

Лекция 3

Лекция Формирование и особенности структуры кристаллических материалов

План лекции

1. Градация структуры твердых кристаллических материалов
2. Элементы кристаллографии и типы кристаллических решеток
3. Анизотропия и аллотропия кристаллов
4. Дефекты кристаллов

1. Градация структуры твердых кристаллических материалов

Градация структуры твердых кристаллических материалов - это распределение кристаллических материалов по составу ионов, атомов, молекул и характером их расположения

Монокристаллы -

состоят с атомов, ионов, или молекул, что занимают в пространстве определенное положение в узлах кристаллической решетки.

Поликристаллы -

состоят из многих кристаллов имеющих разную ориентацию.

2. Элементы

кристаллографии и типы

кристаллических решеток **Кристаллические тела** - тела, у которых

атомы расположены строго упорядоченно в пространстве. В ряде случаев, например, под влиянием тепловых процессов, атомы могут перемещаться (диффузия).

Если атомы соединить условными линиями, образуется кристаллическая решетка.

Кристаллическая решетка - мнимая пространственная сетка, в узлах которой расположены части, образующие кристалл.

Типы кристаллических решеток

```
graph TD; A[Типы кристаллических решеток] --> B[Кубическая объемно-центрированная (которую имеют хром, ванадий, молибден и другие металлы)]; A --> C[Кубическая гранецентрированная (характерна для алюминия, меди, никеля и др.)]; A --> D[Гексагональная (ее имеют цинк, магний, кадмий и др.)];
```

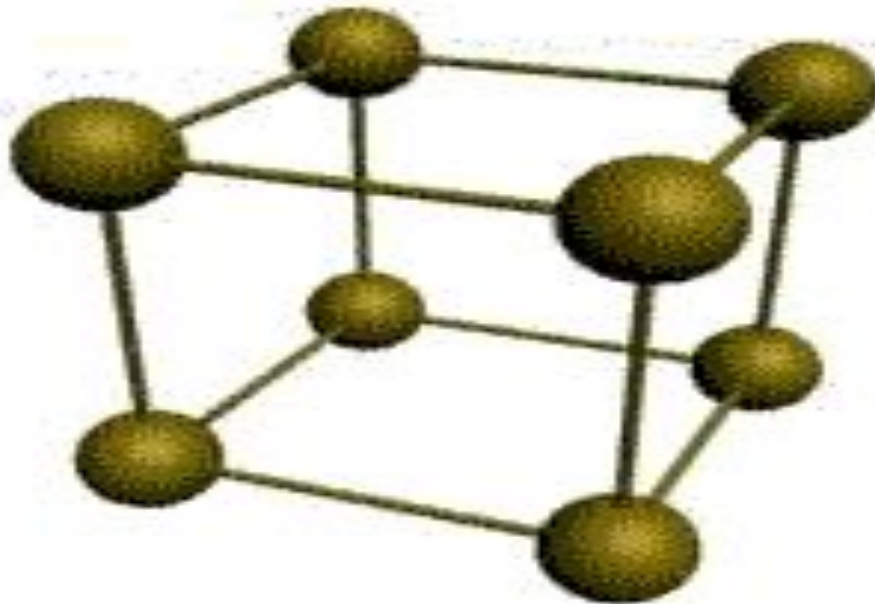
Кубическая объемно-центрированная (которую имеют хром, ванадий, молибден и другие металлы)

Кубическая гранецентрированная (характерна для алюминия, меди, никеля и др.)

Гексагональная (ее имеют цинк, магний, кадмий и др.)

Целостность кристаллической решетки обуславливают межатомные силы (отталкивание и притяжение) благодаря электромагнитной взаимосвязи валентных электронов в атомах. От плотности упаковки атомов кристаллической решетки и особенностей строения атомов зависит прочность твердых тел.

