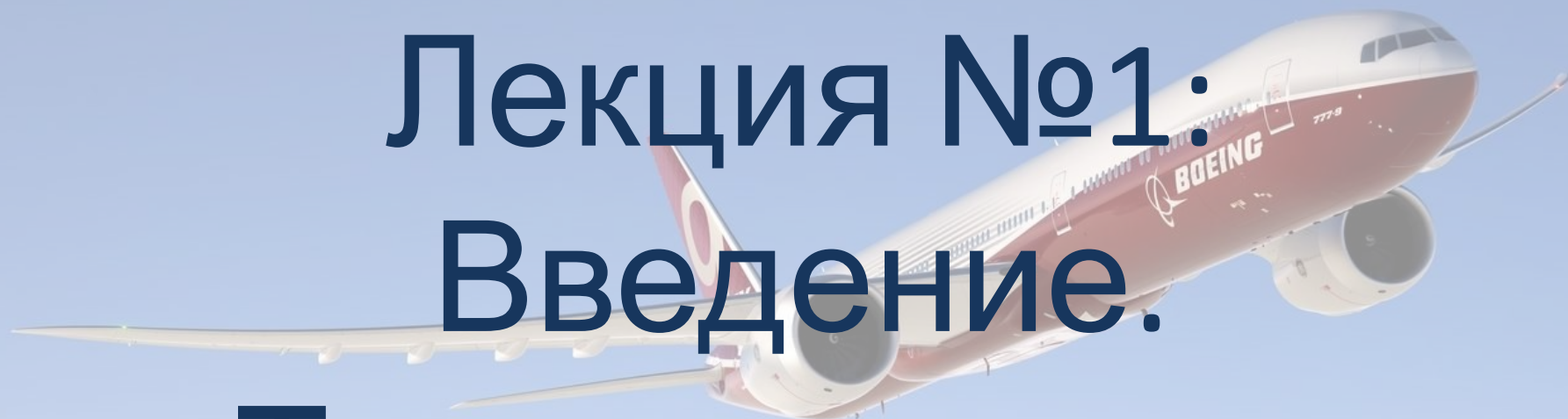


Авиационное
материаловедение

Лекция №1:

Введение.

Теория сплавов



Введение

Материаловедение – это наука о связях между составом, строением и свойствами материалов и закономерности их изменений при внешних физико-механических воздействиях.

- * Все материалы по химической группе делятся на **металлические** и **неметаллические**



* В технике под металлами понимают вещества, обладающие комплексом металлических свойств:

- металлический блеск
- высокая электропроводность
- хорошая электропроводность
- высокая пластичность



Аморфные вещества



Янтарь



Жемчуг



Канифоль



Полиэтилен



Стекло



Пчелиный воск

Кристаллические вещества



Железо



Графит



Алмаз



Сахароза

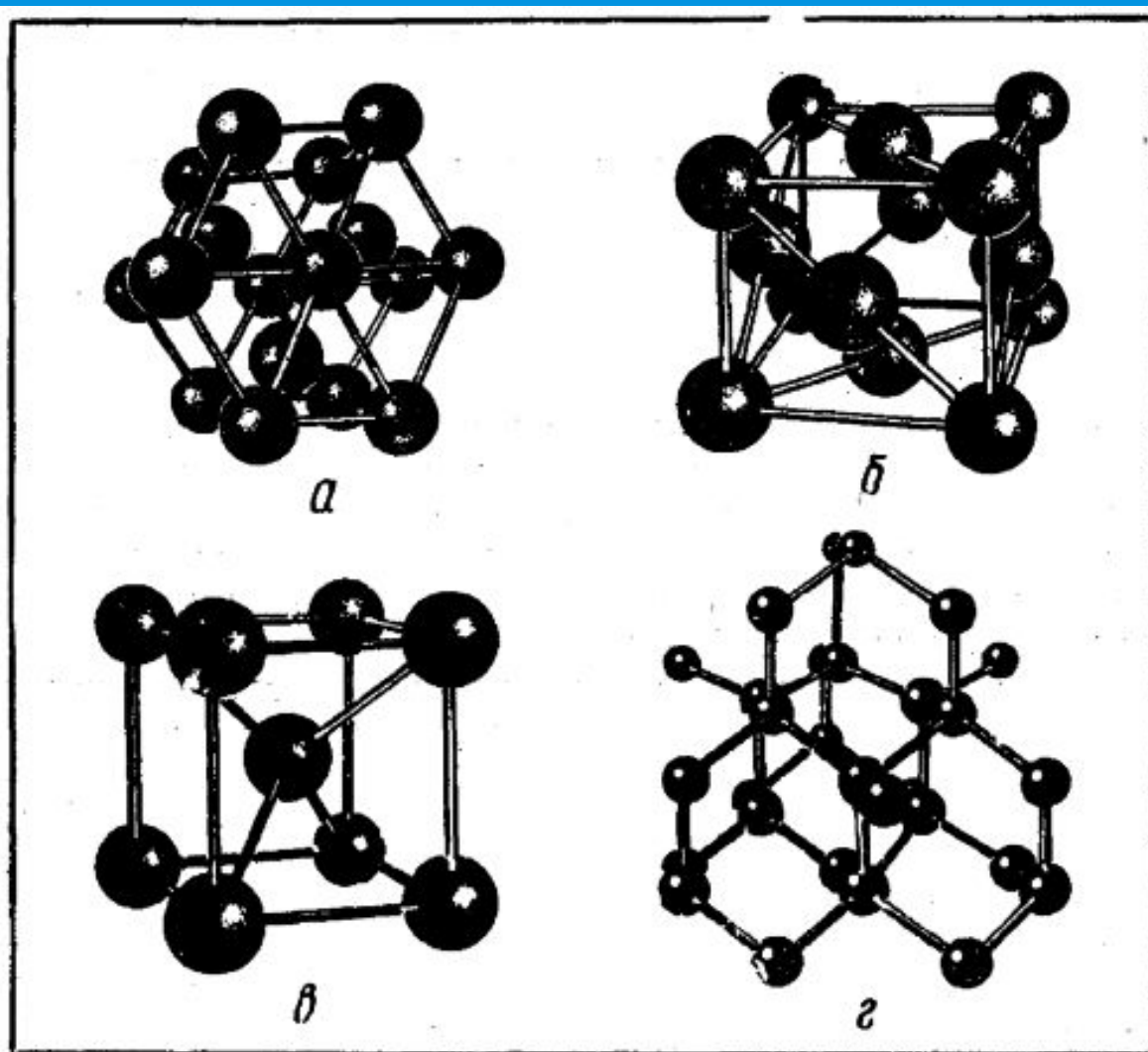


Поваренная соль

- * Все вещества в твердом состоянии могут иметь кристаллическое или аморфное строение.
- * В аморфном веществе атомы расположены хаотично, а в кристаллическом – в строго определенном порядке

Кристаллическая решетка

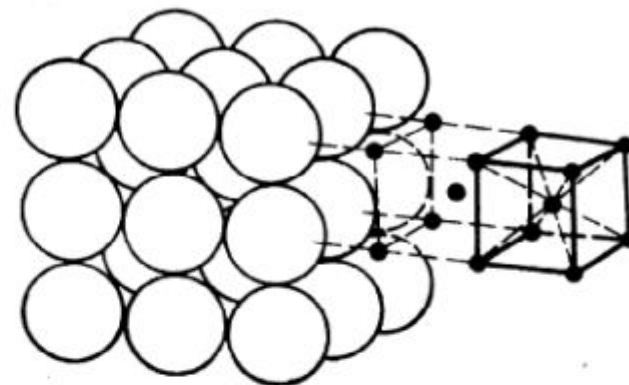
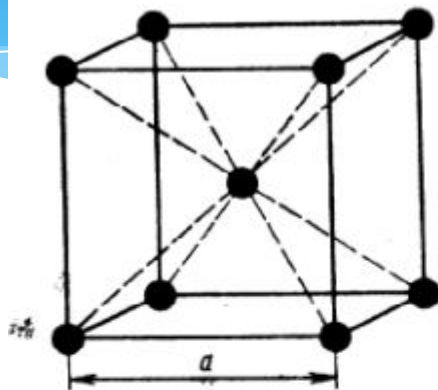
- * Для описания кристаллической структуры металлов используется понятие **кристаллической решетки** – это воображаемая пространственная стека, в узлах которой расположены атомы.
- * Наименьшая часть кристаллической решетки, определяющая структуру металла, называется **элементарной кристаллической ячейкой**.



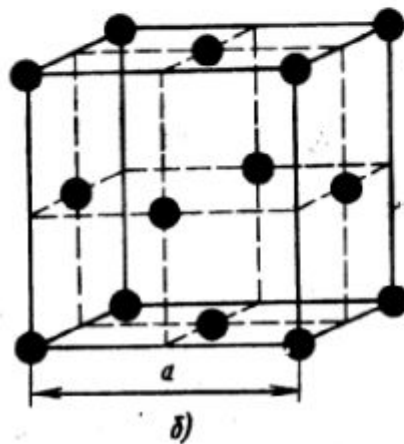
а — гексагональная плотнейшая; б — кубическая
гранецентрированная; в — кубическая объемноцентрированная;
г — кристаллическая решетка типа алмаза.

