



ВВЕДЕНИЕ

- *Материаловедение — наука о связях между составом, строением и свойствами материалов и закономерностях их изменений при внешних физико-химических воздействиях.*
 - Все материалы по химической основе делятся на две основные группы - *металлические и неметаллические.*
 - *К металлическим относятся металлы и их сплавы. Металлы составляют более 2/3 всех известных химических элементов.*
- 



ТЕМА 1.1. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ



Классификация материалов

□ По природе материалов :

Металлические материалы (чистые металлы и сплавы)

Неметаллические (полимеры, резины, керамика, дерево)

Композиционные (состоят из двух или большего числа материалов, относящихся к различным классам веществ, т.е. металлических и неметаллических).

□ По назначению:

Конструкционные

Инструментальные

Материалы с особыми физико-химическими свойствами (электротехнические, антифрикционные, оптические, изоляционные, смазочные, лакокрасочные, абразивные, рабочие тела и технологические материалы).

Основные свойства материалов:

Физические,
химические,
технологические, механические,
эксплуатационные



Физические свойства

- плотность
 - теплоемкость,
 - температура плавления,
 - термическое расширение.
 - магнитные характеристики,
 - теплопроводность,
 - электропроводность
- 



Химические свойства:

- способность материалов вступать в химическое взаимодействие с другими веществами;
 - сопротивляемость окислению;
 - проникновению газов и химически активных веществ;
 - стойкость против коррозии.
- 



Технологические свойства:

- способность подвергаться горячей и холодной обработке (жидкотекучесть);
 - обработке резанием;
 - термической обработке и особенно сварке.
- 



Механические свойства:

- Выявляются испытаниями при воздействии внешних нагрузок.
 - Определяют следующие свойства:
 - упругость;
 - пластичность;
 - прочность;
 - твердость;
 - вязкость;
 - усталость;
- 

- 
- Прочность –это свойство материала сопротивляться деформации или разрушению.
 - Твердость – это свойство материала оказывать сопротивление деформации или хрупкому разрушению при внедрении индентора в его поверхность.
 - Пластичность – это свойство материалов необратимо изменять свою форму и размеры под действием внешней нагрузки.



ВЛИЯНИЕ ТИПА СВЯЗИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ

- Тип связи, возникающий между элементарными частицами в кристалле, **определяется электронным строением атомов**, вступающих во взаимодействие.
- **Элементарные частицы** в кристалле **сближаются** на определенное расстояние, которое обеспечивает кристаллу наибольшую термодинамическую стабильность.
- **Расстояние**, на которое сближаются частицы, **определяется взаимодействием сил**, действующих в кристалле.
- **Силы притяжения** возникают благодаря взаимодействию электронов с положительно заряженным ядром собственного атома, а также с положительно заряженными ядрами соседних атомов.
- **Силы отталкивания** возникают в результате взаимодействия положительно заряженных ядер соседних атомов при их сближении.

