

# **Гл. 3 Основы теории сплавов**

## 3.1 Металлические сплавы

**Сплавы** – сложные вещества, получаемые сплавлением или спеканием двух или нескольких простых веществ, называемых компонентами.

**Сплавление** - компоненты доводят до плавления

**Спекание** - порошки компонентов смешивают и подвергают давлению при высокой температуре.

Сплав является металлом, если его основу (>50%) составляют металлические компоненты.

## Основные определения

Фазой называют совокупность однородных частей сплава (системы), одинаковых по химическому составу, атомному строению и отделенных от других частей системы поверхностью раздела.

Совокупность взаимодействующих фаз, образующих сплав, называется системой.

Компонентами сплава (системы) называются химические элементы и соединения, из которых может быть образована любая фаза сплава.

В сплавах в зависимости от физико-химического взаимодействия компонентов могут образовываться следующие фазы:

- жидкие растворы;
- твердые растворы;
- химические соединения

# Виды двойных сплавов

При взаимодействии компоненты сплавов создают различные структуры в зависимости от особенностей строения компонентов:

- смеси своих зерен с пренебрежимо ничтожной взаимной растворимостью
- неограниченно или частично растворяются друг в друге
- образуют химические соединения

# Металлические сплавы делятся на 4 вида (рода):

- смесь зерен компонентов
- неограниченные твердые растворы
- с ограниченной растворимостью  
компонентов
- с устойчивым химическим соединением

## Химические соединения

Химические соединения имеют следующие особенности:

– состав, который может быть выражен простой формулой  $A_n B_m$ , где  $A$  и  $B$  – соответствующие элементы, а  $n$  и  $m$  – целые числа

– кристаллическую решетку, отличную от кристаллических решеток элементов, образующих соединение;

– свойства, резко отличающиеся от свойств образующих соединение элементов

– постоянную температуру кристаллизации, как и у чистых металлов;