* В металлических сплавах наиболее распространенными кристаллическими решетками являются:

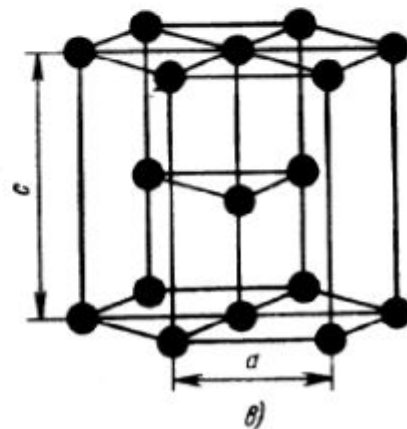
- Кубическая объемно-центрированная (а)
- Кубическая гранецентрированная (б)
- Гексагональная плотноупакованная (в)



а)



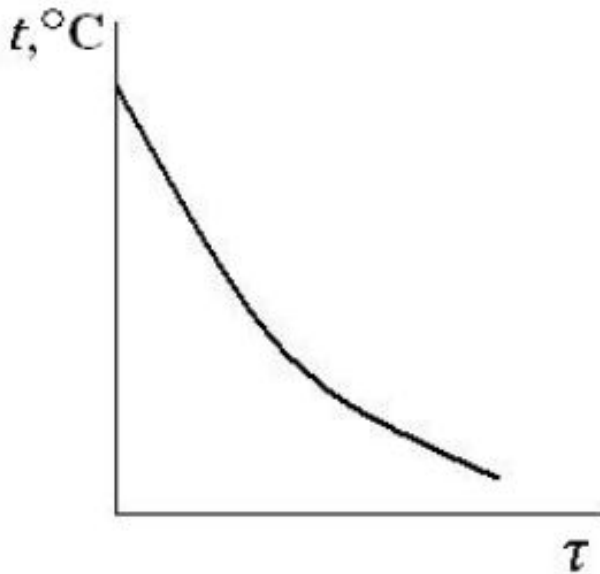
б)



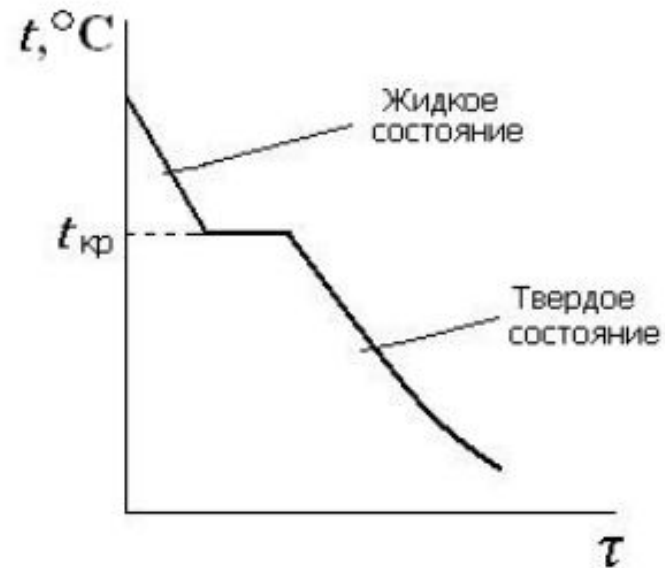
в)

Кристаллизация металлов

- Процесс образования в металлах кристаллической решетки называется **кристаллизацией**.
- * Для изучения процессов кристаллизации строят кривые охлаждения металлов, которые показывают изменение температуры во времени.

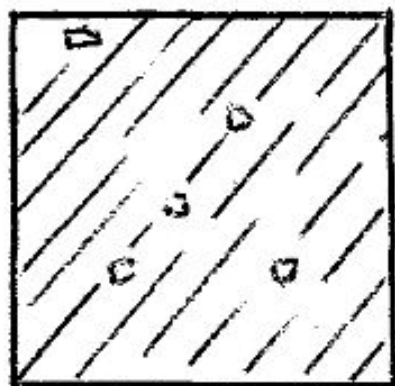


а

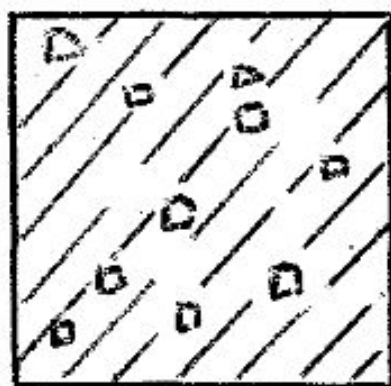


б

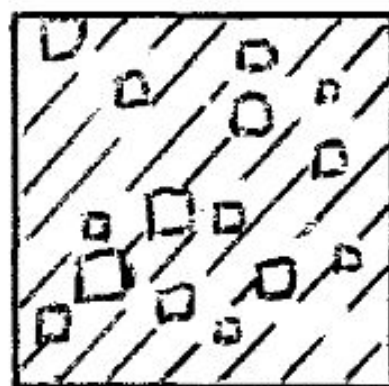
Схема кристаллизации металлов



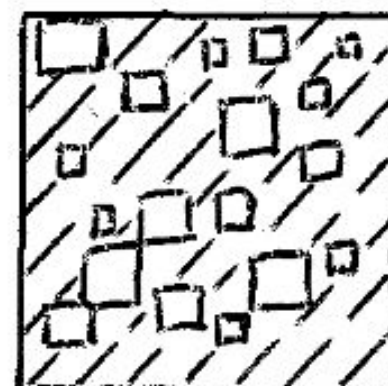
1c



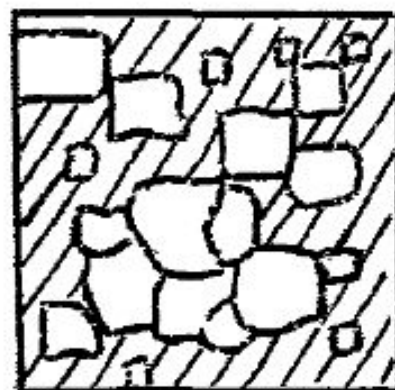
2c



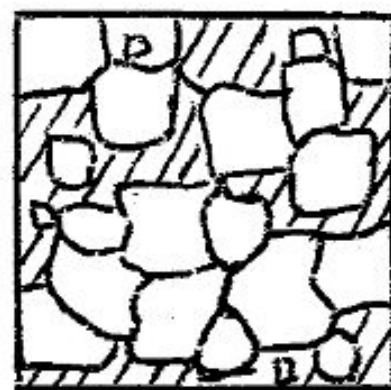
3c



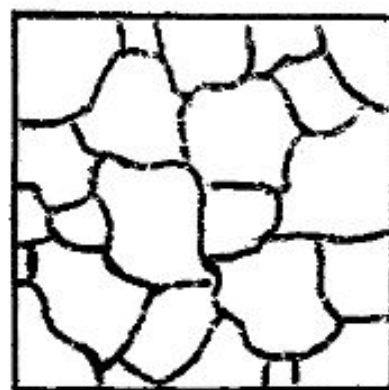
4c



5c



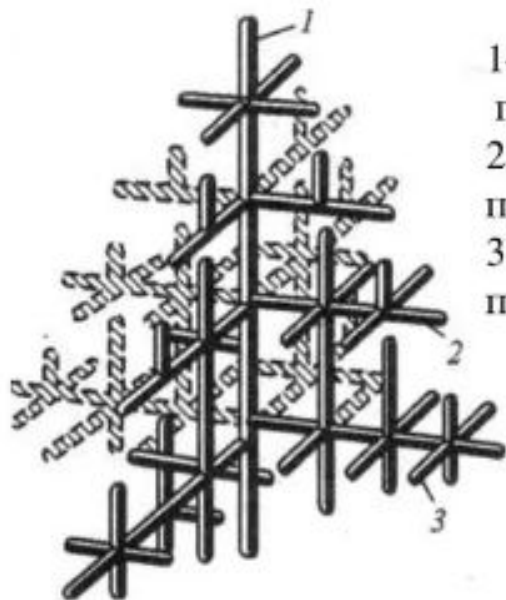
6c



7c

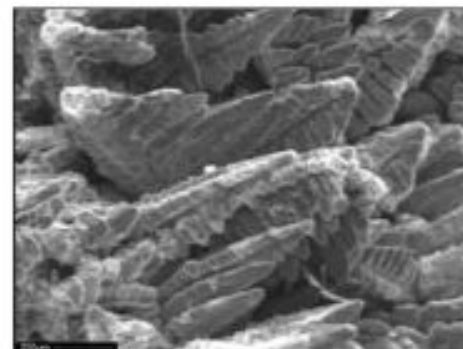
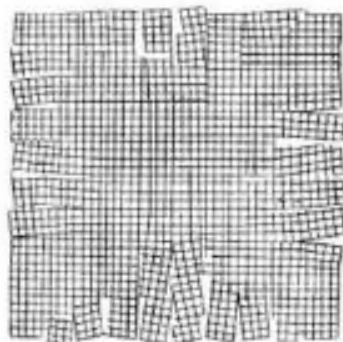
- * Рост зерна происходит по дендритной (древовидной) схеме.