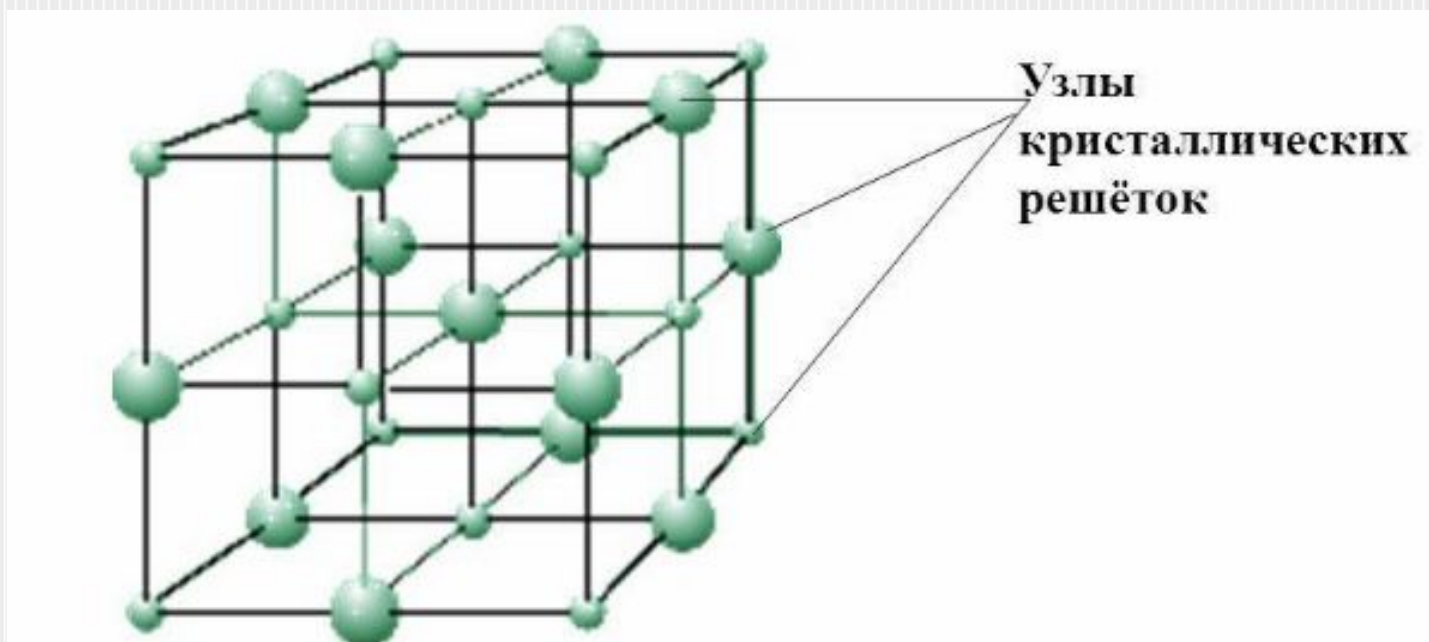


ЭЛЕМЕНТЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ: КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА, АНИЗОТРОПИЯ



ЧТО ТАКОЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА?

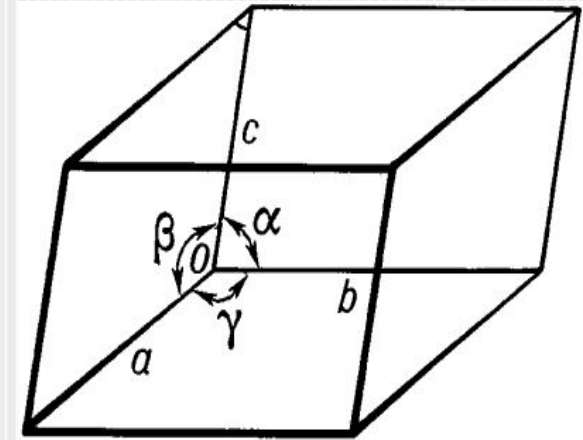
- Воображаемая пространственная сетка с ионами (атомами) в узлах.



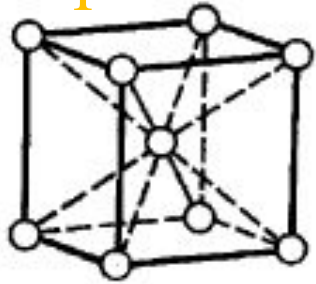
Элементарная ячейка – элемент объема из минимального числа атомов, многократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл. Элементарная ячейка характеризует особенности строения кристалла.

Основными параметрами кристалла являются: размеры ребер элементарной ячейки. a , b , c – периоды решетки – расстояния между центрами ближайших атомов.