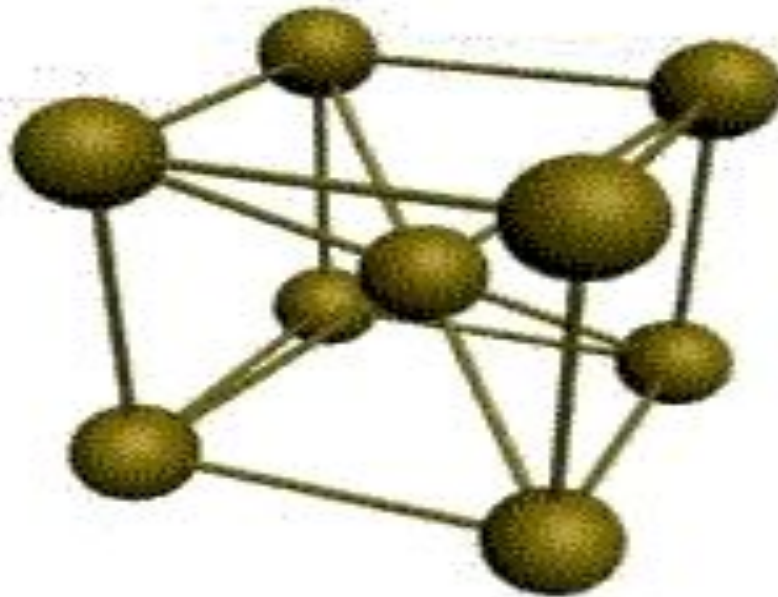
**Схема определения координационного числа
кристаллической решётки
Кубическая (1 атом на ячейку)**



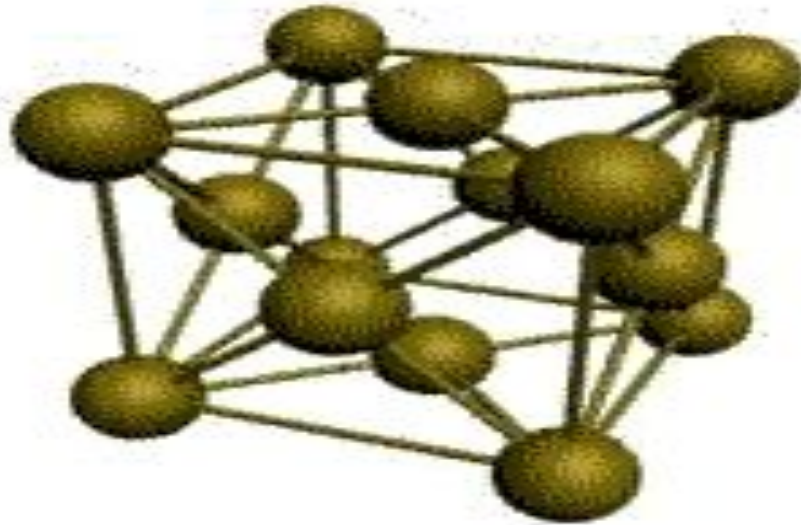
объемно-центрированная кубическая (ОЦК)

