

## *Задание по материаловедению 24-25 группы 19.03.2020*

- 1. Записать в тетрадь конспект*
- 2. Выполнить Практическое занятие № 2*
- 3. Отчет прислать на электронную почту*

Учебник можно найти в интернете

**Материаловедение | а. м. адаскин, в. м. зув**

[academia-moscow.ru>ftp\\_share...fragments/fragment...](http://academia-moscow.ru>ftp_share...fragments/fragment...)

Адашкин А. М. *Материаловедение* (металлообработка) : учеб. пособие для. ... © Адашкин А. М., Зуев В. М., 2008 © Образовательно-издательский центр «Академия», 2012 ISBN 978-5-4468-0032-2 ©

1. Конспект

### *3/1 Основные сведения о металлах и сплавах.*

#### **Понятие о металлах и сплавах.**

#### **Понятие о металлах и сплавах.**

**Металлы** – непрозрачные вещества, обладающие специфическим металлическим блеском, пластичностью, высокой тепло – и электропроводностью.

Металлы и сплавы из них образованные делят:

1. Черные (железо и сплавы на его основе).
2. Цветные

#### **Классификация цветных металлов по группам:**

1. Легкие (Al, Mg)
2. Тяжелые (Cu, Pb)
3. Тугоплавкие (W, Mo)
4. Благородные (Au, Pt)
5. Рассеянные (Gd, In)
6. Редкоземельные (Sc, Y)
7. Радиоактивные (Ra, U)

Понятие «**чистый металл**» условно, любой чистый металл содержит примеси. Под этим термином понимается металл, содержащий 0,01 – 0,001 % примесей. Металлы высокой чистоты – 99,999%. Чистые металлы обладают низкой прочностью.

**Сплавы** – это сложные вещества получаемые, сплавлением или спеканием двух или более компонентов.

**Компоненты** – простые вещества (часто это химические элементы), образующие сплав.

При сплавлении все компоненты сплава первоначально находятся в жидком состоянии.

При спекании, по крайней мере, один из компонентов находится в твердом состоянии.

Сплавы могут состоять:

1. Только из металлов (латуни – это сплавы меди и цинка)
2. Из металлов и не металлов (стали и чугуны являются сплавами железа и углерода)

**Фазой** называется однородная часть сплава, обладающая одинаковым химическим составом, строением и имеющая границы раздела с другими фазами, при переходе через которые свойства сплава резко меняются (жидкий металл – однофазная система, кристаллизация – две фазы: жидкая и твердая).

Под структурой понимается строение металла, т.е. количество фаз, их форма и размер, а так же взаимное расположение.

Структурными составляющими сплава называются обособленные части сплава, имеющие одинаковое строение с присущими им характерными особенностями (Структурные составляющие могут состоять из одной, двух или более фаз).

## Атомно – кристаллическое строение металлов.

### Общие сведения.

Металл может находиться в четырех агрегатных состояниях:

1. Газообразном
2. Жидком
3. Твердом
4. В виде плазмы

В газообразном состоянии расстояние между атомами велико, силы взаимодействия малы и атомы хаотично перемещаются в пространстве, отталкиваясь друг от друга. Атомы обладают большой кинетической энергией.

В жидком металле атомы сохраняют лишь ближний порядок, т.е. в небольшом объеме упорядоченно и закономерно расположено небольшое количество атомов. Ближний порядок не устойчив, он может возникать и исчезать под действием тепловых колебаний.

В твердом состоянии порядок расположения атомов строго определен и закономерен, силы взаимодействия уравновешены, тело сохраняет свою форму.

Металлы имеют кристаллическое строение.

Воображаемые линии, проведенные через центры атомов, расположенных в одной плоскости, образуют решетку, в узлах которой располагаются атомы. Такая конфигурация называется **кристаллографической плоскостью**.

Многочисленное повторение кристаллографических плоскостей в пространстве позволяет получить **пространственную кристаллическую решетку**.

Пространственная кристаллическая решетка сложна в изображении, поэтому представление об атомном строении кристаллов дается в виде элементарных кристаллических ячеек.

Под **элементарной кристаллической ячейкой** понимают минимальный объем, дающий представление об атомной структуре металла в целом, его повторение в пространстве образует кристаллическую решетку.