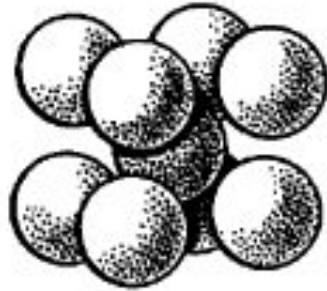
□ **коэффициент компактности кристаллической решетки** – объем, занятый атомами, которые условно рассматриваются как жесткие шары. Его определяют как отношение объема, занятого атомами, к объему ячейки.



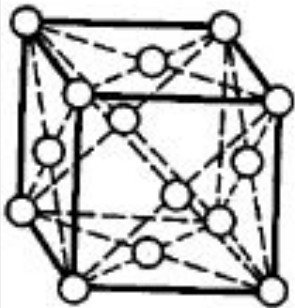
Какие существуют виды элементарных кристаллических решеток?



a



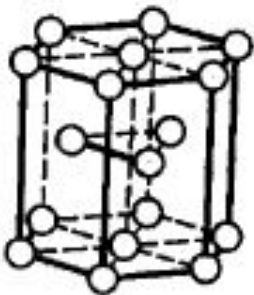
**а- Объемно-центрированная кубическая решетка (ОЦК)
Na, K, V, Nb, Cr, Mo, W**