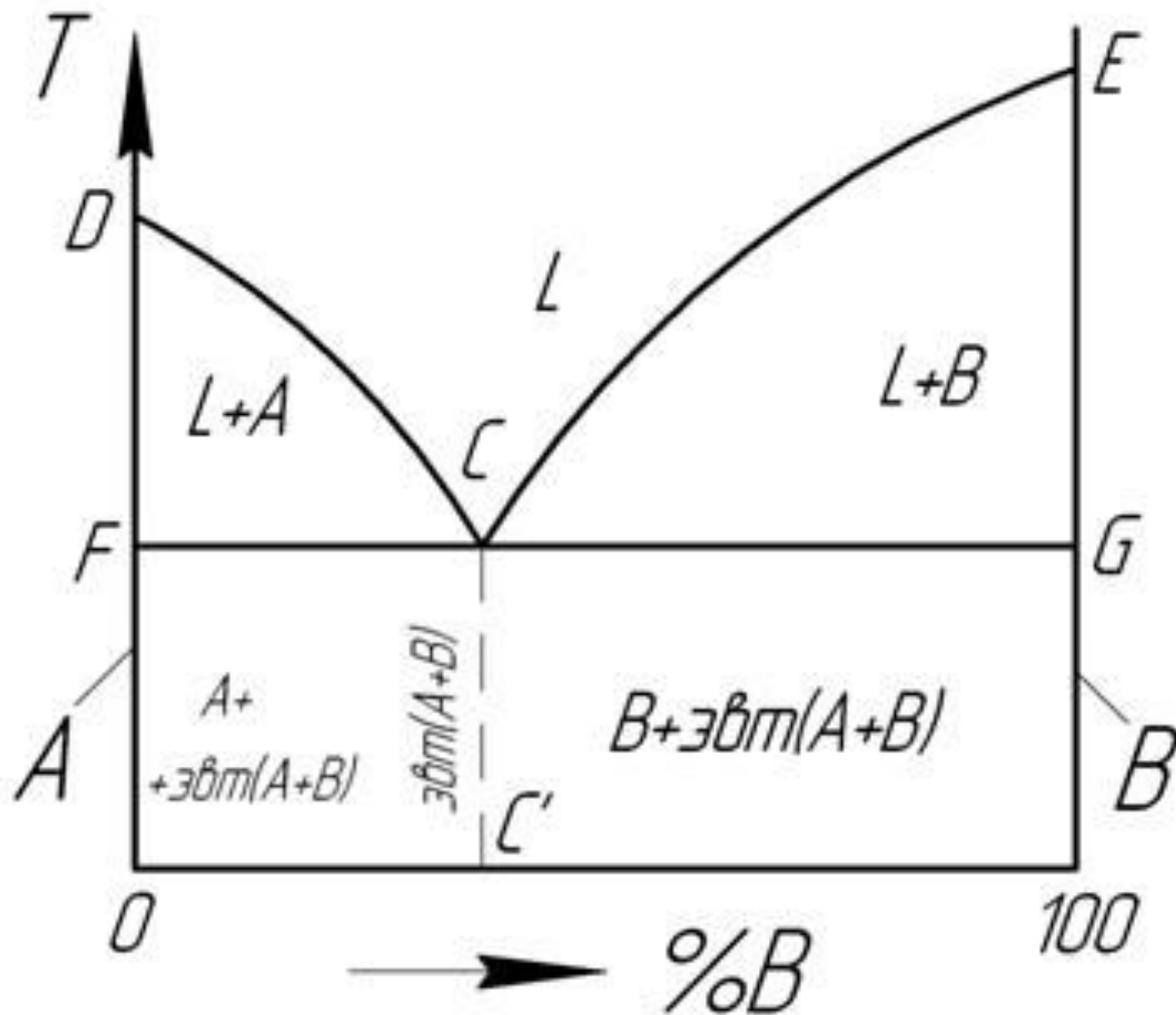
Соединения одних металлов с другими носят общее название интерметаллидов или интерметаллических соединений:  $FeCr$ ,  $Ni_3Nb$ ,  $Fe_2W$

