



Лекция 1

Тема Лекции: Особенности атомно-кристаллического строения металлов

*к.ф.-м.н., PhD, ассоциированный профессор
Тулегенова Аида Тулегенкызы*

Цель лекции:

Ознакомление с основами атомно-кристаллического строения металлов, их структурными особенностями и влиянием кристаллической решётки на физико-механические свойства. Сформировать представления о понятиях изотропии, анизотропии, аллотропии и магнитных превращениях в металлах

Основные вопросы:

1. Металлы: особенности атомно-кристаллического строения.
2. Понятие об изотропии и анизотропии.
3. Аллотропия или полиморфные превращения.
4. Магнитные превращения.

Введение

Материаловедение - это наука о взаимосвязи электронного строения, структуры материалов с их составом, физическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Создание научных основ металловедения по праву принадлежит Чернову Д.К., который установил критические температуры фазовых превращений в сталях и их связь с количеством углерода в сталях. Этим были заложены основы для важнейшей в металловедении диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Открытием аллотропических превращений в стали, **Чернов** заложил фундамент термической обработки стали. Критические точки в стали, позволили рационально выбирать температуру ее закалки, отпуска и пластической деформации в производственных условиях.

В своих работах по **кристаллизации стали**, и строению слитка **Чернов** изложил основные положения теории литья, не утратившие своего научного и практического значения в настоящее время.

Великий русский металлург **Аносов П.П.** впервые применил микроскоп для исследования структуры металлов. Ему принадлежит приоритет в создании легированных сталей. **Разработал теорию и технологию изготовления** клинков из булатной стали. Из его работ стало ясно, что так называемый булатный узор на поверхности стали, непосредственно зависит от ее внутренней структуры.

В пятидесятых годах, когда началось исследование природы свойств металлических материалов, было показано, что большинство наиболее важных свойств, в том числе сопротивление **пластической деформации и разрушению в различных условиях нагружения, зависит от особенностей тонкого кристаллического строения.**

Этот вывод способствовал привлечению физических теорий о строении реальных металлов для объяснения многих непонятных явлений и для конструирования сплавов с заданными механическими свойствами.

Благодаря теории дислокаций, удалось получить достоверные сведения об изменениях в металлах при их пластической деформации.

Особенно интенсивно развивается металловедение в последние десятилетия. Это объясняется потребностью в новых материалах для исследования космоса, развития электроники, атомной энергетики.

Металлы, особенности атомно-кристаллического строения

Металлы – один из классов конструкционных материалов, характеризующийся определенным набором свойств:

- ❖ «металлический блеск» (хорошая отражательная способность);
- ❖ пластичность;
- ❖ высокая теплопроводность;
- ❖ высокая электропроводность.

Данные свойства обусловлены особенностями строения металлов. Согласно теории металлического состояния, металл представляет собой вещество, состоящее из положительных ядер, вокруг которых по орбиталям вращаются электроны. На последнем уровне число электронов невелико и они слабо связаны с ядром. Эти электроны имеют возможность перемещаться по всему объему металла, т.е. принадлежать целой совокупности атомов

Все металлы, затвердевающие в нормальных условиях, представляют собой кристаллические вещества, то есть укладка атомов в них характеризуется определенным порядком – периодичностью, как по различным направлениям, так и по различным плоскостям. Этот порядок определяется понятием **кристаллическая решетка**.

Другими словами, кристаллическая решетка это воображаемая пространственная решетка, в узлах которой располагаются частицы, образующие твердое тело.

Элементарная ячейка – элемент объема из минимального числа атомов, многократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл.

Элементарная ячейка характеризует особенности строения кристалла. Основными параметрами кристалла являются:

- размеры ребер элементарной ячейки. a , b , c – периоды решетки – расстояния между центрами ближайших атомов. В одном направлении выдерживаются строго определенными.
- углы между осями α, β, γ

Сложные элементарные ячейки

а) объемно-центрированная кубическая (ОЦК);