б



**б – гранецентрированная кубическая решетка (ГЦК)
Ag, Au, Pt, Cu, Al, Pb, Ni**



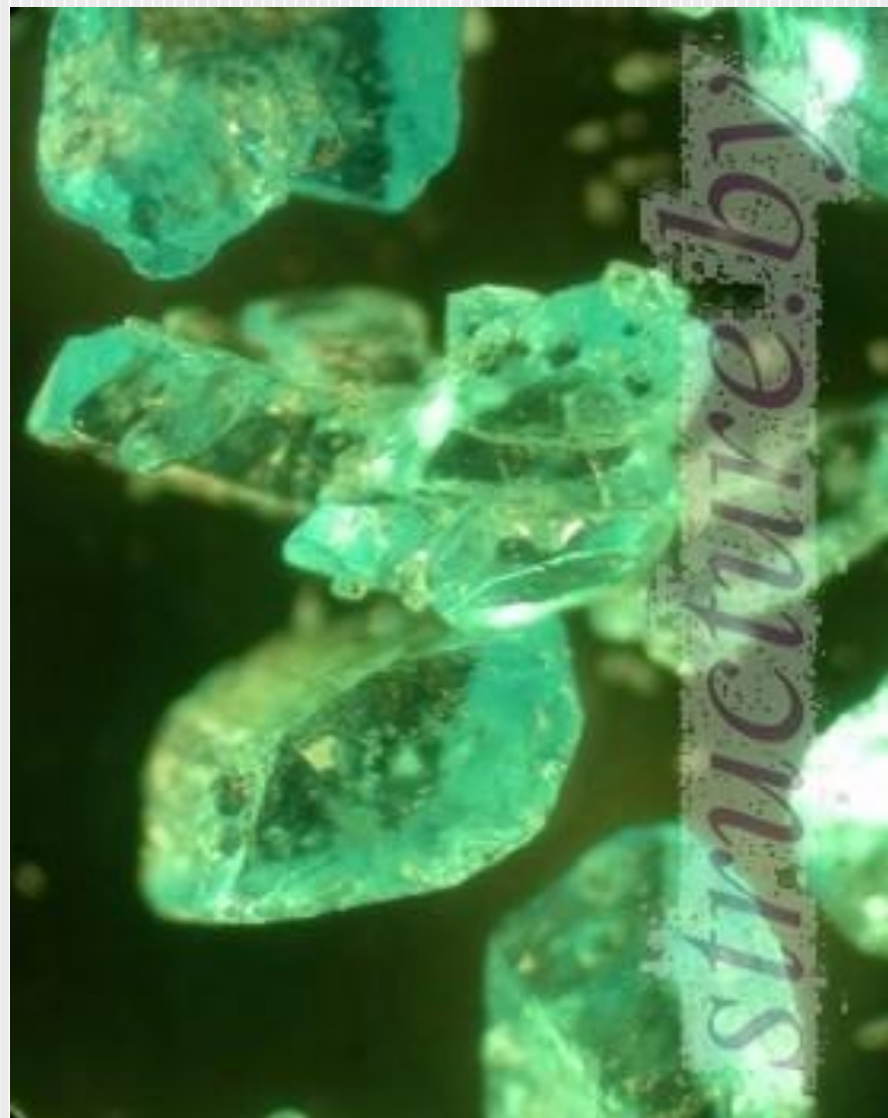
в



**в – гексагональная плотноупакованная решетка (ГПУ)
Be, Mg, Zn, Cd**

АНИЗОТРОПИЯ

- Анизотропия -
зависимость свойств
материала (например,
механических:
предела прочности,
относительного
удлинения, твердости,
износостойкости и др.)
от направления внутри
этого материала.
- Если материал
изотропен, то его
свойства одинаковы во
всех направлениях.





Фазовый состав сплавов

Фазой называют однородную часть сплава , характеризующуюся определенным составом , свойствами , типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела.

Однофазная система называется *гомогенной* , двух или более фазная система – *гетерогенной* системой.

В СПЛАВАХ ВОЗМОЖНО ОБРАЗОВАНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ФАЗ:

1. твердые растворы
2. жидкие растворы
3. твердые чистые металлы
4. химические соединения.



СПЛАВ

- Сплавом называется вещество, полученное сплавлением или спеканием двух или более компонентов.
- Сплавы различают по фазовому и структурному составу в твердом состоянии.
- В зависимости от числа фаз сплавы могут быть —одно-, -двух-, -многофазные.

- 
- ***Компоненты*** – химические элементы, в результате взаимодействия которых образуются все фазы сплавов (системы).
 - Компонентами металлических сплавов могут быть не только металлы, но и не металлы.
- 

Правило фаз Гиббса

$$C = K - \Phi + 1$$

C – число степеней свободы (вариантность) системы - число внешних и внутренних факторов (температура, давление и концентрация), которое можно изменять без изменения числа фаз.

K – число компонентов

Φ – количество фаз

1 – число переменных

Это выражение применяют к металлическим системам, считая, что давление и концентрация постоянны.

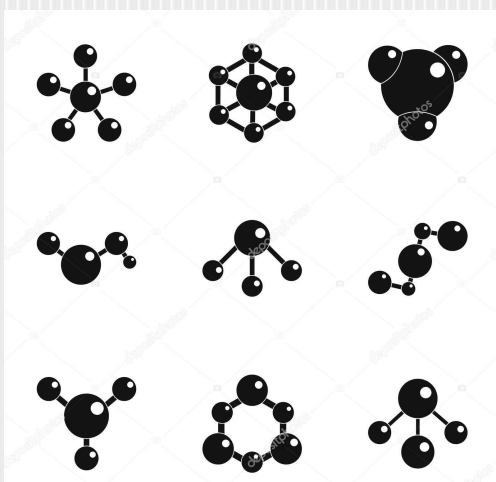
Механическая смесь

- Механическая смесь - компоненты, образующие сплав, не способны к взаимному растворению и не образуют соединения.
- Кристаллы А и В имеют различные кристаллические решетки.
- Например : Al-Cu, Pb-Sb.



Химические соединения

Сплавы химические соединения образуются между элементами, значительно различающимися по строению и свойствам, если сила взаимодействия между разнородными атомами больше, чем между однородными.



- - они образуют новую кристаллическую решетку, отличную от решеток исходных элементов;
- - соотношение атомов элементов обычно описывается формулой $A_n B_m$;
- -обладают новыми свойствами;
- -имеют определенную температуру плавления (т.е. плавление происходит при постоянной температуре)

Твердые растворы

- *Твердые растворы* – это фазы, содержание компонентов в которых может изменяться без нарушения типа кристаллической решетки основного компонента.