(2 атома на ячейку) а) с параметром

$$a = 0,28 - 0,6\text{мм} = 2,8 - 6,0 \text{ \AA}$$



**гранецентрированная кубическая (ГЦК)
(4 атома на ячейку)
б) с параметром $a = 0,25\text{мм}$**

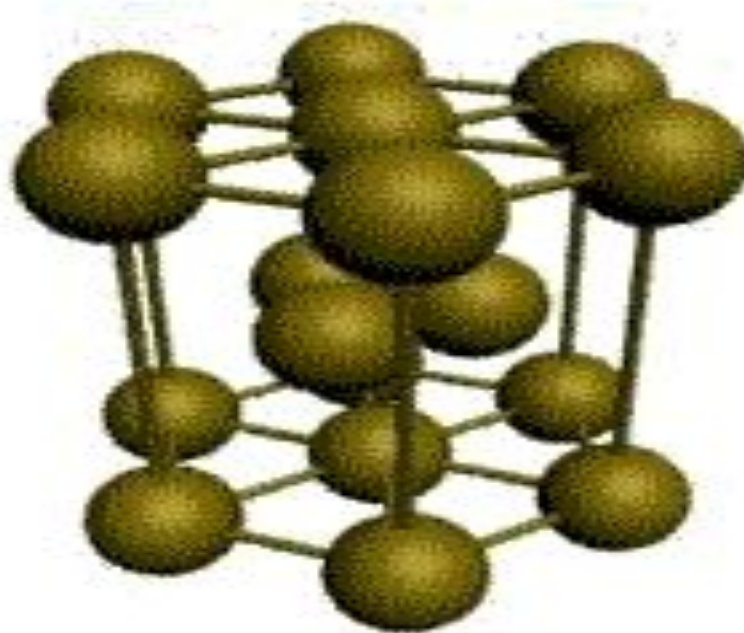


гексагональная плотноупакованная (ГПУ)

(6 атомов на ячейку)

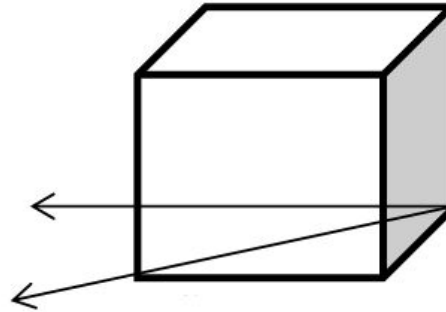
в) с параметром

$$c / a \approx 1.633$$



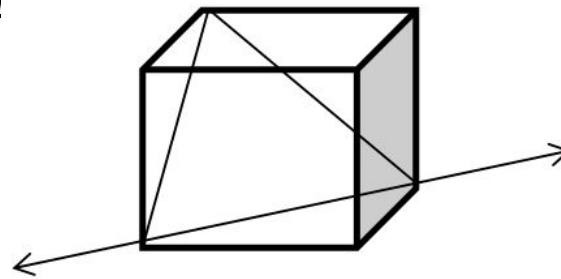
Период решетки – расстояние между центрами двух соседних частиц в элементарной ячейке решетки.

Кристаллографические направления - это прямые линии, которые выходят с какой-нибудь точки отсчета (диагонали, ребра, вершины куба), на которых располагаются атомы.



Кристаллографические направления

Кристаллографические плоскости - это плоскости, на которых лежат атомы.



Кристаллографические плоскости

Кристаллографические направления и плоскости определяют индексами Миллера.