# Диаграмма состояния двойных сплавов и характер ее

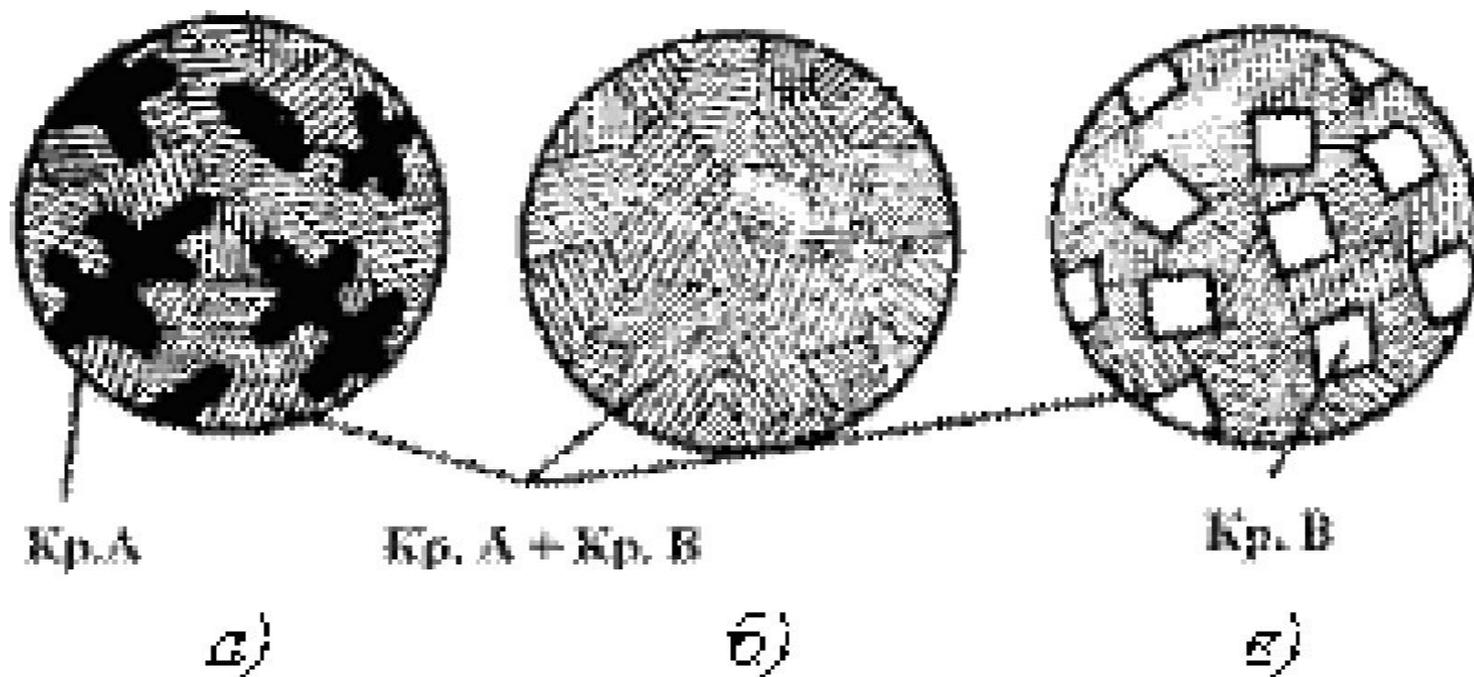
## ИЗМЕНЕНИЯ

- **Диаграмма состояния** – график, на котором показаны продукты взаимодействия компонентов сплава друг с другом в условиях термодинамического равновесия при различных температурах.
- **Фаза** – определенная часть системы, образованная компонентами сплава, имеющая во всех точках одинаковый состав, строение и свойства.
- **Фаза** – продукт взаимодействия, который имеет зависимость от температуры определенного агрегатного состояния, специфического характера строения и определенных свойств.
- **Жидкая фаза** - раствор расплавленных компонентов.
- **Твердые фазы** - зерна определенной формы свойств. Их можно наблюдать в микроскоп.