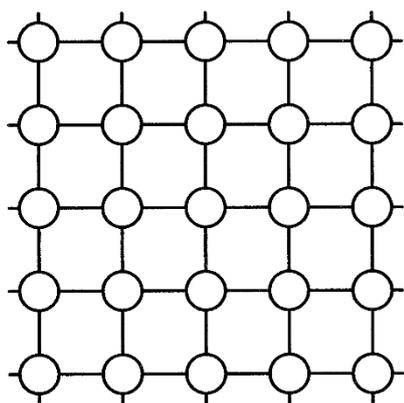


Рис. 2.1. Кристаллографическая атомная плоскость

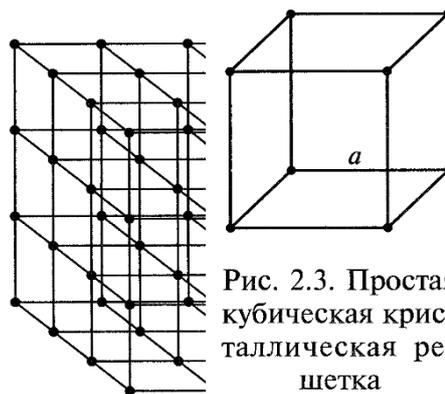


Рис. 2.2. Пространственная кристаллическая решетка

Элементарные кристаллические ячейки характеризуются параметрами:

1. Период решетки
2. Координационное число
3. Атомный радиус
4. Базис (атомная плотность)

**Периодом решетки** называется расстояние между центрами двух соседних частиц (атомов, ионов) в элементарной ячейке решетки.

Период решетки измеряют нанометрах ( $1\text{нм} = 10^{-9}\text{м}$ ), или пикометрах

(1пм =  $10^{-12}$ м).

**Координационное число К** показывает количество атомов, находящихся на самом близком расстоянии от любого выбранного атома в решетке.

Под **атомным радиусом** понимают половину межатомного расстояния между центрами ближайших атомов в кристаллической решетке элемента при равновесных условиях.

**Базисом решетки** называют количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку решетки.

Простейшим типом кристаллического строения является кубическая решетка, в которой атомы расположены в углах куба:

- Период решетки равен  $a$
- Координационное число  $K = 6$
- Базис решетки равен 1 ( $((1/8) \cdot 8) = 1$ , каждый из атомов, расположенных в углах куба, принадлежит одной из восьми элементарных ячеек, т.е. на одну ячейку приходится  $1/8$  атома)

**Типы кристаллических решеток:**

1. Объемно – центрированная кубическая (ОЦК)
2. Гранецентрированная кубическая (ГЦК)
3. Гексагональная плотноупакованная (ГПУ)

В *объемно – центрированной кубической решетке* атомы расположены в углах и центре куба.

Период решетки:  $a$

Координационное число:  $K = 8$

Базис решетки: 2 ( $((1/8) \cdot 8) + 1 = 2$ ; 8 атомов расположенных в углах куба, 1 атом в центре куба принадлежит только одной ячейке)

Примеры: К, Na, Li, Та, W, Мо, Fe $_{\alpha}$ , Cr, Nb и др.

В *гранецентрированной кубической* решетке атомы расположены в углах куба и центрах его граней.

Период решетки:  $a$

Координационное число:  $K = 12$

Базис решетки: 4 ( $((1/8) \cdot 8) + (1/2) \cdot 6 = 4$ ; 8 атомов расположенных в углах куба и 6 атом в центрах граней, каждый из которых принадлежит двум элементарным ячейкам)

Примеры: Ca, Pb, Ni, Ag, Au, Pt, Fe $_{\gamma}$  и др.

В *гексагональной плотноупакованной* решетке атомы расположены в вершинах и центрах шестигранных оснований призмы, кроме того, три атома находятся в средней плоскости призмы.

Период решетки:  $a$  и  $c$ , при чем  $c/a > 1$  (например:  $c/a = 1,633$  для Ru, Cd и  $c/a > 1,633$  для Mg, Zn),