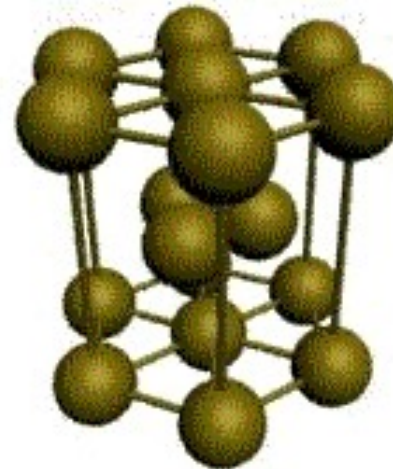
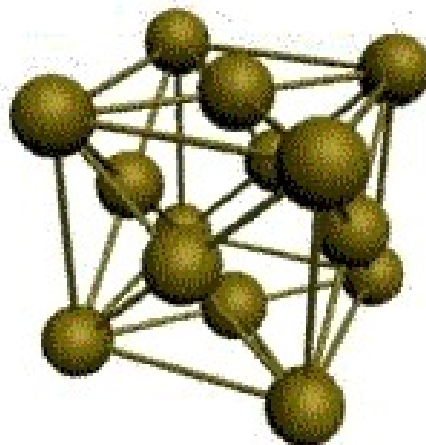
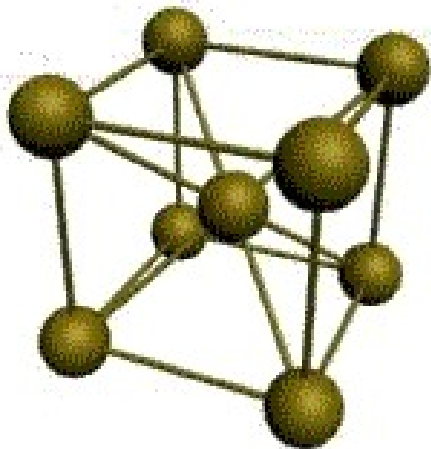
б) гранецентрированная кубическая (ГЦК);

в) гексагональная плотноупакованная (ГПУ);