# Диаграмма состояния первого рода (механическая смесь)



# Схема микроструктур сплавов:

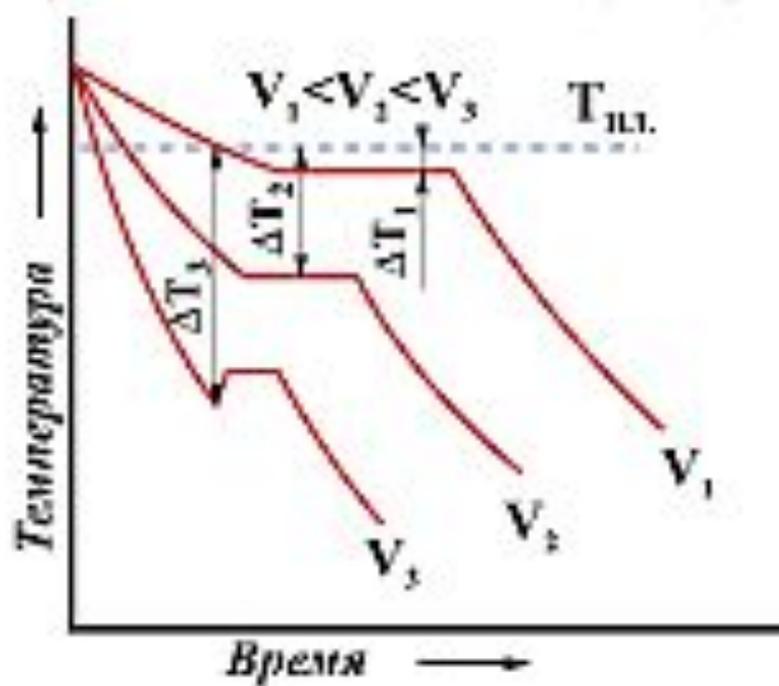


а – доэвтектического, б –  
эвтектического, в –  
заэвтектического

# Основные точки диаграммы

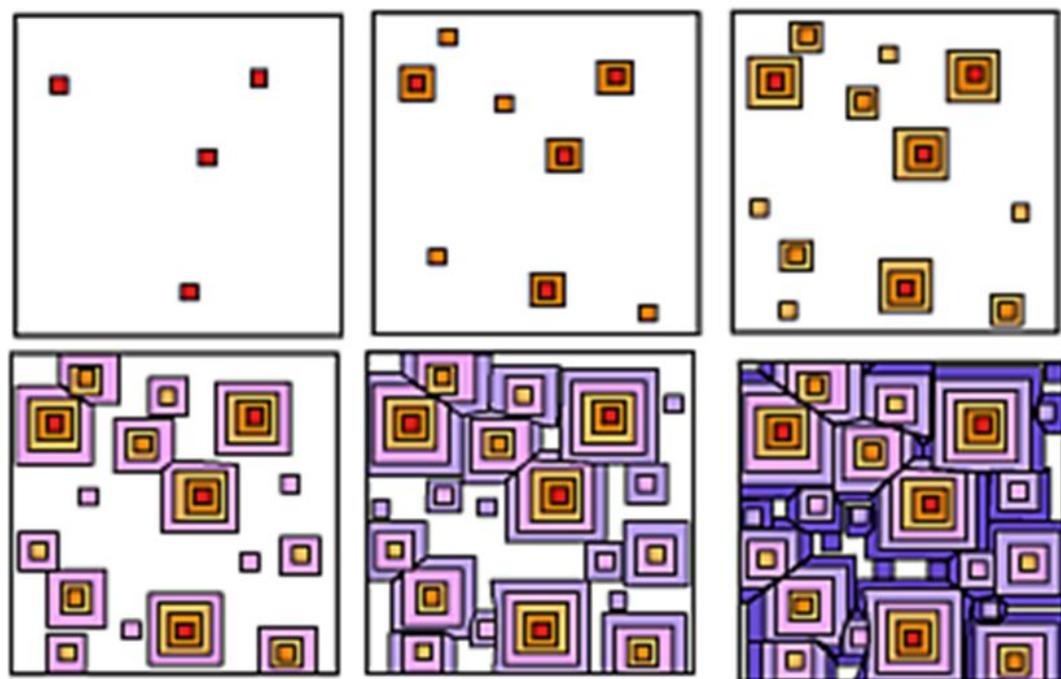
- Точке **C** соответствует минимальная температура перехода в жидкое состояние для определенного состава.
- Линия **C-C'** позволяет определить состав эвтектического сплава (т.е. состав сплава, при котором температура плавления минимальна).
- **tэ**- температура плавления эвтектического сплава, при которой одновременно плавятся или кристаллизуются оба компонента.
- **ДСЕ**– линия **ликвидуса** (“жидкий” лат.) – выше линии сплав находится в жидком состоянии
- **FCG**– линия **солидуса** (“твердый”) – ниже линии сплав находится в твердом состоянии
- Переход из жидкого в твердое состояние происходит в промежутке между **FCG** и **ДСЕ**
- Переход сначала осуществляется тем компонентом, чей состав превышает эвтектическую концентрацию.