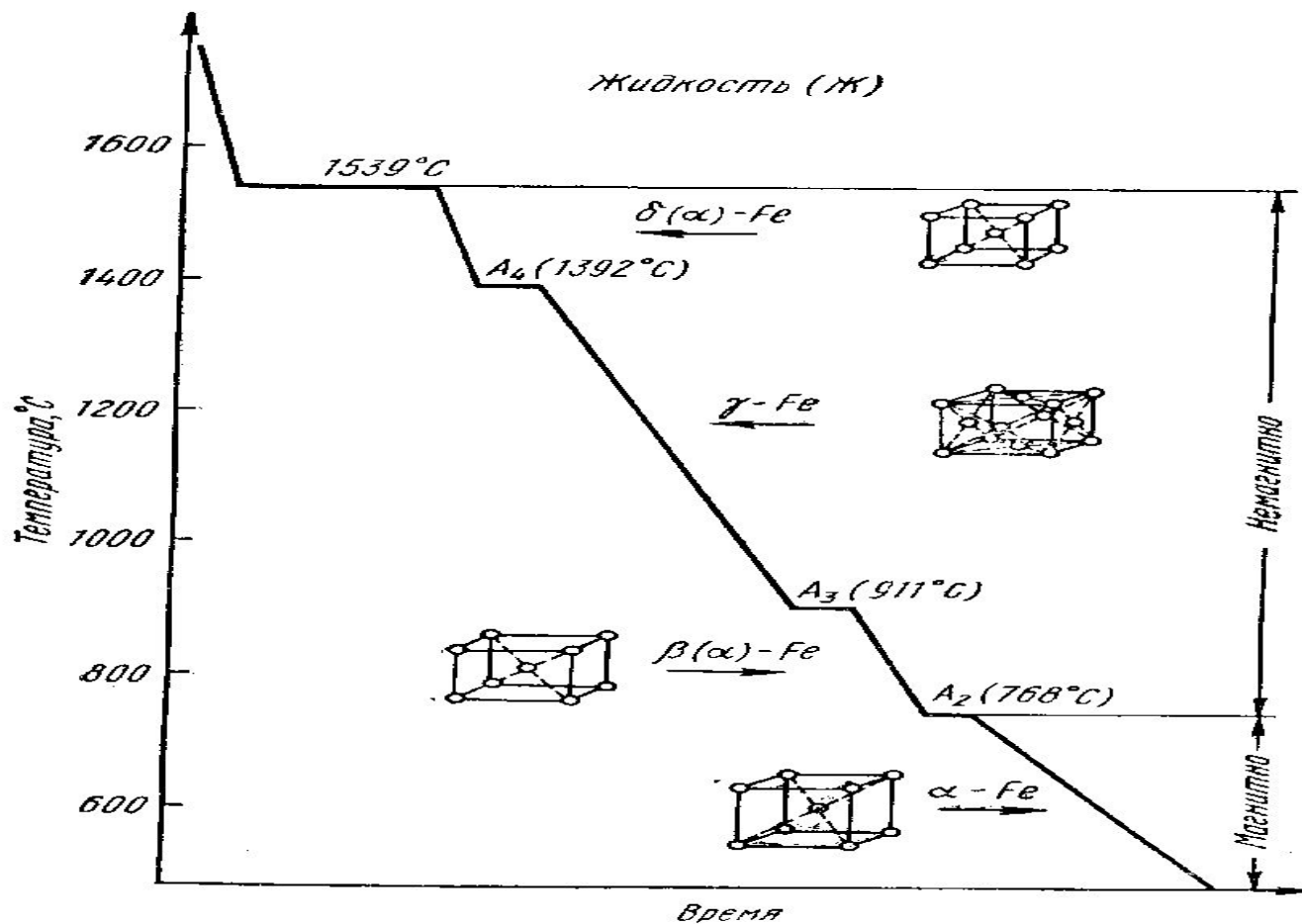
Использование этих понятий позволяет определить разные процессы в кристаллах и их свойства.

Координационное число - указывает, какое количество атомов находится на наиболее близком и равном расстоянии от какого-либо выбранного атома решетки.