а

б

в

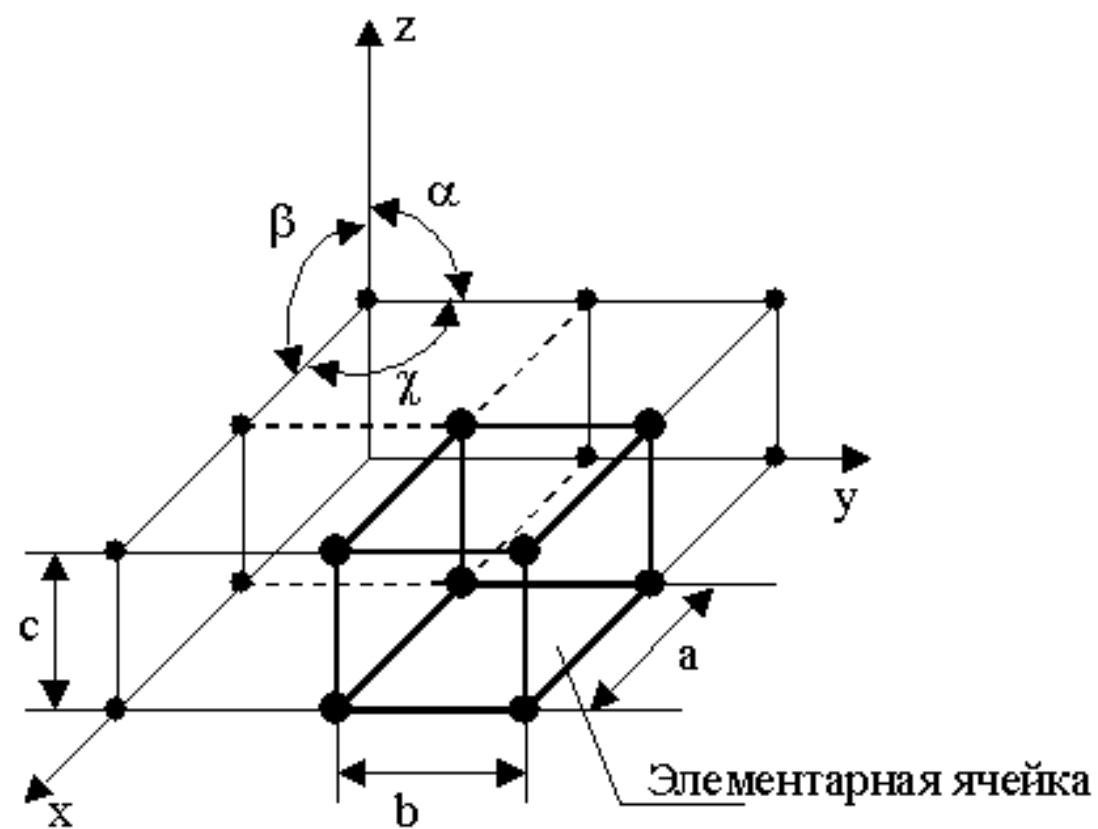
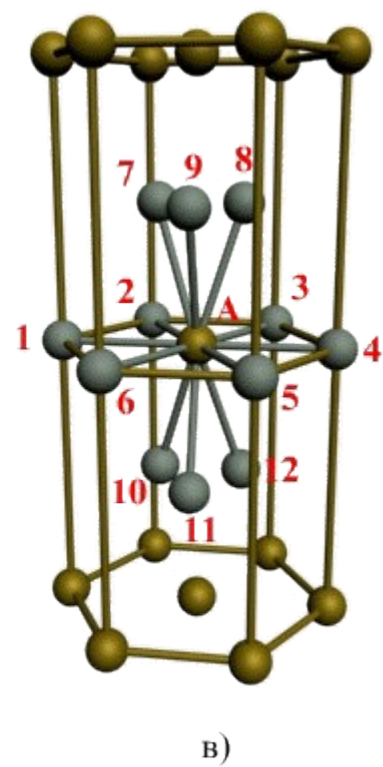
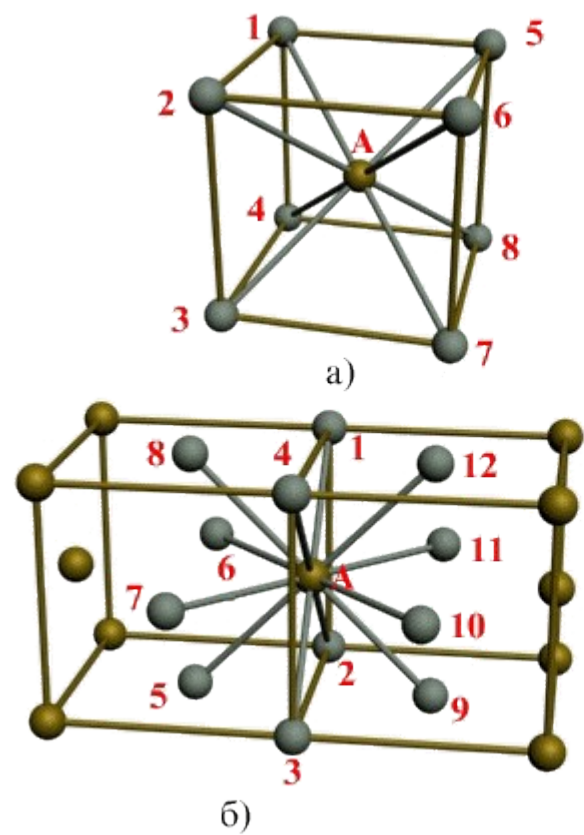


Гексагональная плотноупакованная ГПУ-ячейка состоит из отстоящих друг от друга на параметр c параллельных центрированных гексагональных оснований.

Три иона (атома) находятся на средней плоскости между основаниями.

Отношение параметра c/a у ГПУ решеток всегда больше единицы.

Такую решетку имеют магний, титан, бериллий и др.