Дендритный способ кристаллизации

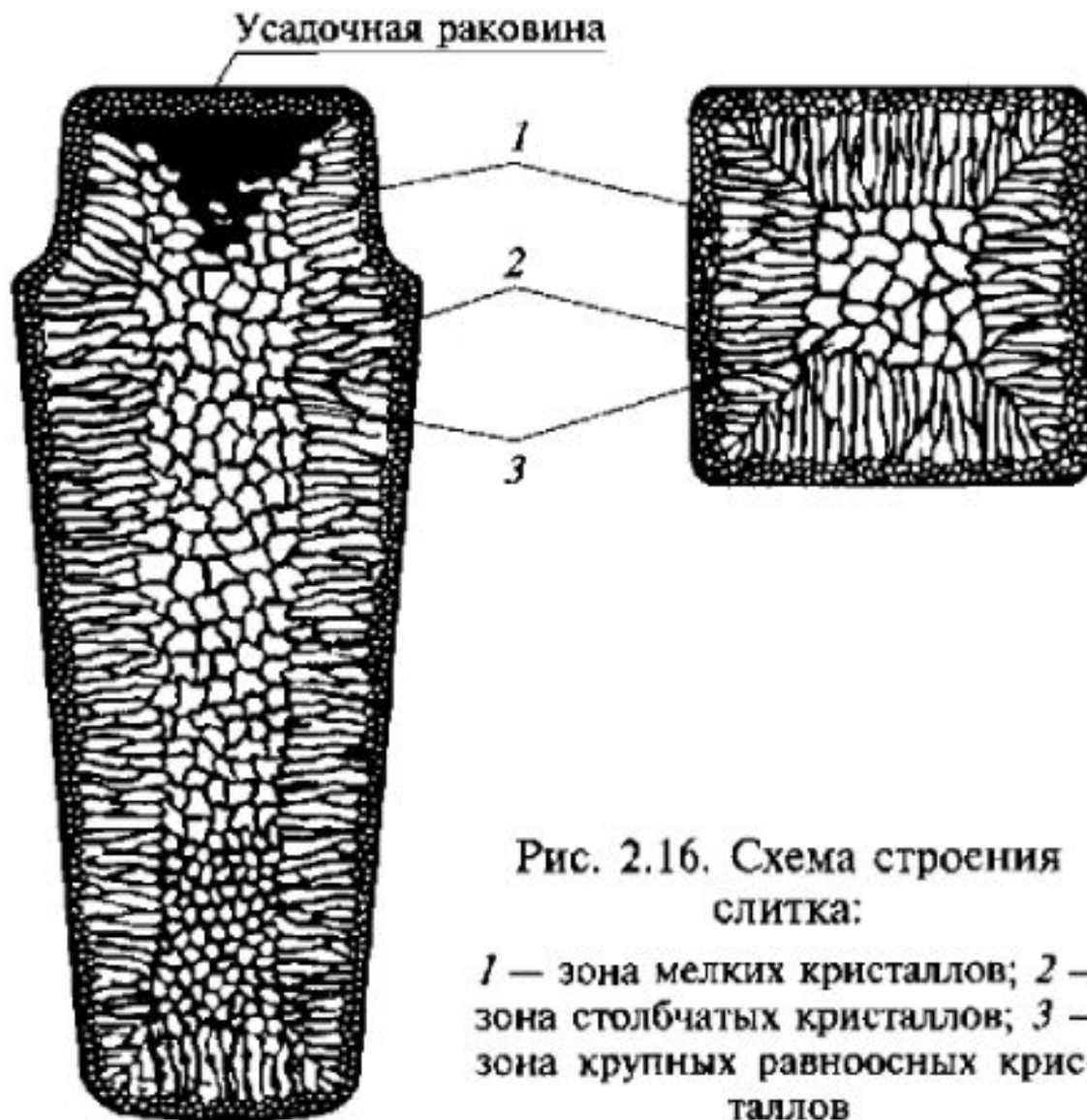


1- ось первого
порядка
2 – оси второго
порядка
3 – оси третьего
порядка

Схема дендритных кристаллов



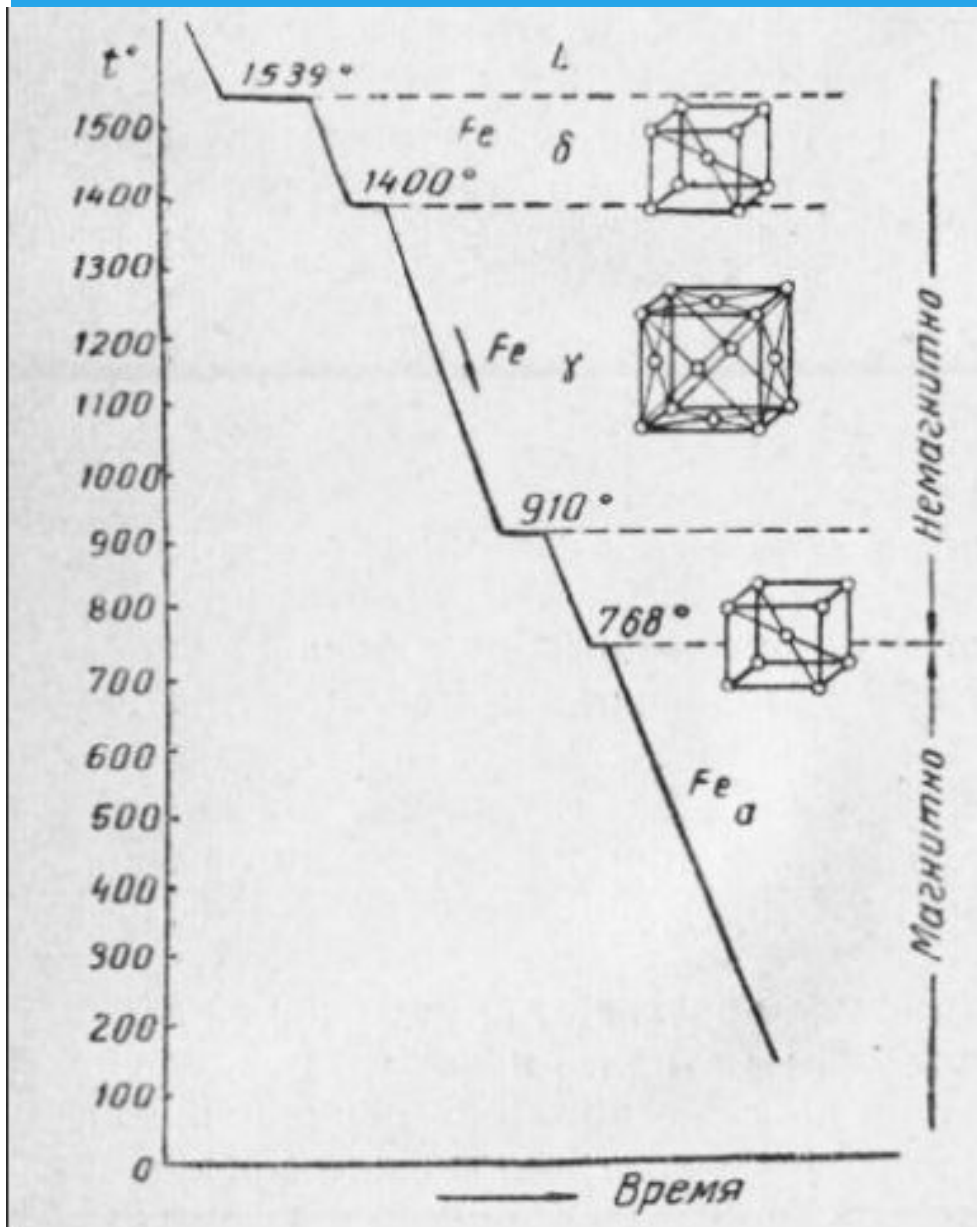
Строение стального слитка



Полиморфизм

- * Некоторые металлы могут существовать в различных кристаллических формах. Это явление называется **полиморфизм** или **аллотропия**, а различные кристаллические формы одного вещества называются **полиморфными модификациями**. Процесс перехода от одной кристаллической формы к другой называется **полиморфным превращением**. Этот процесс протекает при определенной температуре.
- * **Полиморфизм характерен для железа, олова, кобальта, марганца, титана и некоторых других металлов.**

Полиморфизм железа

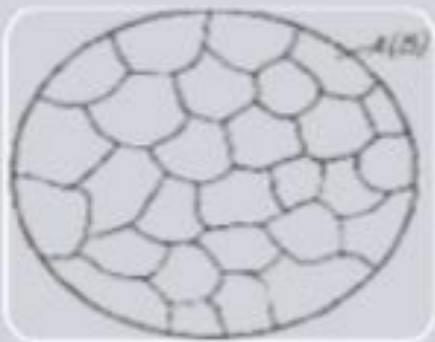


Строение металлических сплавов

- * **Металлическим сплавом** называется материал, полученный сплавлением двух или более металлов или металлов с неметаллами, обладающий металлическими свойствами.
- * Вещества, которые образуют сплав называют **компонентами**
- * **Фазой** называют однородную часть сплава, характеризующуюся определенным составом и строением и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела
- * Под **структурной** понимают форму, размер и характер взаимного расположения фаз в металлах и сплавах.
Структурными составляющими называют обособленные части сплава, имеющие одинаковое строение с присущими им характерными особенностями.

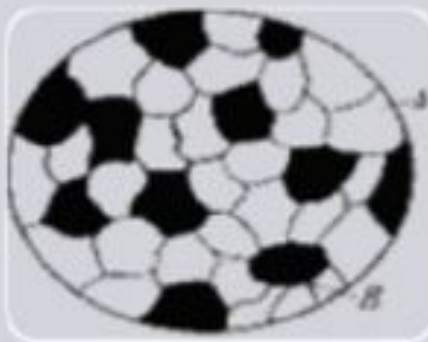
Структура сплавов

Твердый
раствор



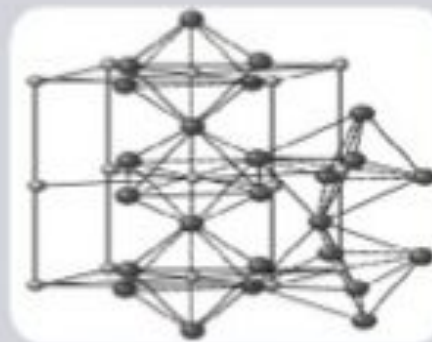
*образуют общую
кристаллическую
решетку*

Механическая
смесь



*не образуют
общую
кристаллическую
решетку и не
образуют
химическое
соединение*

Химическое
соединение



*образуют новое
вещество,
свойства
которого
отличаются от
свойств исходных
компонентов*

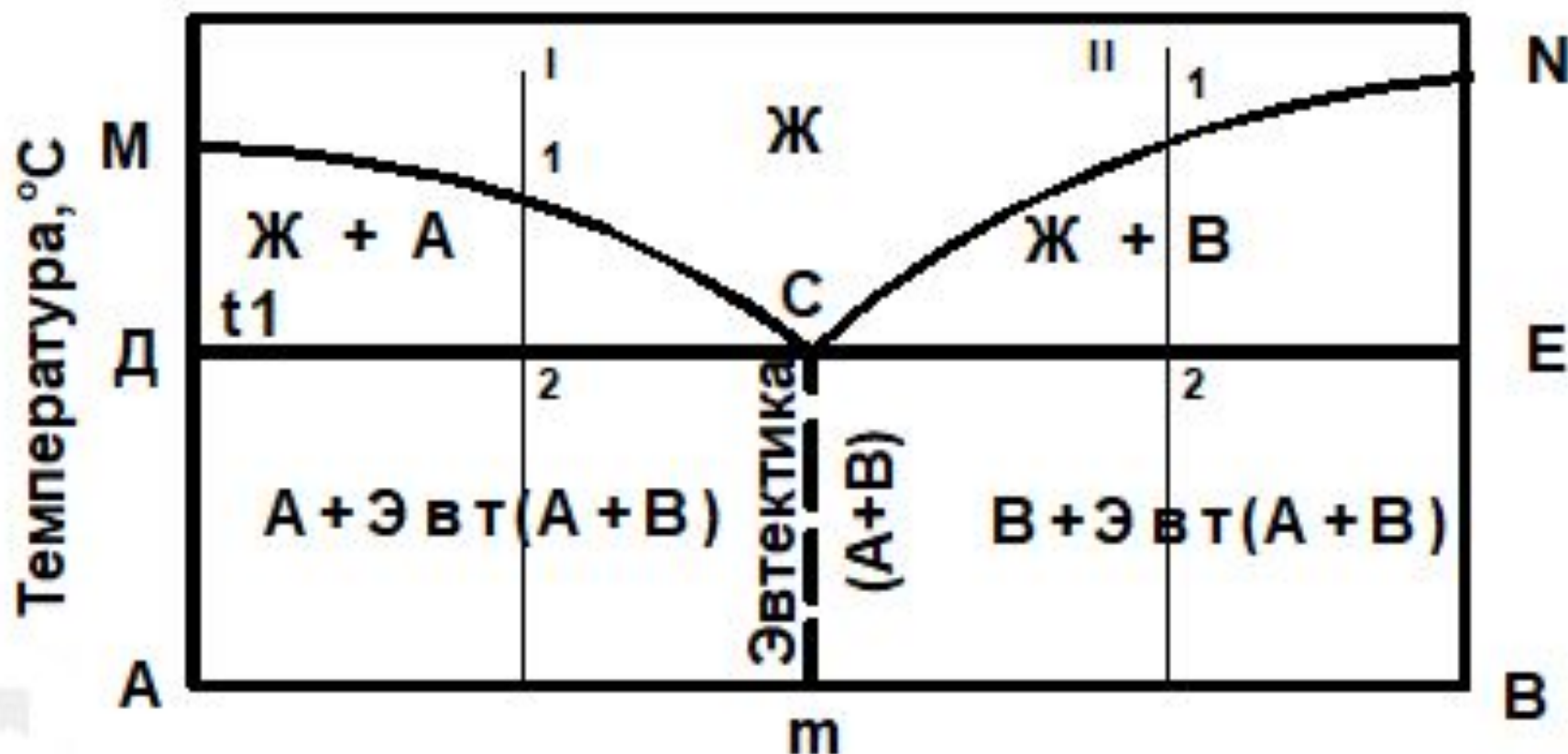
Диаграмма состояния

- * Диаграмма состояния показывает строение сплава в зависимости от соотношения компонентов и от температуры. Она строится экспериментально по кривым охлаждения сплавов.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ:

- * **Линия ликвидус** – линия полного расплавления твердых фаз, выше неё находится только жидкость
- * **Линия солидус** - линия на фазовых диаграммах, на которой исчезают последние капли расплава, или температура, при которой плавится самый легкоплавкий компонент. Линия, ниже которой находится только твердая фаза.
- * **Эвтектика** - жидкая система (раствор или расплав), находящаяся при данном давлении в равновесии с твёрдыми фазами, число которых равно числу компонентов системы. Кристаллизация такой системы происходит при постоянной температуре, как и кристаллизация чистых веществ. При этом образуется механическая смесь твёрдых фаз того же состава. Для данной системы температура плавления твёрдой Э. ниже температуры плавления смеси любого другого состава.