Координационное число:  $K = 12$

Базис решетки: 6

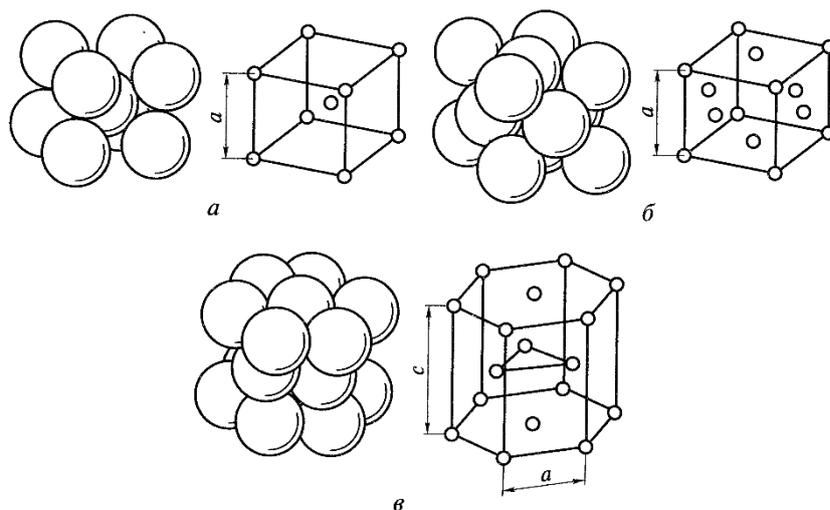


Рис. 2.4. Типы кристаллических решеток и схемы упаковки в них атомов:  $a$  — объемно-центрированная кубическая;  $b$  — гранецентрированная кубическая;  $c$  — гексагональная плотноупакованная

**Полиморфные превращения в металлах.**

*Полиморфизм* – способность вещества формировать различные типы кристаллических решеток. Различные кристаллические формы одного и того же вещества называются полиморфными или аллотропными модификациями.

Низкотемпературную модификацию называют  $\alpha$ .

Высокотемпературные модификации –  $\beta, \gamma, \delta$  и т.д.

Полиморфным превращением называют превращение одной модификации в другую с изменением кристаллической решетки.

Полиморфное превращение происходит в результате нагрева или охлаждения:

- в чистых металлах при постоянной температуре
- в сплавах – в интервале температур

### **Анизотропия кристаллов и изотропия кристаллических тел.**

В кристаллических решетках атомная плотность по различным плоскостям неодинакова – на единицу площади разных атомных плоскостей приходится не одинаковое количество атомов.

Вследствие этого свойства в разных плоскостях и направлениях кристаллической решетки будут не одинаковыми.

Различные свойства по разным кристаллическим направлениям называется *анизотропией* кристалла.

### **5/3 Структура реальных металлов.**

При *идеальном строении* кристаллов (металлов) все атомы теоретически должны находиться строго в узлах кристаллической решетки.

Теоретическая прочность такого металла чрезвычайно высока. На самом деле прочность на много меньше.

Это объясняется различием идеального и реального строения металлов.

1. Технические металлы состоят из большого количества кристаллов (зерен), т.е. являются поликристаллическими веществами. При этом кристаллы (зерна) в реальном металле не имеют правильной формы и идеально упорядоченного расположения атомов.
2. В самих поликристаллах имеются различного рода несовершенства (дефекты).

#### **Виды дефектов:**

1. *Точечные дефекты* малы во всех трех измерениях. К ним относятся вакансии и междоузельные (дислоцированные) атомы (рис.25). Образование дефекта связано с диффузным перемещением атомов под действием тепловых колебаний. С повышением температуры металла число вакансий растет. Дефект оказывает влияние на некоторые физические свойства металлов (электропроводность, магнитные свойства и т.д.) и фазовые превращения в металлах и сплавах.
2. *Линейные дефекты* имеют малые размеры в двух измерениях и большую протяженность в третьем измерении. Эти несовершенства называются *дислокациями*. Дислокации образуются в процессе кристаллизации и главным образом при деформации металла.

#### Виды дислокаций:

- **краевая** – представляет собой искажение строения в виде лишней полуплоскости атомов (экстраплоскости) в верхней части кристаллической решетки (рис.26). Краевая дислокация простирается в длину на тысячи атомных рядов; она может быть прямой, а так же изгибаться в ту или другую сторону. Наличие дислокации главным образом и определяет прочность металлов. В идеальном металле для сдвига одной его части относительно другой необходимо одновременно разрушить (разорвать) все межатомные связи. При наличии дислокации это достигается не одновременным разрушением всех межатомных связей, а последовательным – одна за другой, - при этом происходит перемещение дислокации (рис.27). Для этого требуется приложение значительно меньших усилий.

Поскольку пластическая деформация облегчается за счет скольжения дислокации, то повышение прочности может быть достигнуто либо получением металла идеального строения, либо за счет создания препятствий на пути движения дислокаций. Препятствиями могут служить другие дислокации, атомы примесей, границы зерен, т.е. дефекты строения решетки (рис.28). Прочность, близкую к теоретической, имеют очень тонкие бездислокационные кристаллы, получившие название *усы*; для реальных деталей ее пока получить невозможно. Поэтому увеличить прочность удается за счет повышения плотности

дефектов с помощью различных механизмов упрочнения (наклепа, дисперсионного твердения и др.).