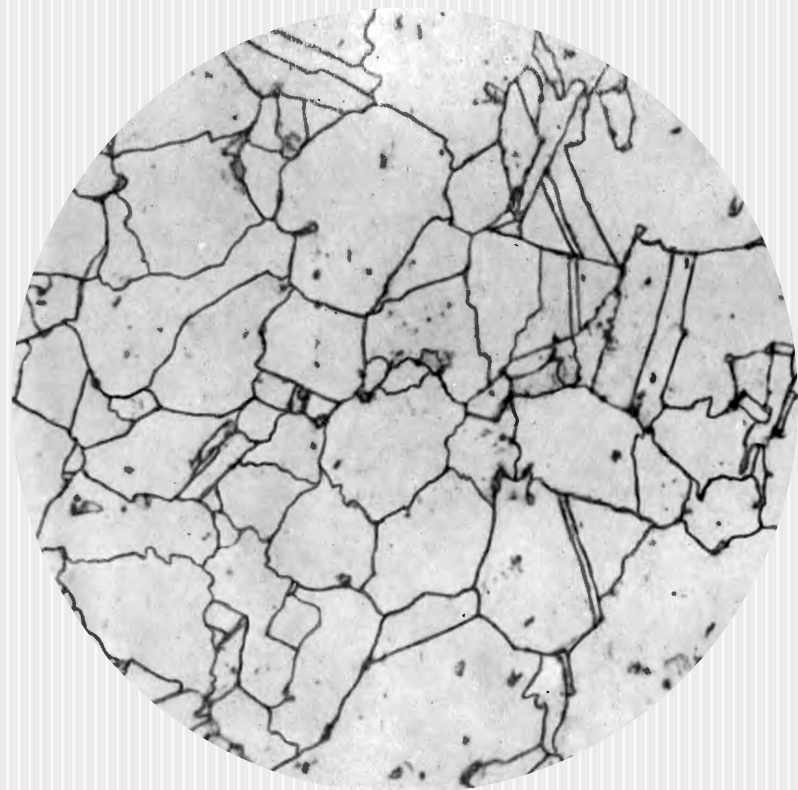
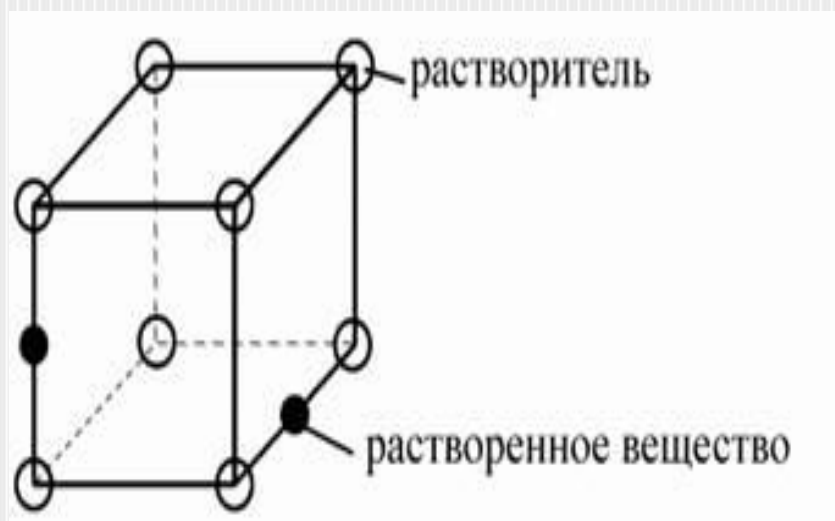