Диаграмма состояния I рода, образующих механические соединения из чистых компонентов

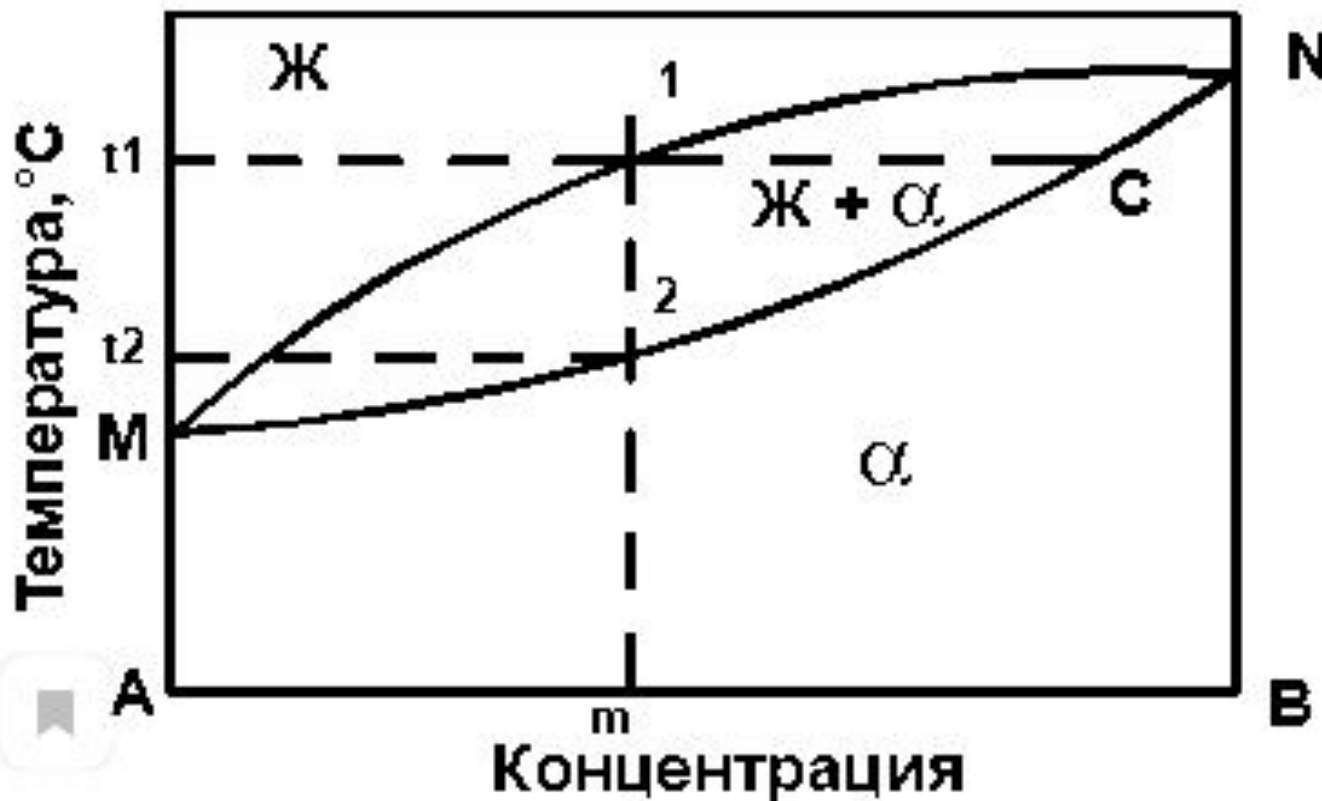


МСN – линия ликвидус

ДСЕ – линия солидус

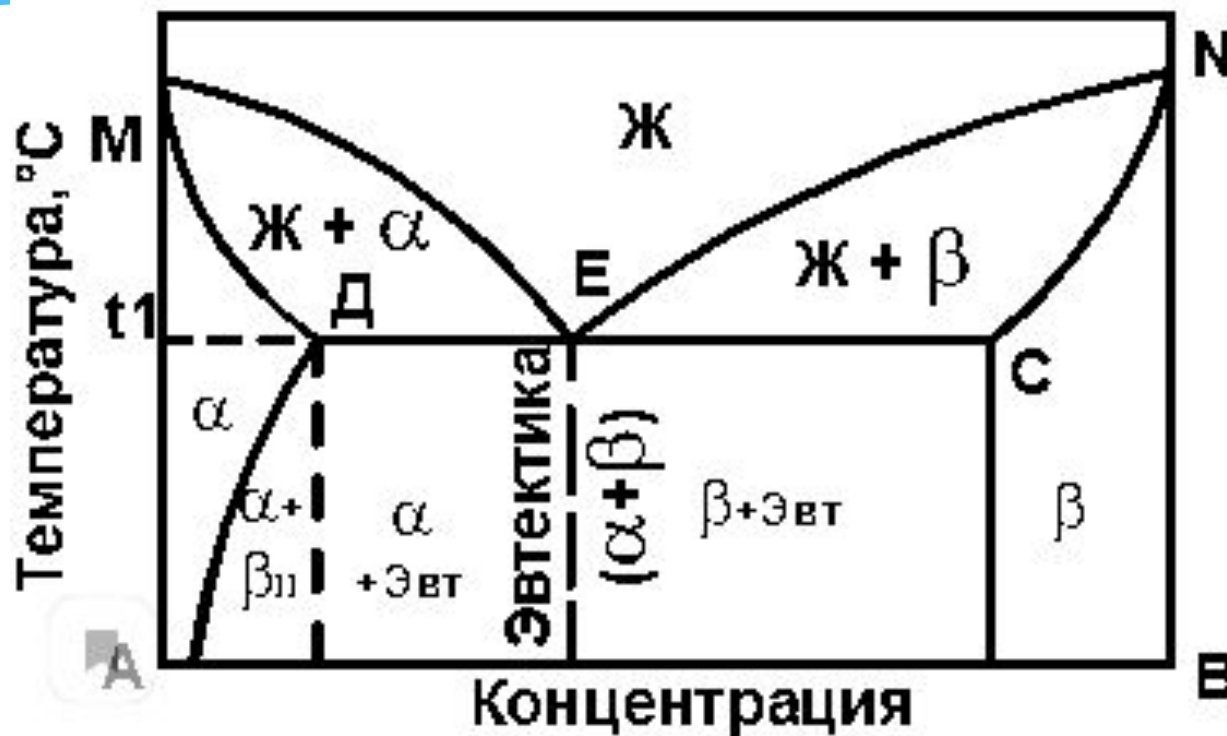
Сm - эвтектика

Диаграмма состояния II рода сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.



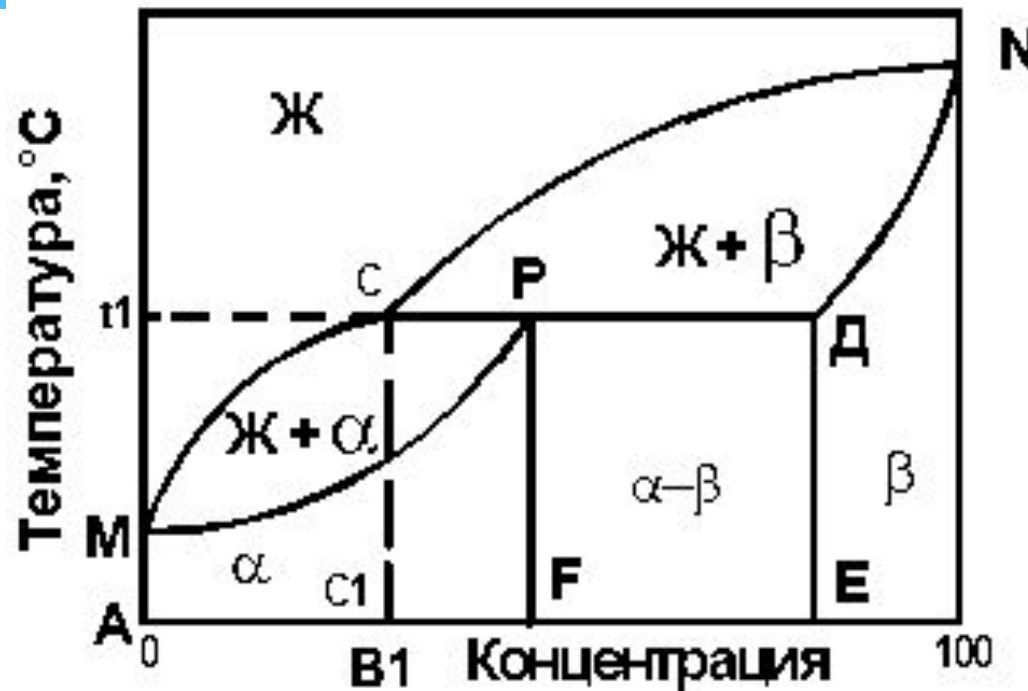
Линия $M1N$ - линия ликвидус, линия $M2N$ - линия солидус. Точки M и N - температуры плавления компонентов A и B .

