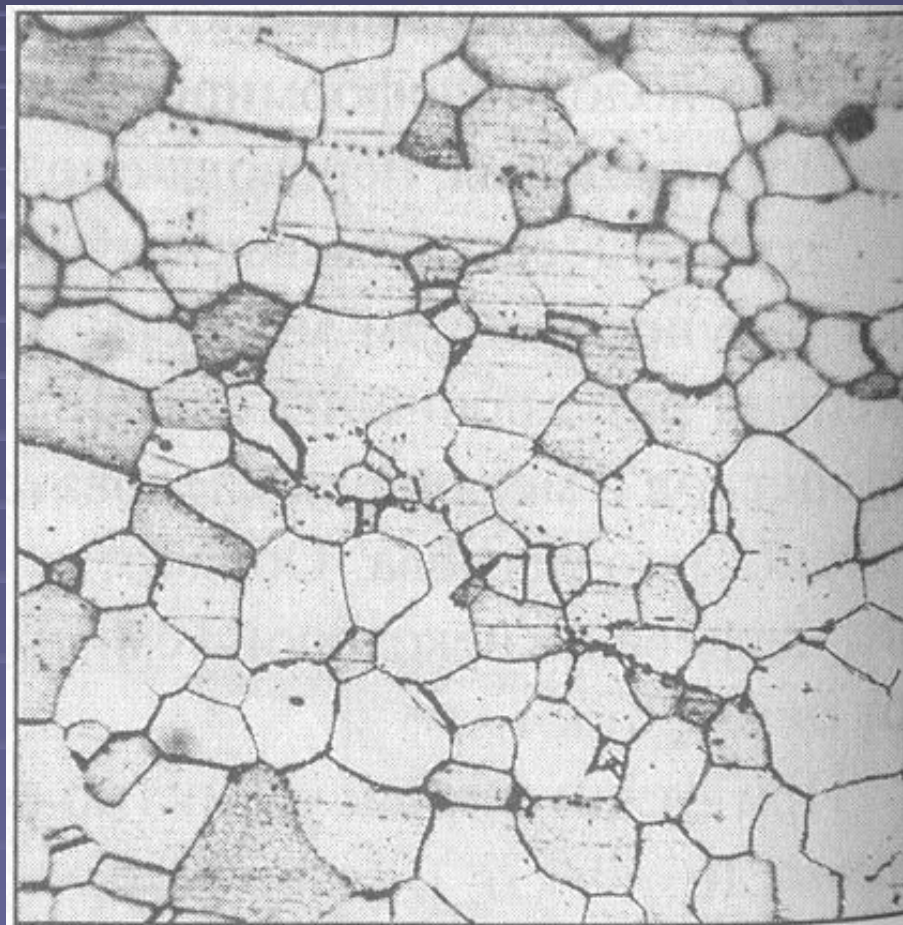
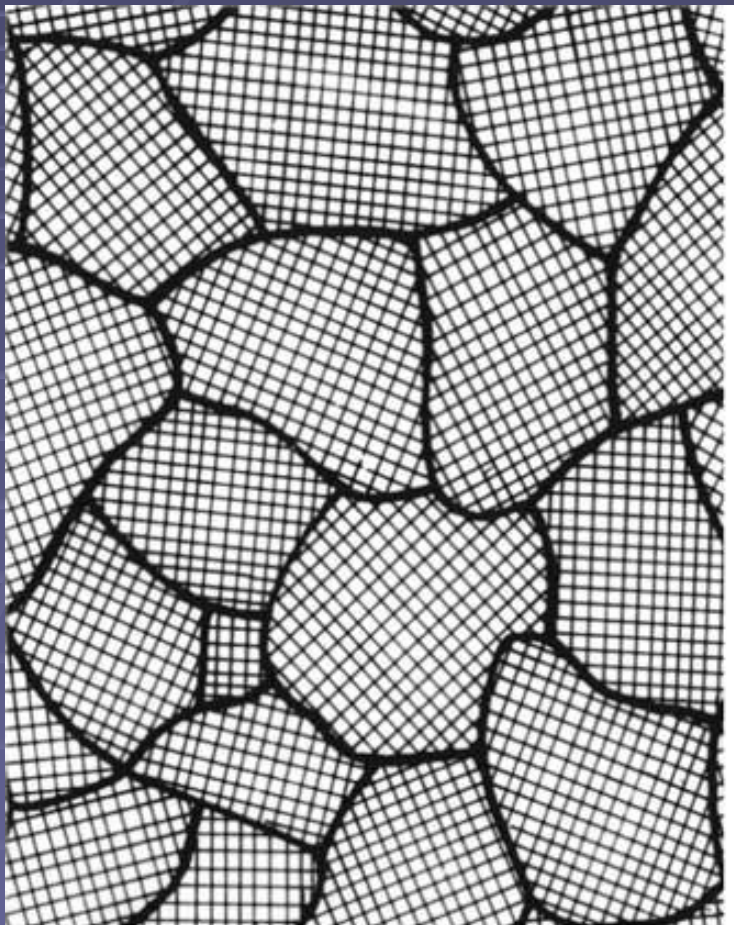
Кристаллический материал может представлять собой единый, относительно крупный кристалл, который принято называть *монокристаллом*, а может состоять из множества мелких кристалликов.