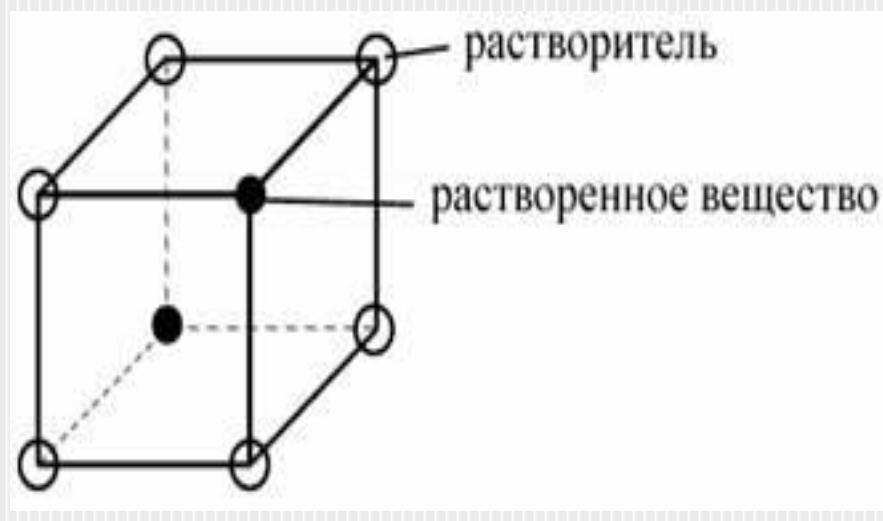
Рисунок 3-
Микроструктура
твёрдого раствора

Различают твердые растворы **внедрения** и твердые растворы **замещения**.

- В твердых растворах **внедрения** – атомы растворенного вещества находятся в порах кристаллической решетки основного компонента.
- Эти твердые растворы образуются на основе металлов с такими неметаллами, как углерод, азот, водород, бор и др.



- В твердых растворах **замещения** – атомы растворенного вещества замещают атомы растворителя в узлах кристаллической решетки.



Твердый раствор

- По степени концентрации растворенной компоненты твердый раствор может быть **ненасыщенным, насыщенным и пересыщенным.**
- Чаще всего растворимость одного металла в другом не только ограничена, но и зависит от температуры. Например, максимальная растворимость хрома в меди при 1072°C составляет 0.65%, а при 400°C только 0.05%. Если концентрация хрома в сплаве меньше 0.05%, то всегда образуются кристаллы ненасыщенного твердого раствора.

- 
- 
- Твердые растворы замещения с неограниченной растворимостью на основе компонентов: Ag и Au, Ni и Cu, Mo и W, V и Ti, и т.д.
 - Твердые растворы замещения с ограниченной растворимостью на основе компонентов: Al и Cu, Cu и Zn, и т.д.
 - Твердые растворы внедрения: при растворении в металлах неметаллических элементов, как углерод, бор, азот и кислород. Например: Fe и C.

АЛЛОТРОПИЯ

- **Аллотропия (полиморфизм)** — способность некоторых металлов существовать в различных кристаллических формах в зависимости от внешних условий (давление, температура).
- Примером аллотропического видоизменения в зависимости от температуры является железо (Fe):

$t < 911^{\circ} \text{C}$ — ОЦК — Fe_{α} ;

$911 < t < 1392^{\circ} \text{C}$ — ГЦК — Fe_{γ} ;

$1392 < t < 1539^{\circ} \text{C}$ — ОЦК — Fe_{δ}

(высокотемпературное Fe_{α}).