Диаграмма состояния сплавов эвтектического типа с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (III рода)



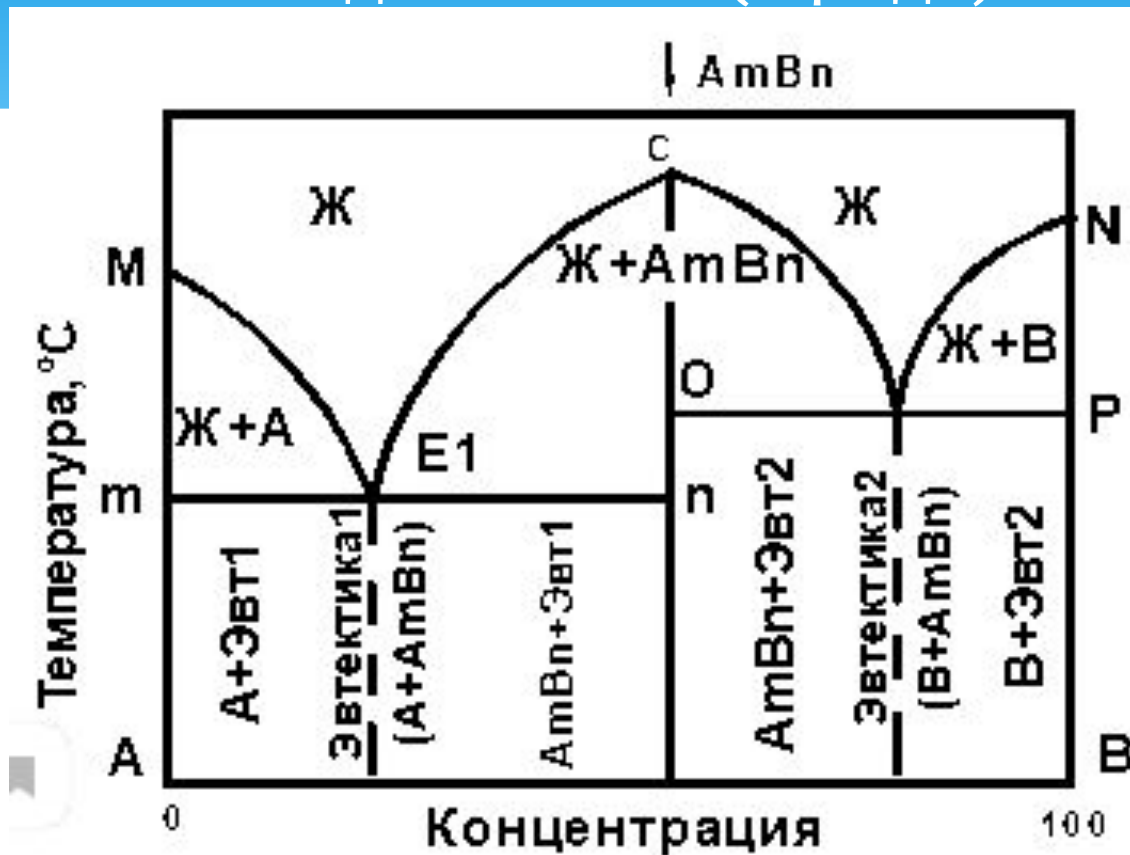
- * Линия MEN - линия ликвидус, линия MDECN - линия солидус. Точки М и N - температуры плавления компонентов А и В. Точка Д - максимальная растворимость компонентов В в компоненте А. Точка С - максимальная растворимость компонента А в компоненте В. Точка Е - эвтектическая точка.

Диаграмма состояния сплавов с перитектическим превращением (IV рода)



- * Линия MCN - линия ликвидус, линия MPDN - линия солидус. Точки M и N - температуры плавления компонентов A и B. Точка P - перитектическая точка. Линия CPD (температура t_1) - перитектическая линия.

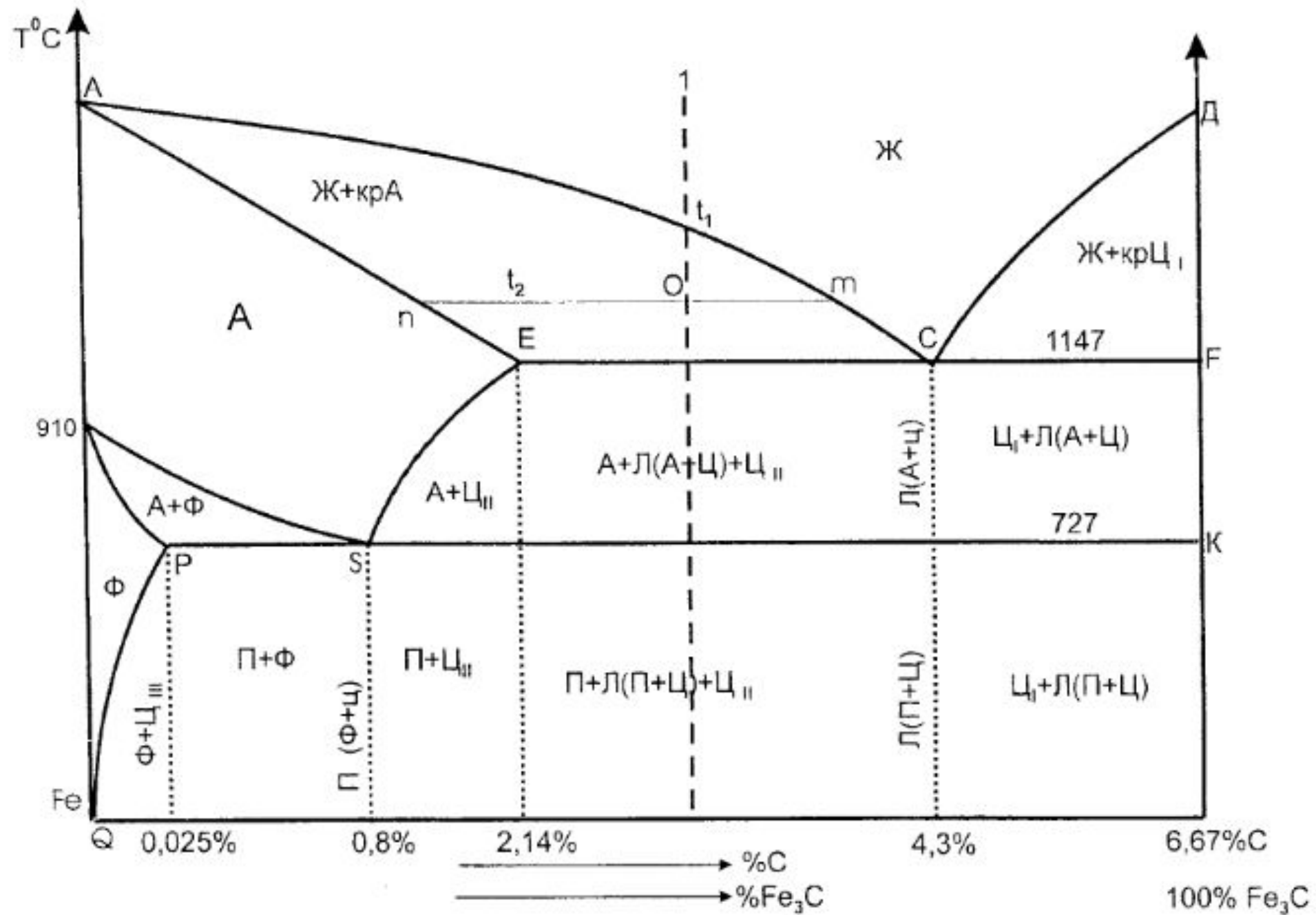
Диаграмма состояния с устойчивыми химическими соединениями (V рода)

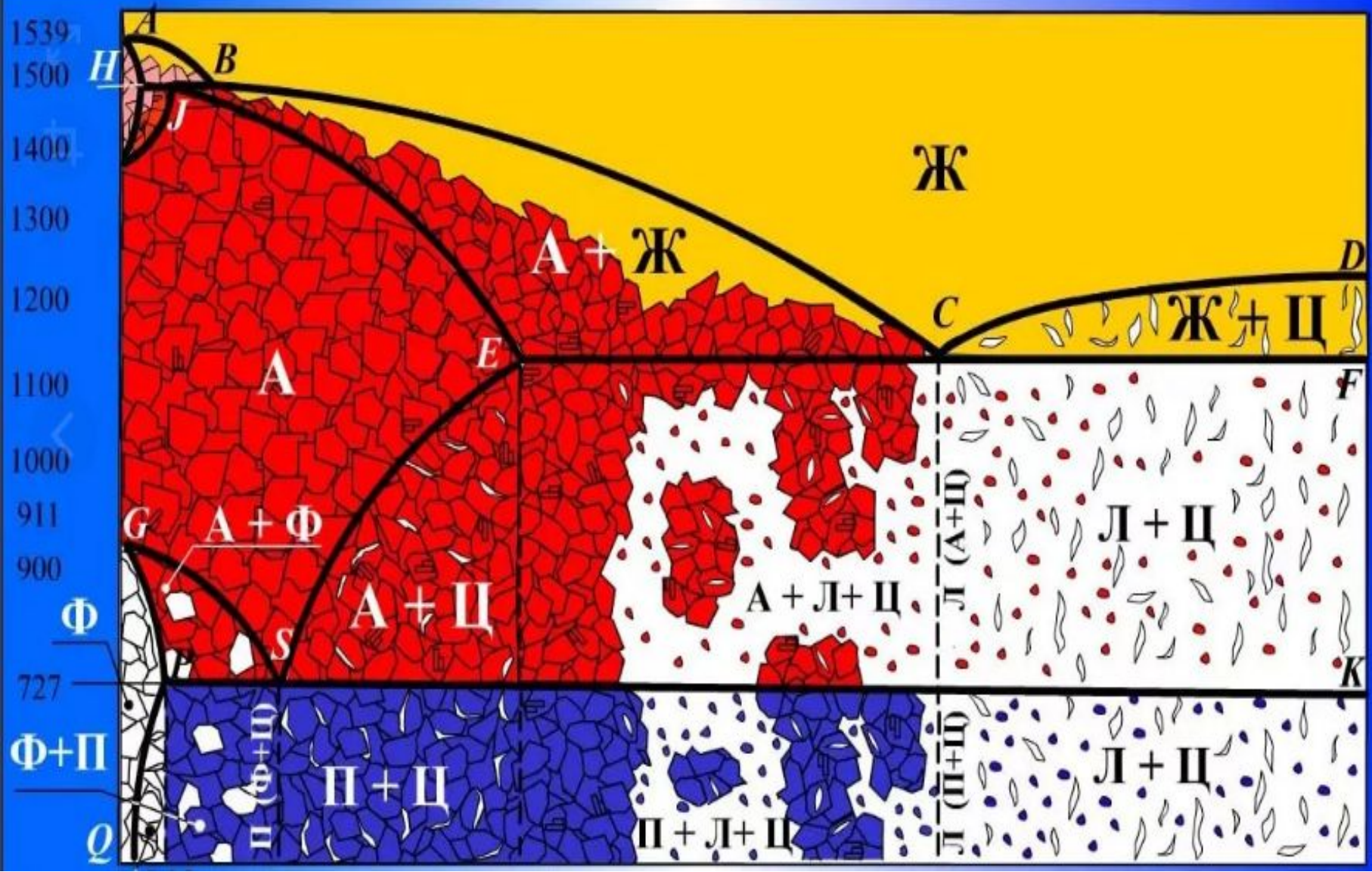


- * Линии ME_1CE_2N - линия ликвидус, линия $m_{пор}$ - линия солидус. Точки M и N - температуры плавления компонентов A и B . Точка C - температура плавления химического соединения $AmBn$. Точки E_1 и E_2 - эвтектические точки.

Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов. Основные понятия

- * Железо – пластичный металл серебристо-белого цвета с невысокой твердостью. $T_{пл} = 1539^{\circ}\text{C}$, плотность $7,83 \text{ г/см}^3$.
- * Феррит (Ф) – твердый раствор углерода в α -железе. ($C < 0,02\%$ при $t = 727^{\circ}\text{C}$)
- * Аустенит (А) – твердый раствор углерода в γ -железе. ($C < 2,14\%$ при $t = 1147^{\circ}\text{C}$)
- * Цементит (Ц) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа Fe_3C) $C = 6,67\%$
- * Перлит (П) – механическая смесь Ф с Ц. ($C = 0,8\%$ образуется из А при $t = 727^{\circ}\text{C}$)
- * Ледебурит (Л) – эвтектическая смесь А с Ц. ($C = 4,3\%$ образуется из жидкого расплава при $t = 1147^{\circ}\text{C}$)





Характеристика линий диаграммы

Индекс линий	Температурный интервал, °С	Интервал концентраций (% углерода)	Основная характеристика линии
<i>Линия ликвидуса</i>			
AC	1539° – 1147°	0 – 4,3	Линия ликвидус (начало затвердевания А). Линия ликвидус (начало затвердевания Ц ₁)
CD	1147° – 1600°	4,3 – 6,67	
<i>Линия солидуса</i>			
AE	1539° – 1147°	0 – 2,14	Конец затвердевания А
ECF	1147°	2,14 – 6,67	Линия эвтектического равновесия
<i>Линии превращения в твердом состоянии</i>			
SE	727° – 1147°	0,8 – 2,14	Линия ограниченной растворимости углерода в А. Начало выделения вторичного цементита.
GS	911° – 727°	0 – 0,8	Начало аллотропического превращения А в Ф
GP	911° – 727°	0 – 0,025	Конец аллотропического превращения (А в Ф)
PSK	727°	0,025 – 6,67	Линия эвтектоидного равновесия А, Ф, Ц
PQ	727° – комн.	0,025 – 0,006	Линия выделения Ц _{III}

Характеристика точек диаграммы

A	0	1539	Точка затвердевания жидкого железа
C	4,3	1147	Состав жидкой фазы при эвтектическом равновесии с А и Ц
E	2,14	1147	Предельное содержание углерода в аустените. Состав А при эвтектическом равновесии с жидкой фазой и Ц
S	0,8	727	Состав А при эвтектоидном равновесии с Ф и Ц
P	0,025	727	Предельное содержание углерода в Ф. Состав Ф при эвтектоидном равновесии с А и Ц
Q	0,006	Комнатная	Предельное содержание углерода в Ф при комнатной температуре

Диаграммы состояния тройных систем

- * В системе, состоящей из трех компонентов, в отличие от двухкомпонентных, прибавляется еще одна независимая переменная – концентрация третьего компонента, поэтому диаграмма состояния должна строиться в трех координатах, т.е. в пространстве.

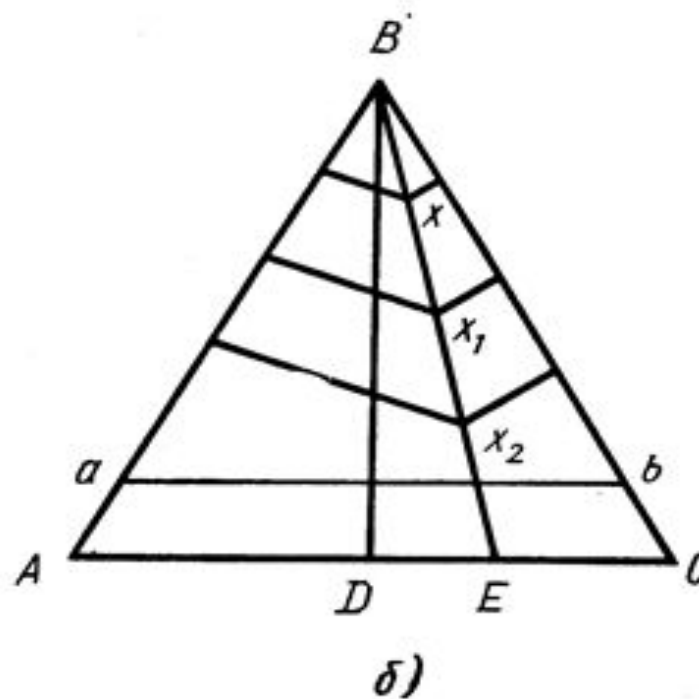
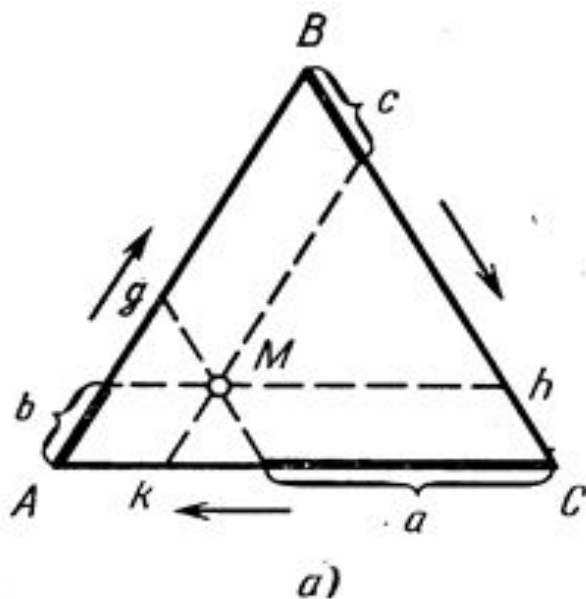


Диаграмма состояния тройных сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях (а) и кривая охлаждения сплава 1 (б)

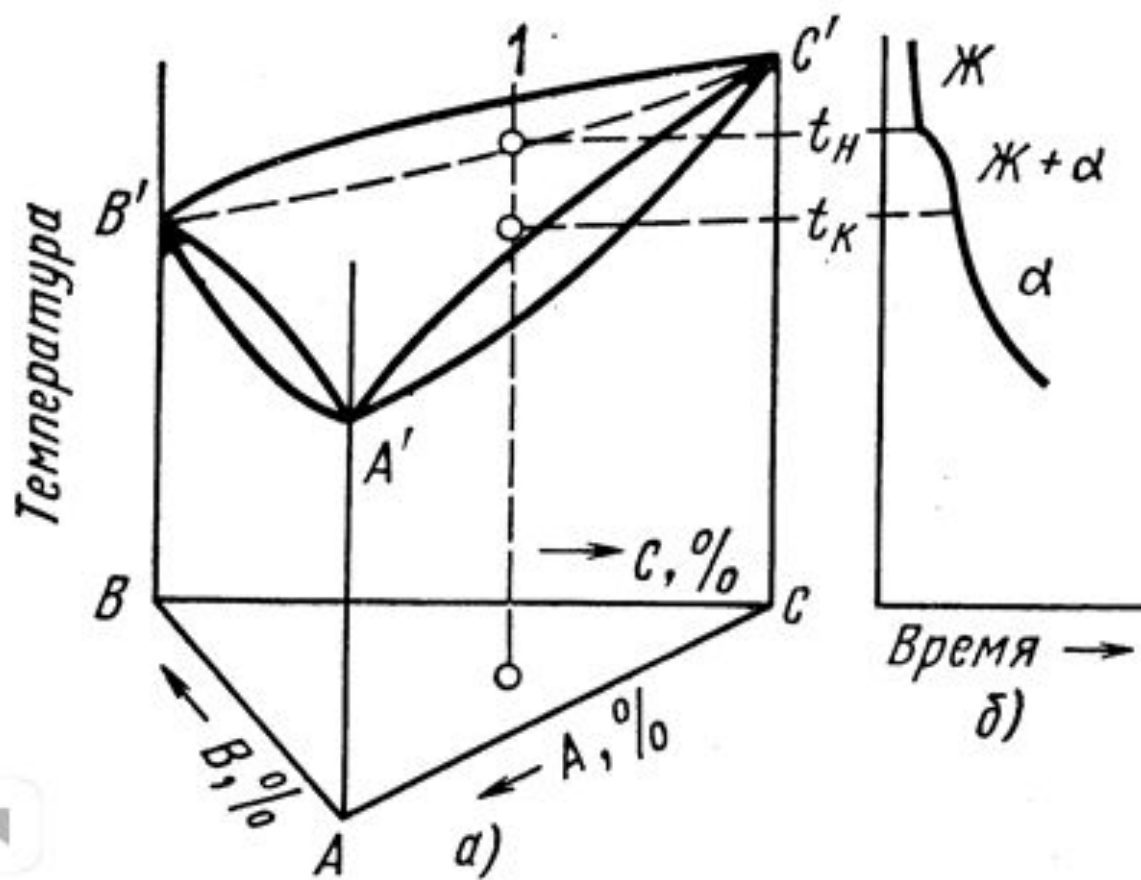


Диаграмма состояния трехкомпонентной системы.
Компоненты не растворимы в твердом состоянии
и образуют тройную эвтектику (пространственное изображение)