3. Анизотропия и аллотропия кристаллов

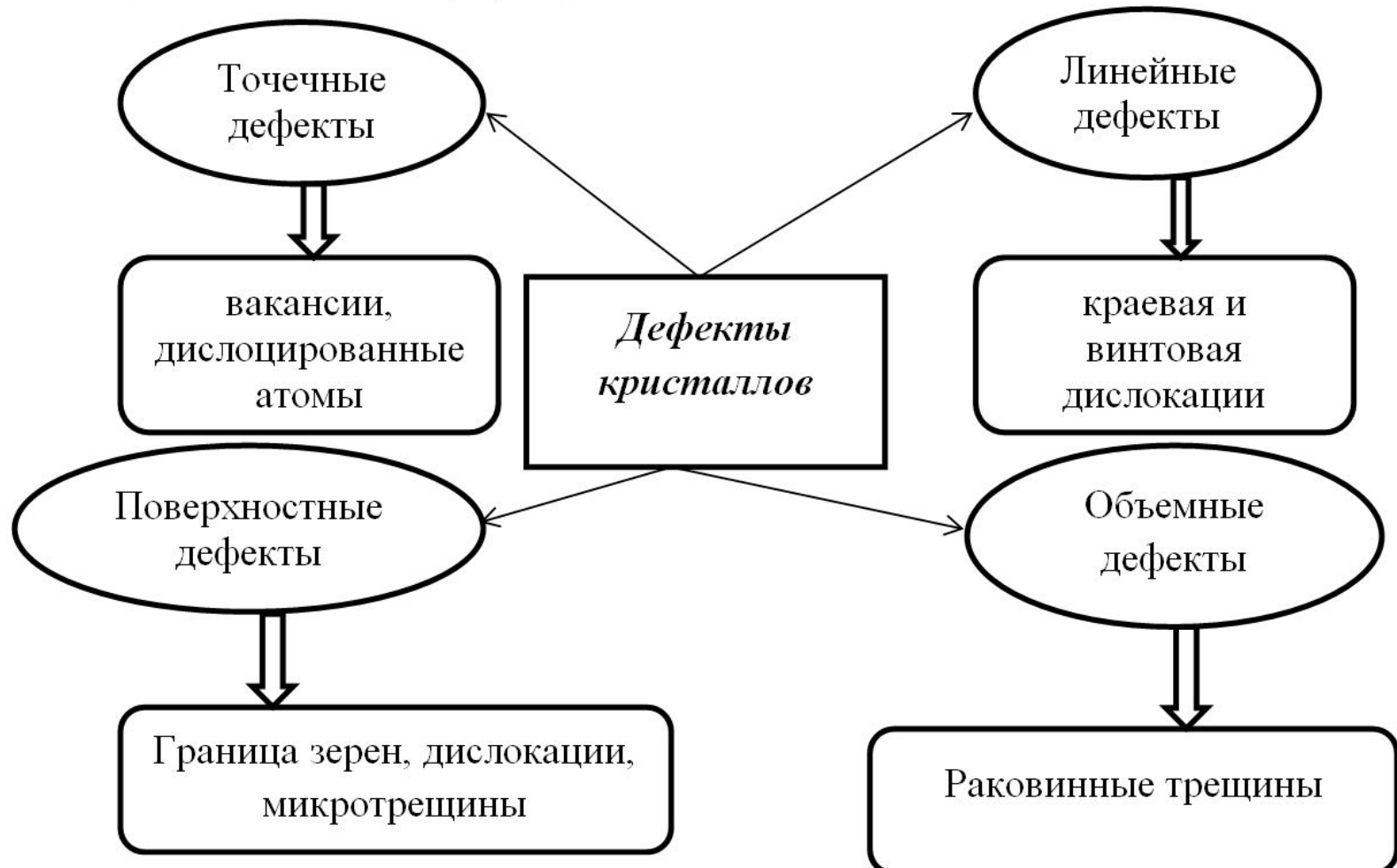
Металл (элемент)	Аллотропическая форма	Интервал температуры устойчивого состояния ° С	Кристаллическая решетка
Fe	α	<911 и	кубическая объемно-центрированная кубическая гранецентрированная
	γ	1392-1539 911-1392	
Co	α	<450	гексагональная кубическая гранецентрированная
	β	450-1480	
Sn	α	<18	решетка алмаза тетрагональная объемно-центрированная
	β	18-232	
Mn	α	<700	кубическая сложная многоатомная тоже тетрагональная гранецентрированная кубическая объемно-центрированная
	β	700-1079	
	γ	1079-1143	
	σ	1143-1244	
Ti	α	<882	гексагональная кубическая объемно-центрированная
	β	882-1668	
Zr	α	<867	гексагональная кубическая объемно-центрированная
	β	867-1860	
U	α	<660	ромбическая тетрагональная кубическая объемно-центрированная
	β	660-770	
	γ	770-1133	

Кривая охлаждения железа



4. Дефекты кристаллов

Реальные кристаллы имеют структурные дефекты: точечные, линейные, поверхностные и другие.