# Кривые охлаждения при кристаллизации



$\Delta T$  – степень  
переохлаждения

## Схема процесса кристаллизации



# Диаграмма состояния первого рода (механическая смесь)

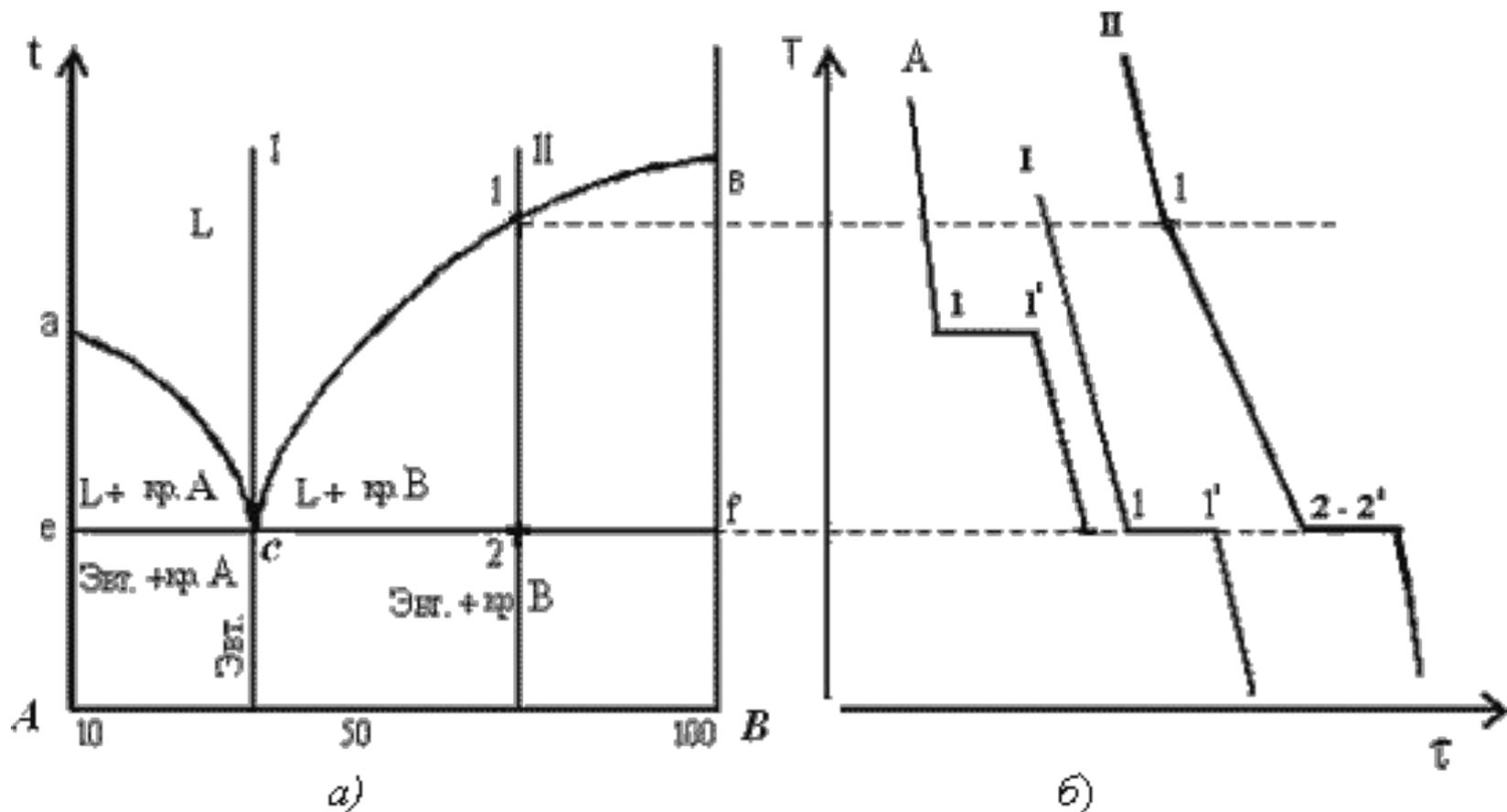