Понятие об изотропии и анизотропии

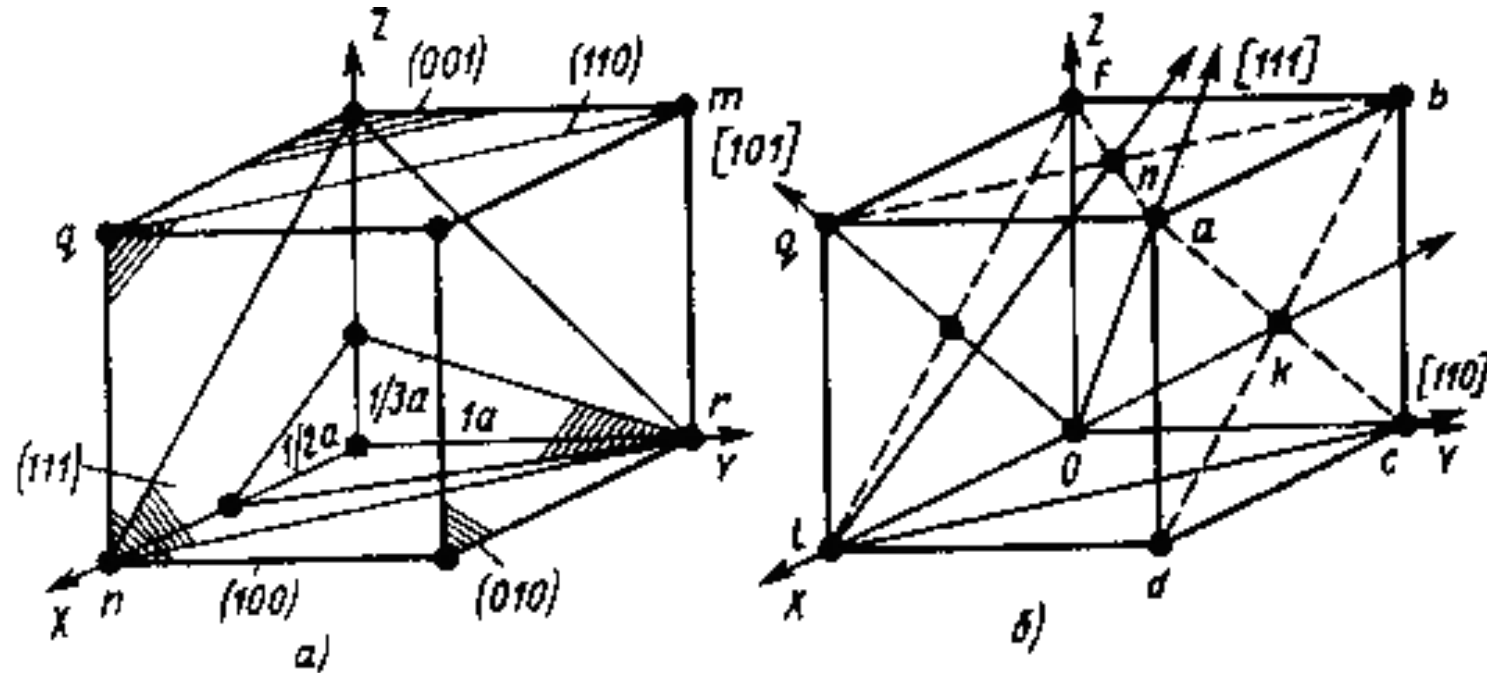
В кристаллических телах атомы правильно располагаются в пространстве, причем по разным направлениям расстояния между атомами неодинаковы, что предопределяет существенные различия в силах взаимодействия между ними и, в конечном результате, разные свойства. Зависимость свойств от направления называется *анизотропией*

Чтобы понять явление **анизотропии** необходимо выделить кристаллографические плоскости и кристаллографические направления в кристалле.

Плоскость, проходящая через узлы кристаллической решетки, называется *кристаллографической плоскостью*.

Прямая, проходящая через узлы кристаллической решетки, называется *кристаллографическим направлением*.

Для обозначения кристаллографических плоскостей и направлений пользуются **индексами Миллера**. Чтобы установить индексы Миллера, элементарную ячейку вписывают в пространственную систему координат (**оси X, Y, Z** – кристаллографические оси). За единицу измерения принимается период решетки.



Примеры обозначения кристаллографических плоскостей (а) и кристаллографических направлений (б)

Вопросы для контроля изучаемого материала:

1. Какие типы кристаллических решёток характерны для металлов?
2. Чем изотропные материалы отличаются от анизотропных?
3. Приведите примеры аллотропных превращений в металлах.
4. Что происходит с железом при температуре выше точки Кюри?
5. Как кристаллическая структура влияет на механические свойства металлов?

Список литературных источников:

6. Соколова Т. Н. Физика конденсированного состояния. — М.: Лань, 2020.
7. Китаев В. П. Физика твёрдого тела. — М.: Физматлит, 2021.
8. Капустин А. П. Кристаллография, минералогия и физика твёрдого тела. — М.: МИСиС, 2020.
9. Kittel, C. Introduction to Solid State Physics. — Wiley, 2022.
10. Ashcroft, N. W., Mermin, N. D. Solid State Physics. — Cengage, 2019.