2.2. Дефекты кристаллического строения

ТОЧЕЧНЫЕ ДЕФЕКТЫ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ: А- ВАКАНСИЯ; Б - МЕЖУЗЕЛЬНЫЙ АТОМ; В- ДЕФЕКТ ФРЕНКЕЛЯ; Г- ПРИМЕСНЫЕ АТОМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ (БОЛЬШОЙ) И ВНЕДРЕНИЯ (МАЛЕНЬКИЙ).
СТРЕЛКАМИ УКАЗАНЫ НАПРАВЛЕНИЯ СМЕЩЕНИЙ АТОМОВ В РЕШЕТКЕ.

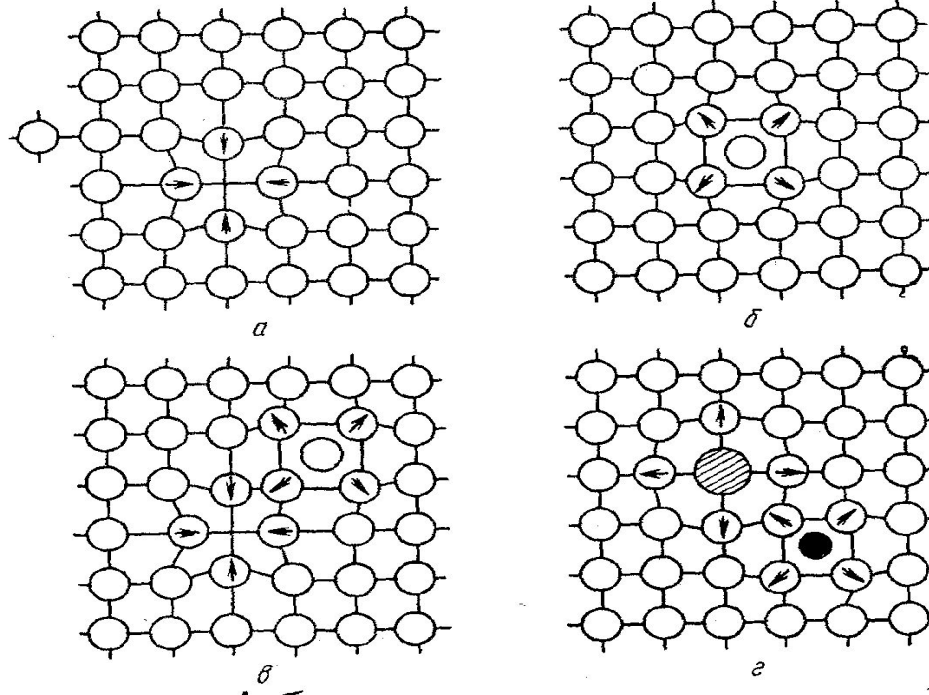
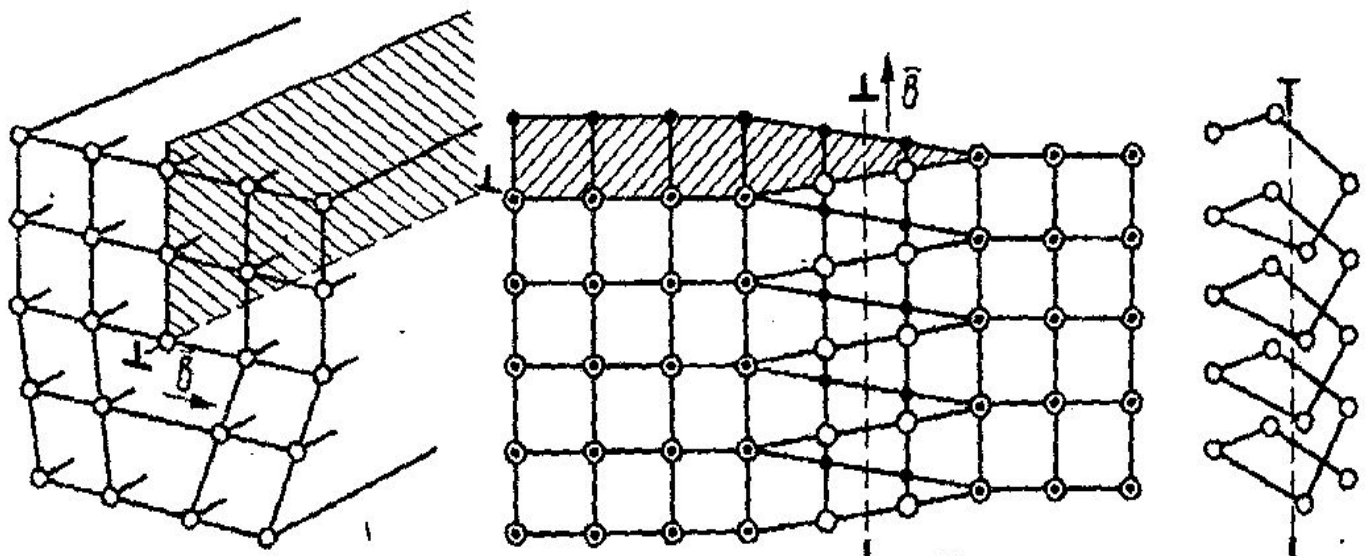
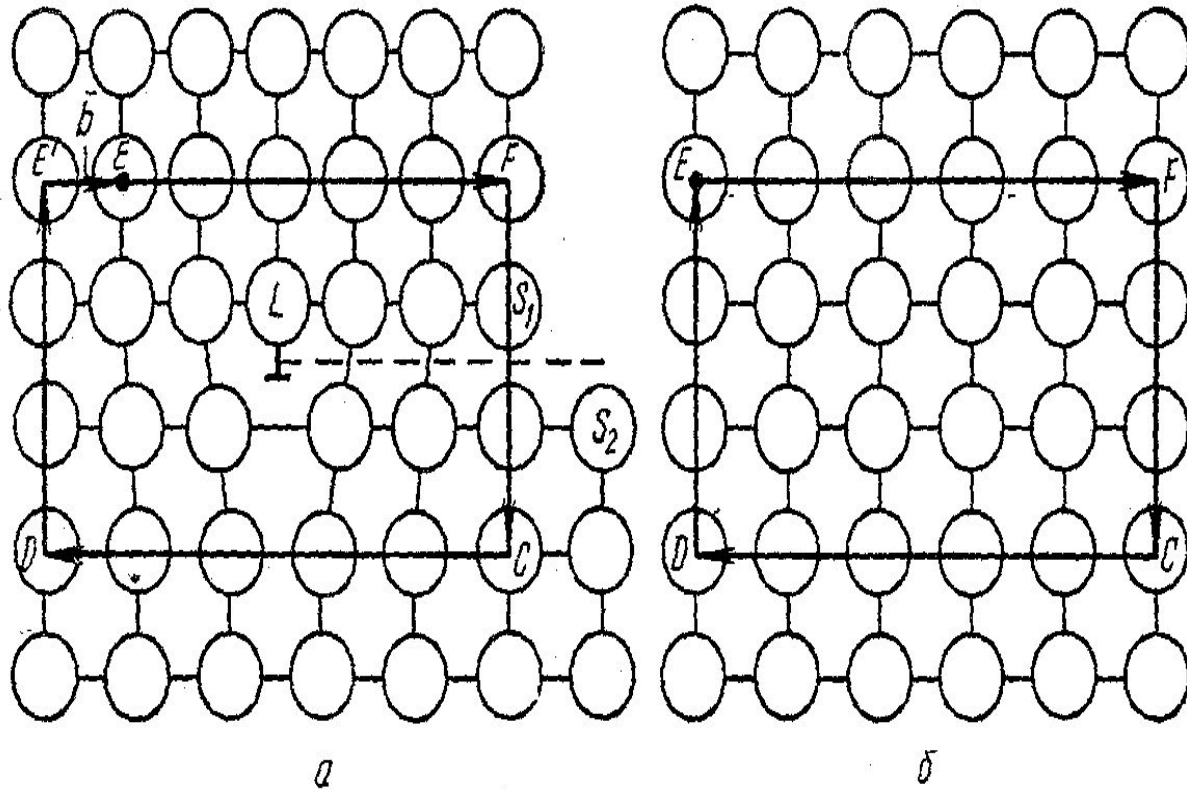