– **винтовая**

- **смешанная**

3. **Поверхностные дефекты** малы только в одной плоскости. К ним относятся поверхности раздела между отдельными зёрнами. Граница между зёрнами представляет собой переходную область шириной до 10 межатомных расстояний, в которой решетка одного зёрна, имеющего определенную кристаллографическую ориентацию, переходит в решетку другого зёрна с иной кристаллографической ориентацией. Переходный слой имеет сложное строение: в нем нарушено правильное расположение атомов (рис.29), повышена концентрация примесей, имеются скопления дислокаций. Границы зёрен препятствуют перемещению дислокаций. Дислокация не может перейти границу зёрна, так как в новом зёрне плоскость скольжения не совпадает с плоскостью движения этой дислокации. Протяженность границ тем больше, чем меньше величина зёрен. Поскольку увеличение протяженности границ создает больше барьеров перемещению дислокации, измельчение зёрна приводит к повышению пределов прочности и текучести металлических материалов.

**Зависимость пределов текучести от величин зёрна:**  $\sigma_T = \sigma_0 + kd^{-1/2}$   
 где  $\sigma_0$ ;  $k$  – константы материала;  $d$  – размер зёрна.

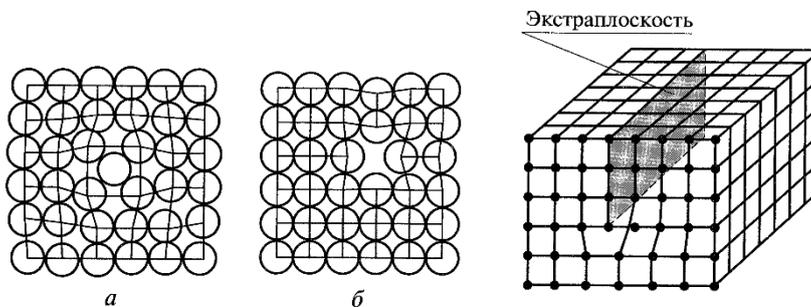


Рис. 2.5. Схема точечных дефектов:  
 а – дислоцированный атом; б – вакансия

Рис. 2.6. Линейный дефект кристаллической решетки — краевая дислокация

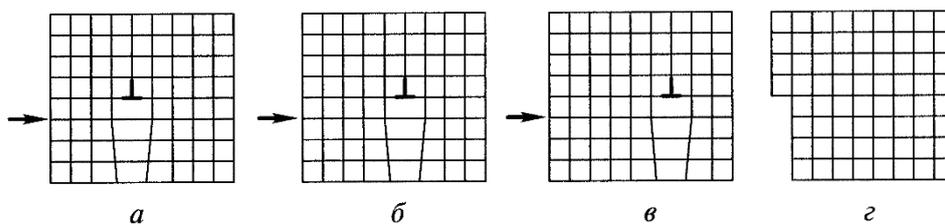


Рис. 2.7. Схема скольжения краевой дислокации:  
 а–г – этапы перемещения дислокации



Рис. 2.8. Зависимость прочности металла от искажений кристаллической решетки

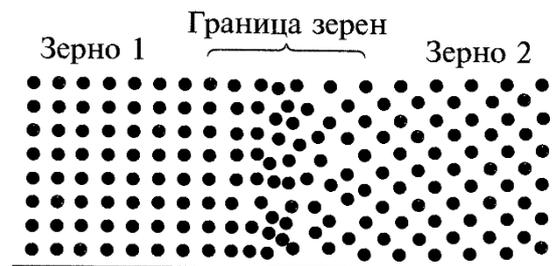


Рис. 2.9. Размещение атомов внутри зёрна и на границе между зёрнами

***Практическое занятие № 2: Понятие о металлах и сплавах. Строение металлов.***

1. Какие материалы дали названия целым эпохам?
2. Допишите определение: металлами называют химически простые вещества ...
3. Приведите примеры известных вам металлов.
4. Перечислите металлы, которые наиболее часто применяются в машиностроении и приборостроении.
5. Напишите химические обозначения известных вам редких цветных металлов. Для выполнения задания используйте таблицу Менделеева.
6. Закончите определения:  
вещества, атомы которых расположены в пространстве хаотично, называют...
7. Закончите определения:  
вещества, атомы которых расположены в пространстве в определенном порядке, образуя кристаллическую решетку, называют ...
8. Допишите определение: сплав — это ...
9. Что называют компонентом сплава?
10. Чем отличаются сплавы от чистых металлов?
11. Что представляет собой кристалл?
12. Перечислите известные вам дефекты сплавов.