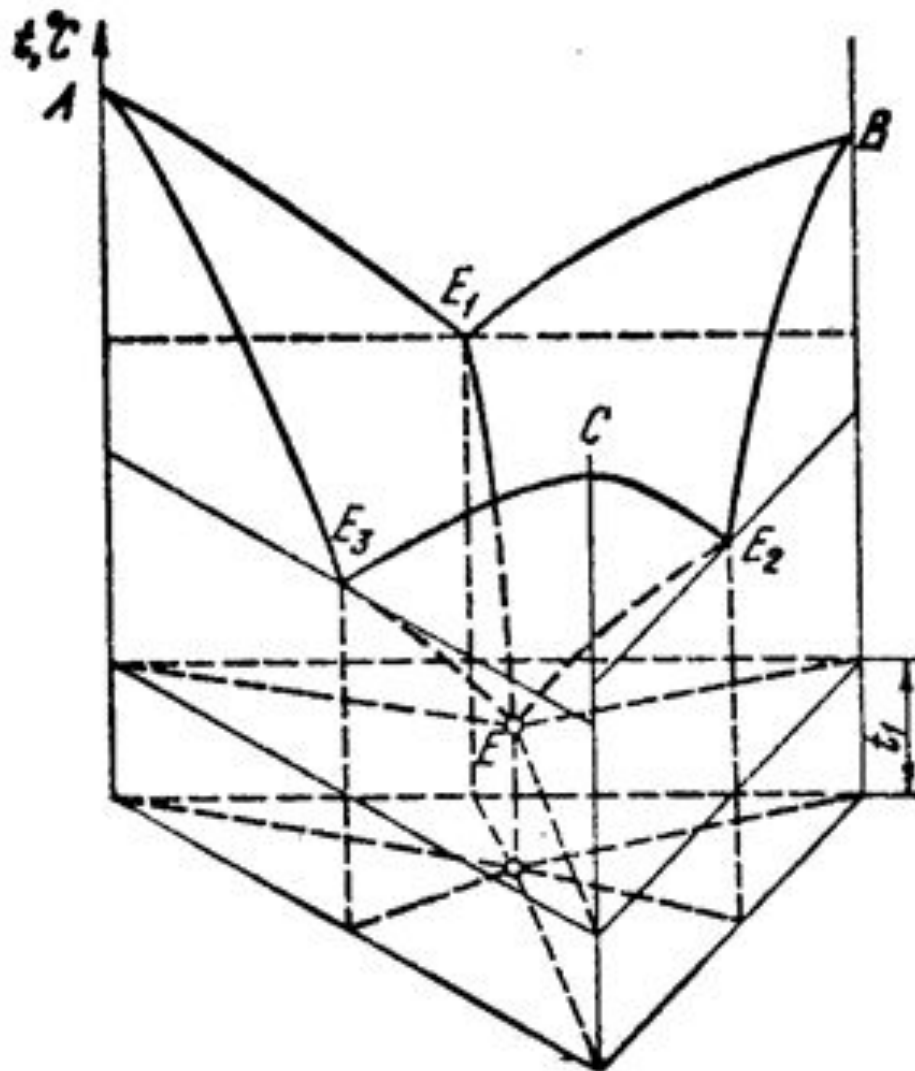
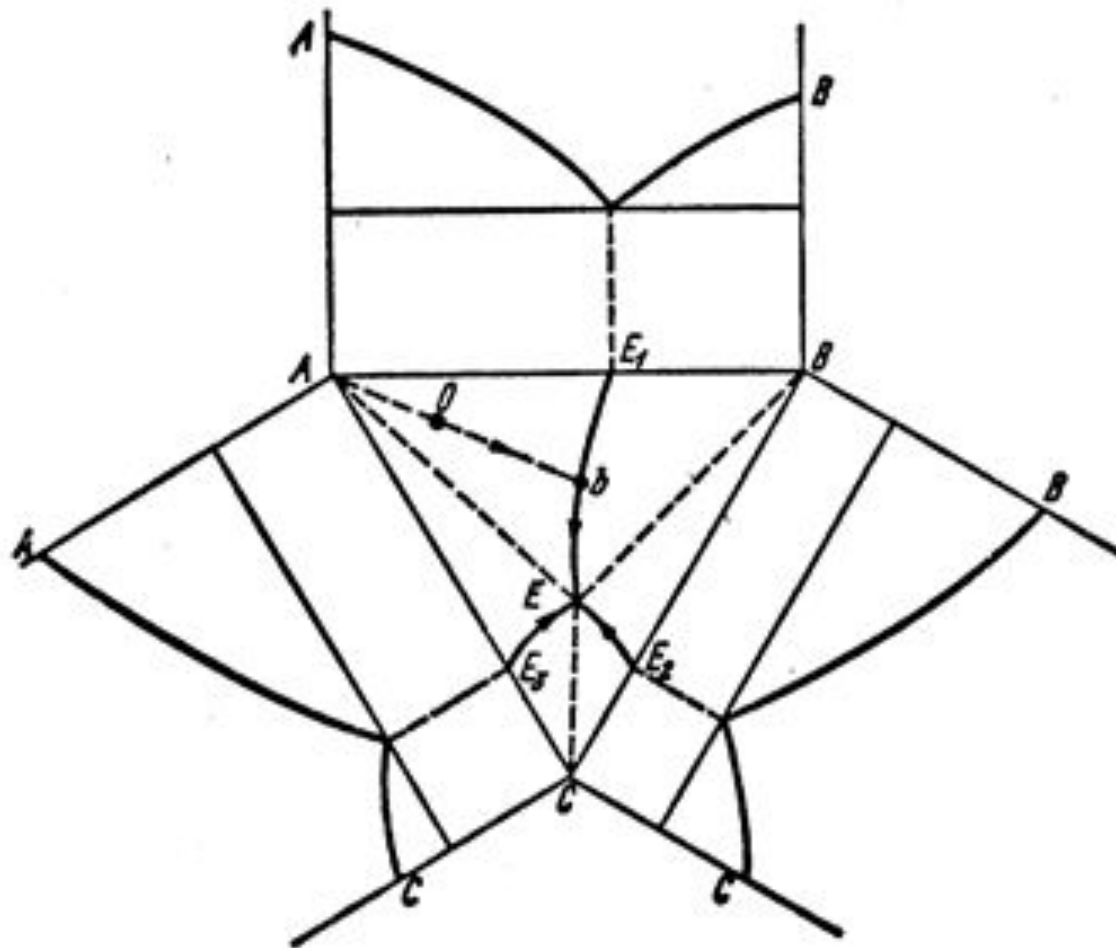


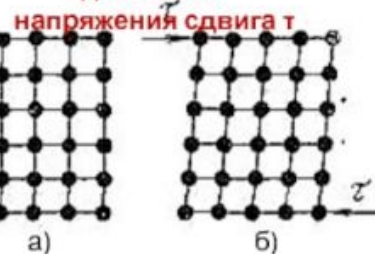
Диаграмма состояния трехкомпонентной системы.
Компоненты не растворимы в твердом состоянии
и образуют тройную эвтектику (развертка)



Прочность и пластическая деформация металлов

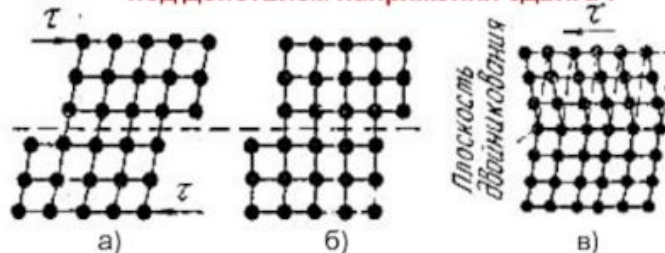
- * Упругой называется деформация, исчезающая после прекращения действия внешних сил.
- * Пластической является остаточная деформация, которая появляется если напряжения превышают предел упругости. ПД может осуществляться путем скольжения и двойникования.

Схема упругой деформации металла под действием



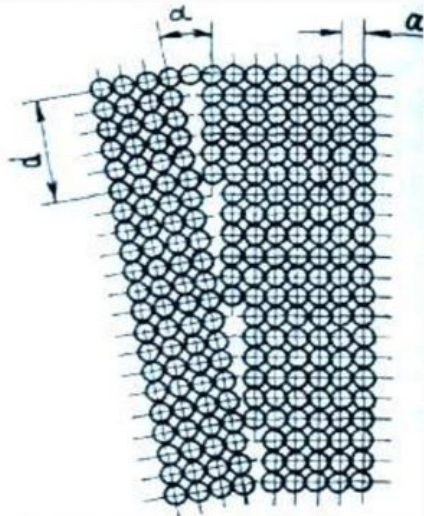
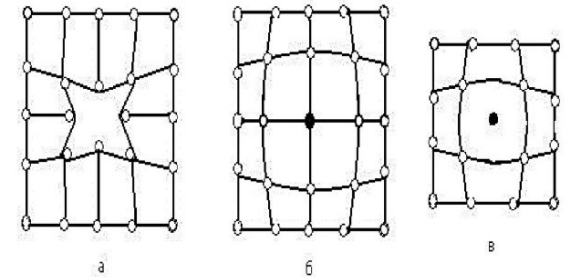
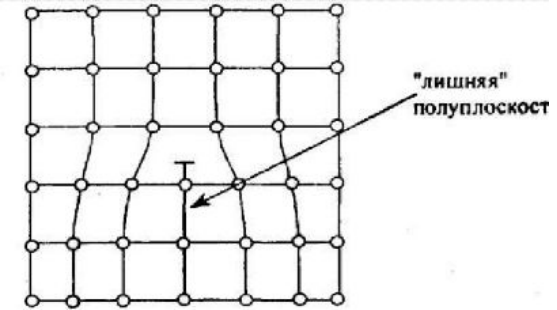
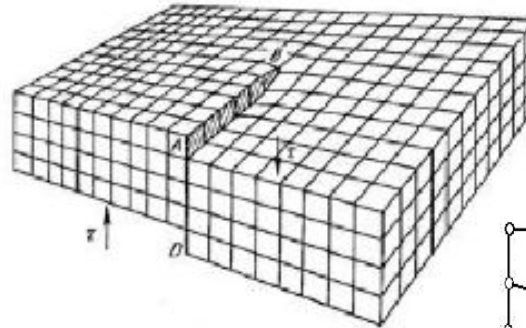
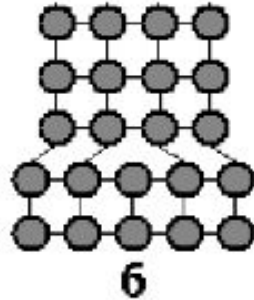
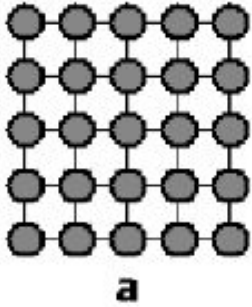
а – первоначальный кристалл;
б – упругая деформация