Схема дислокаций: а – краевая; б - винтовая

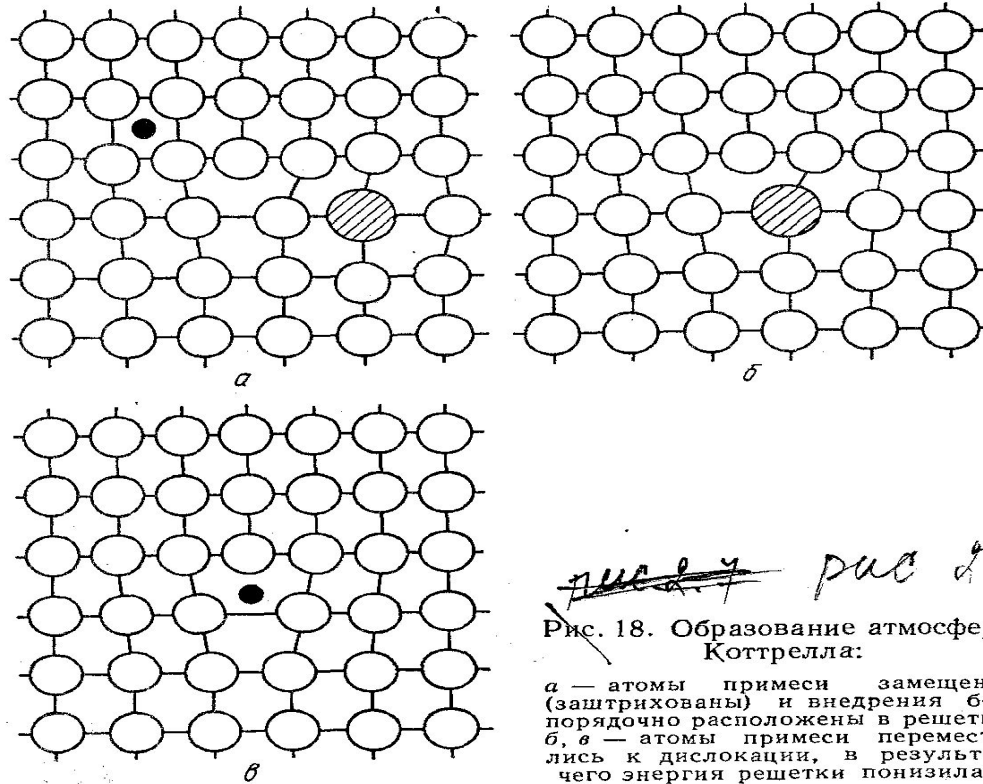


а б

Сечение простой кубической решетки: а - с краевой дислокацией; б - без дислокации.



Образование атмосферы Коттрелла: а – атомы примеси замещения (заштрихованы) и внедрения беспорядочно расположены в решетке; б, в – атомы примеси переместились к дислокации, в результате чего энергия решетки понизилась.



~~рис. 2.7~~ рис. 2.8
Рис. 18. Образование атмосферы Коттрелла:

а – атомы примеси замещения (заштрихованы) и внедрения беспорядочно расположены в решетке, б, в – атомы примеси переместились к дислокации, в результате чего энергия решетки понизилась