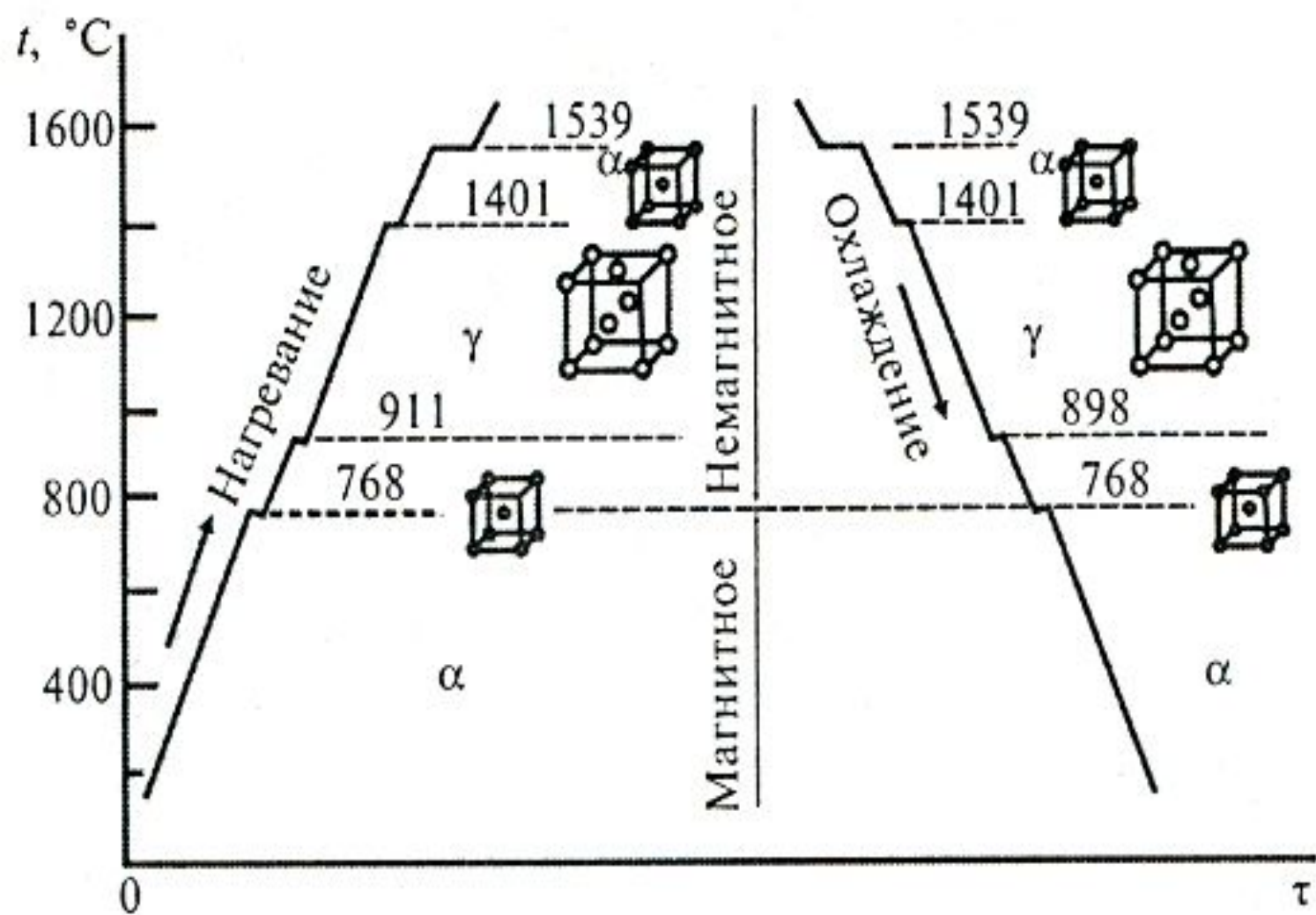


Рис. 64. Кривые нагрева и охлаждения железа



Аллотропические превращения в металлах

- Аллотропические превращения, так же как и *первичная кристаллизация*, протекают при постоянной температуре, так как при охлаждении происходит выделение, а при нагреве — поглощение тепла.
 - Аллотропические превращения протекают путем зарождения центров кристаллизации в твердом металле и роста вокруг них кристаллов новой модификации, подобно процессу первичной кристаллизации.
 - Наиболее известными и имеющими практическое применение являются аллотропические превращения железа, олова, марганца, кобальта.
- 