Схемы пластической деформации металла под действием напряжения сдвига τ



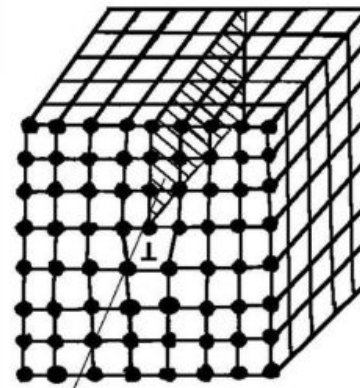
Дефекты кристаллического строения

идеальный кристалл краевая дислокация винтовая дислокация

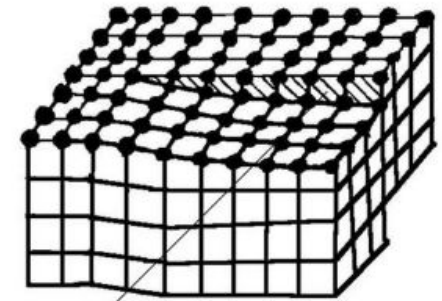


Строение малоугловых границ.

a – расстояние между соседними атомами;
 d – расстояние между дислокациями;
 α – угол разориентирования соседних блоков

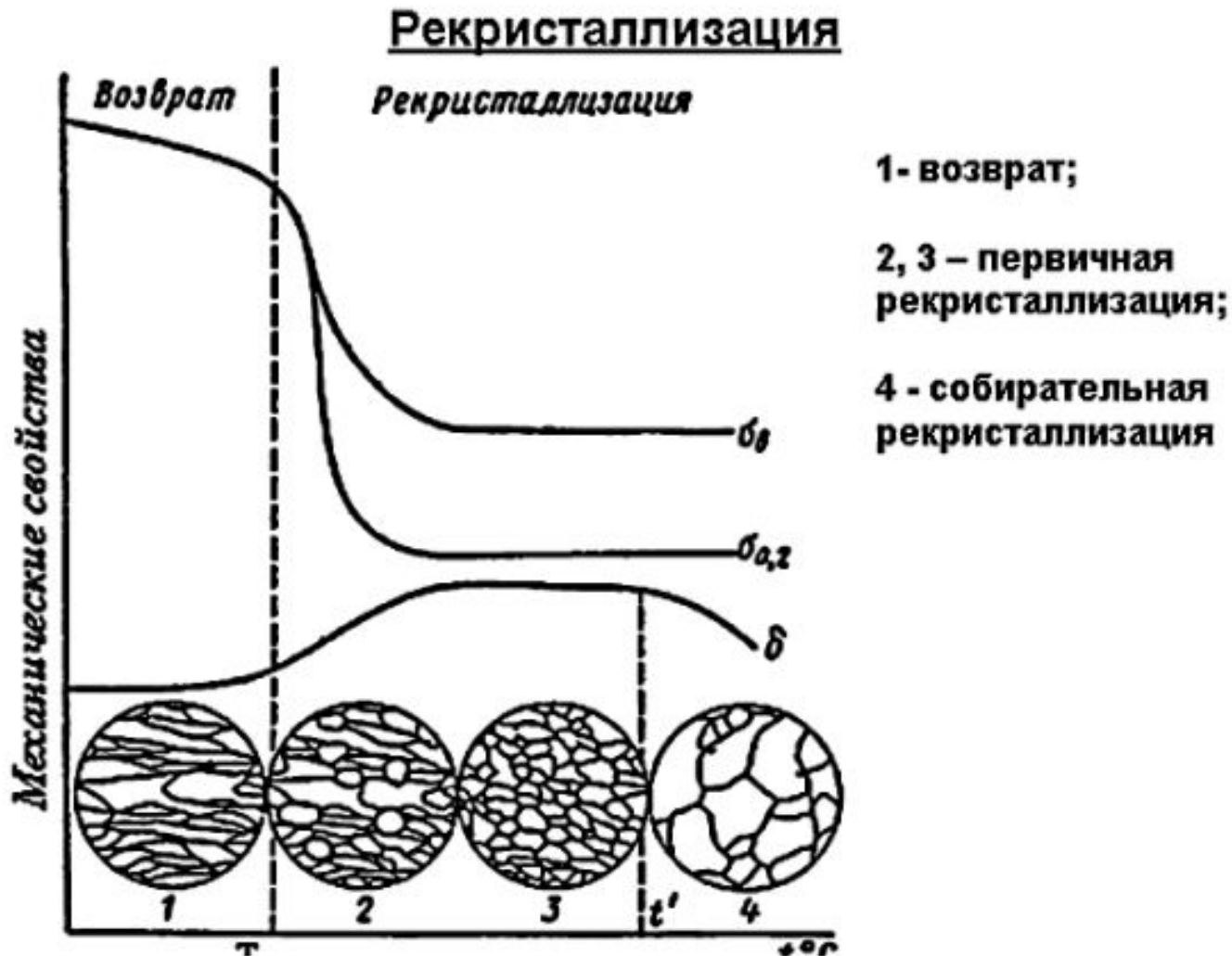


Экстраплоскость



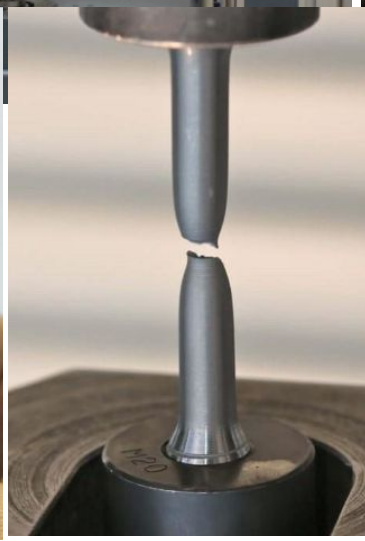
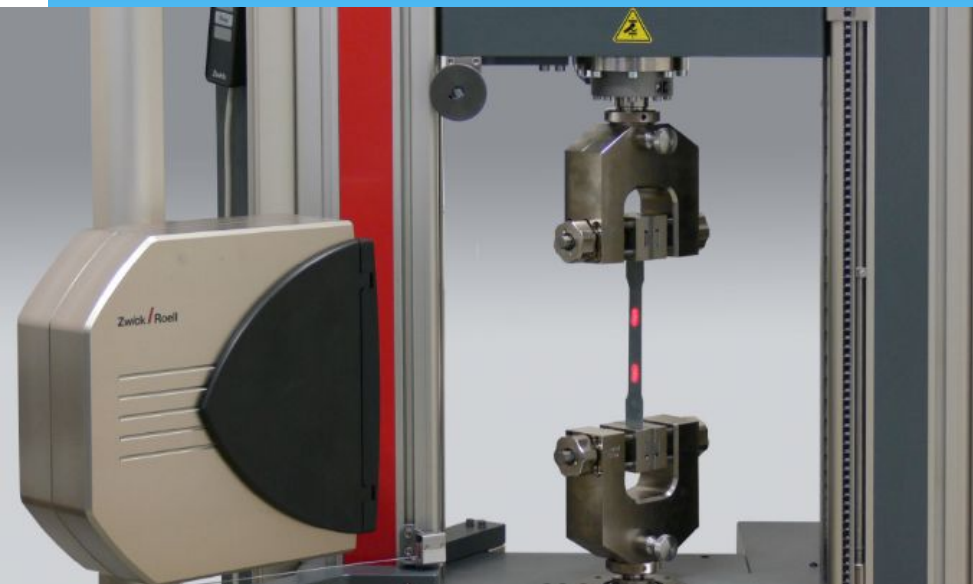
Плоскость сдвига

Наклеп и рекристаллизация



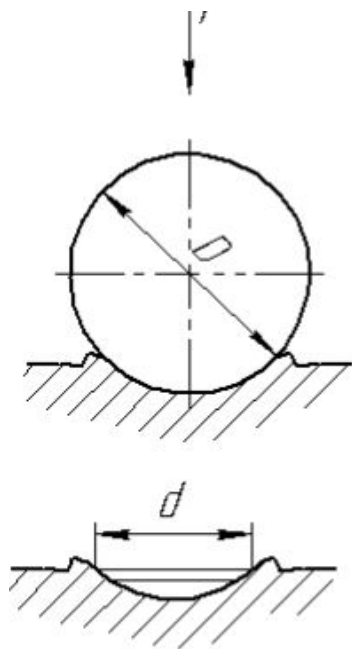
Влияние нагрева на механические свойства и структуру наклепанного металла

Статические и динамические ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ

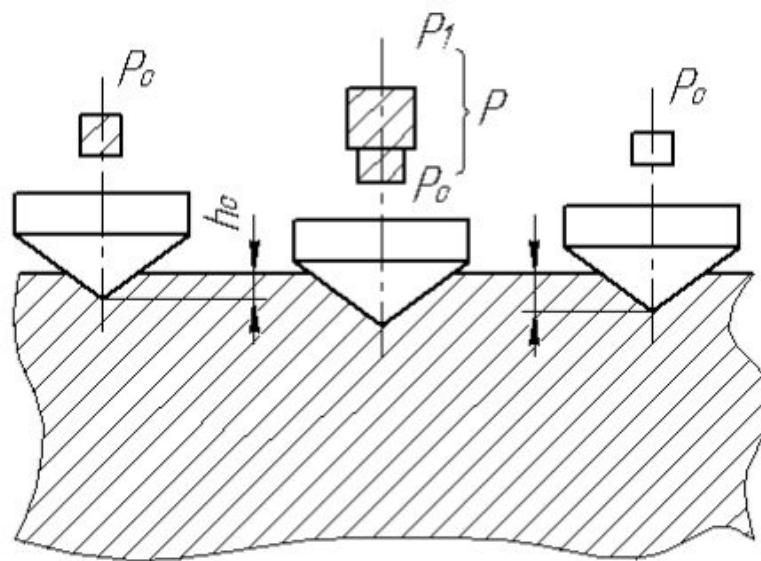


Методы определения твердости

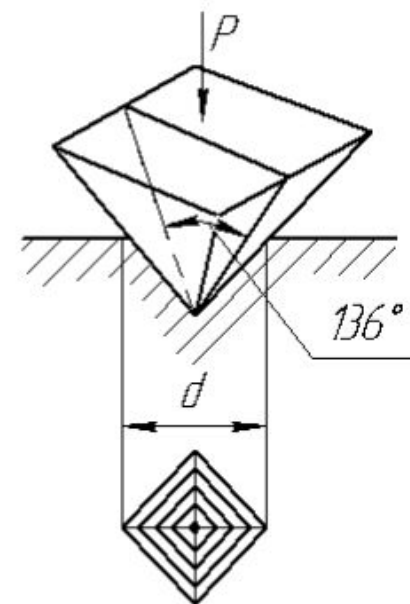
- * Метод Бринелля (а)
- * Метод Роквелла (б)
- * Метод Виккерса (в)



а



б



в

Влияние разных температур на металлы и сплавы



При высоких температурах в металлах проявляется свойство ползучести – это явление увеличивает деформации материала с течением времени при постоянной нагрузке.

Об изменении свойств металлов при понижении температуры обычно судят, ориентируясь на их свойства при комнатных температурах (18... 20°C).

Испытания на ползучесть