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.

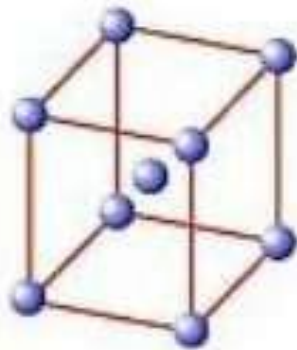
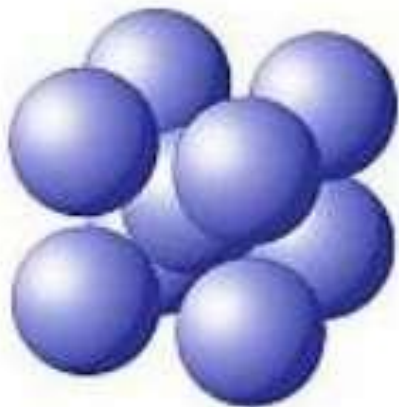
У металлов чаще всего встречаются три *типа кристаллических решеток*.

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

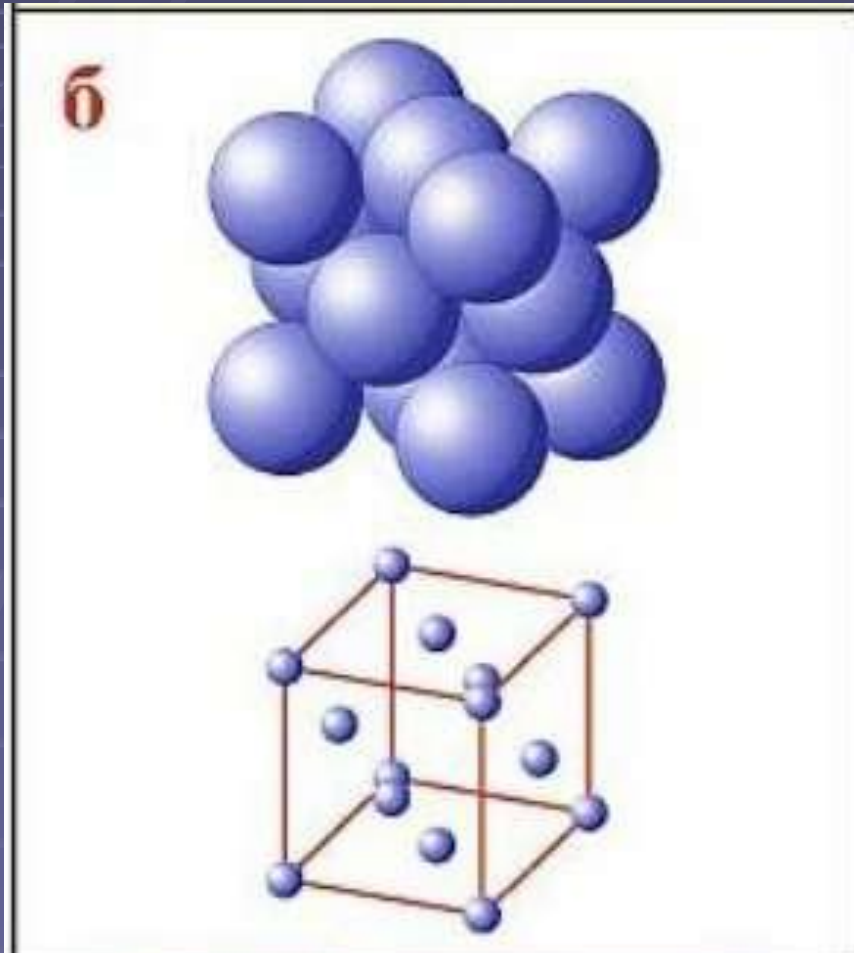


Представители:

Cr, Mo, W, V,

Ta, Nb, Fe_α

Гранецентрированная кубическая решетка (ГЦК)



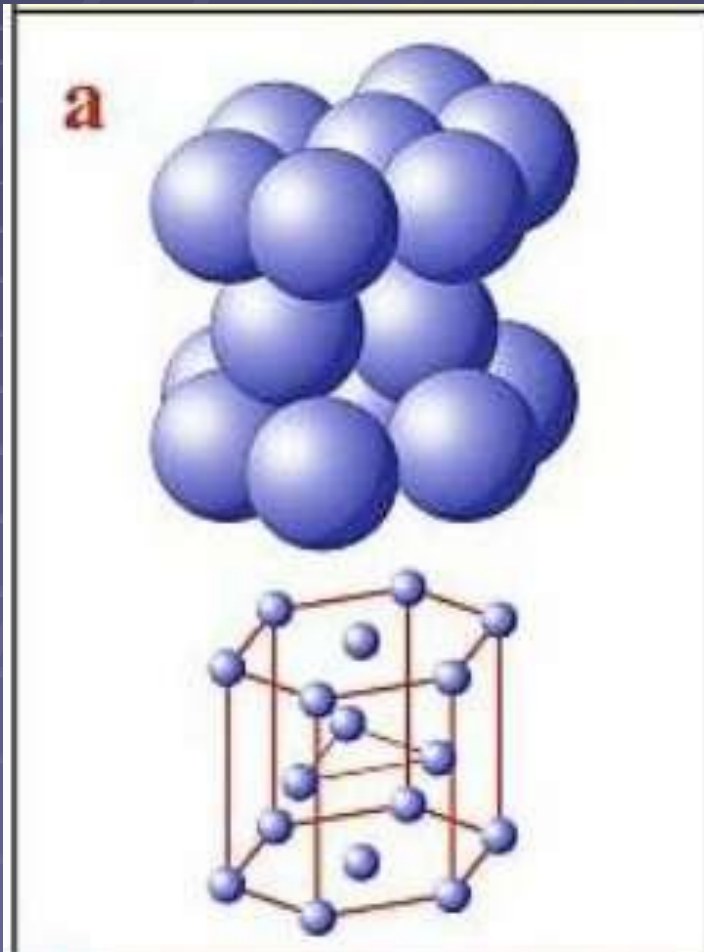
Представители:

Cu, Ni, Ag, Au,
Pb, Pt, Al, Fe_γ

Гексагональная плотноупакованная (ГПУ)

Представители:

Mg, Co, Zn, Cd,
Be, Zr, Ti_α



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

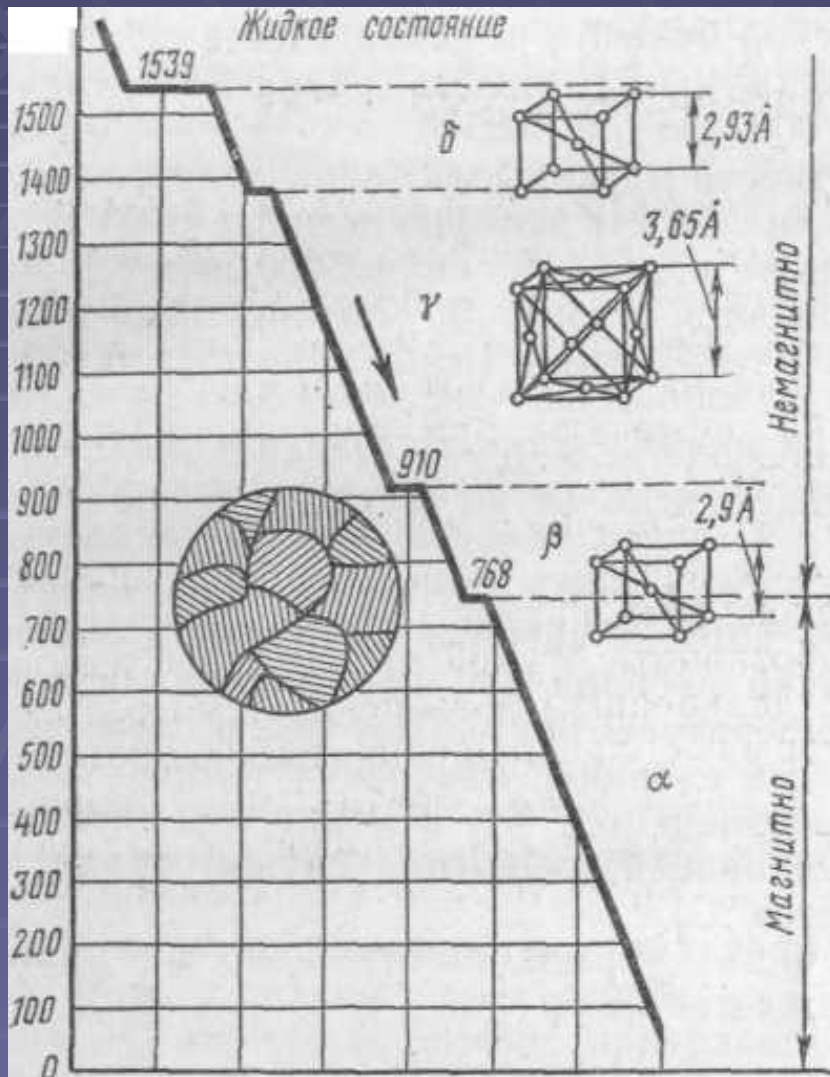
Полиморфные превращения можно обнаружить термическим методом.

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_{δ} .

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

Железо Fe_{α} с ОЦК решеткой существует ниже 911 °С.