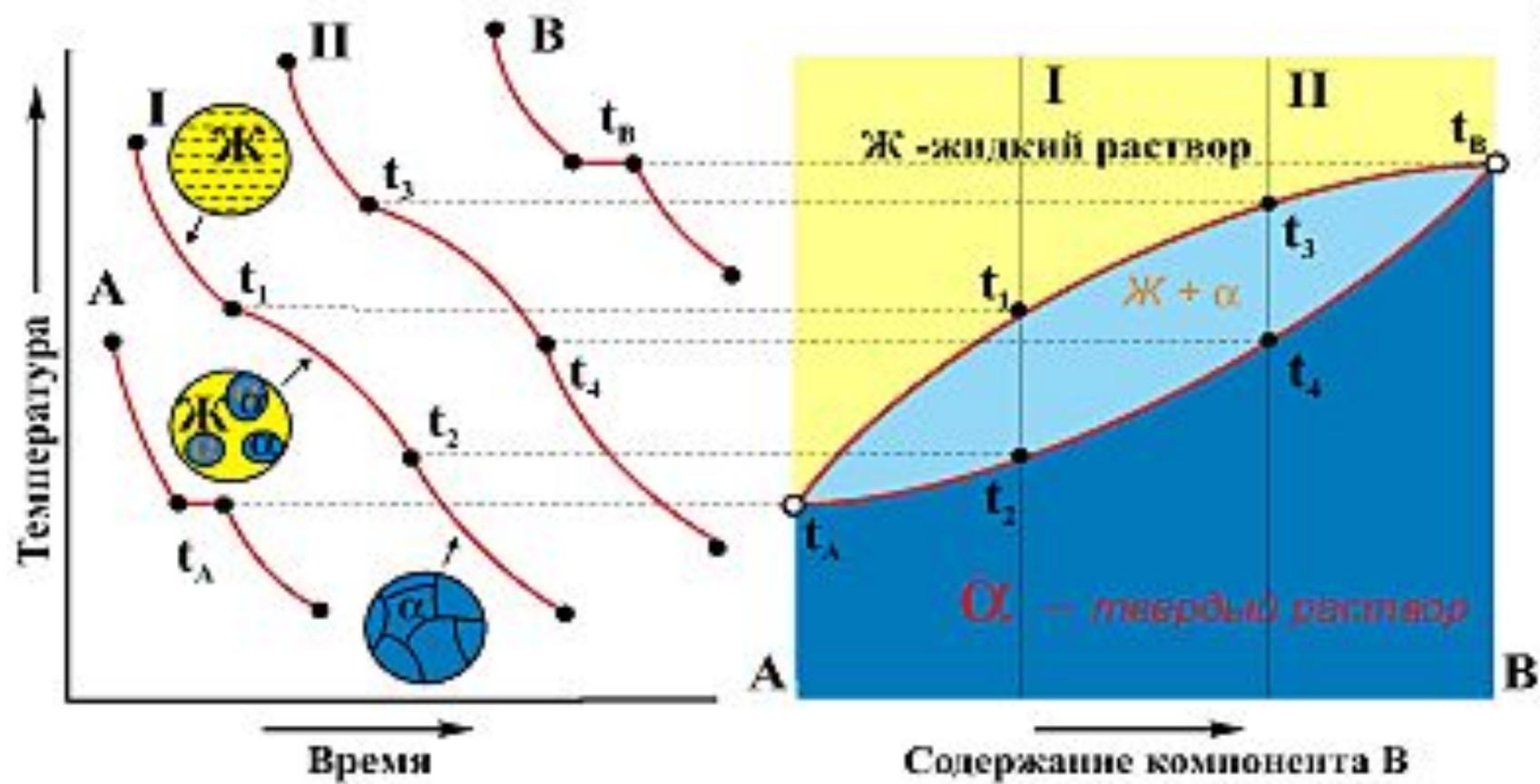


Диаграмма состояний сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии



# Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии

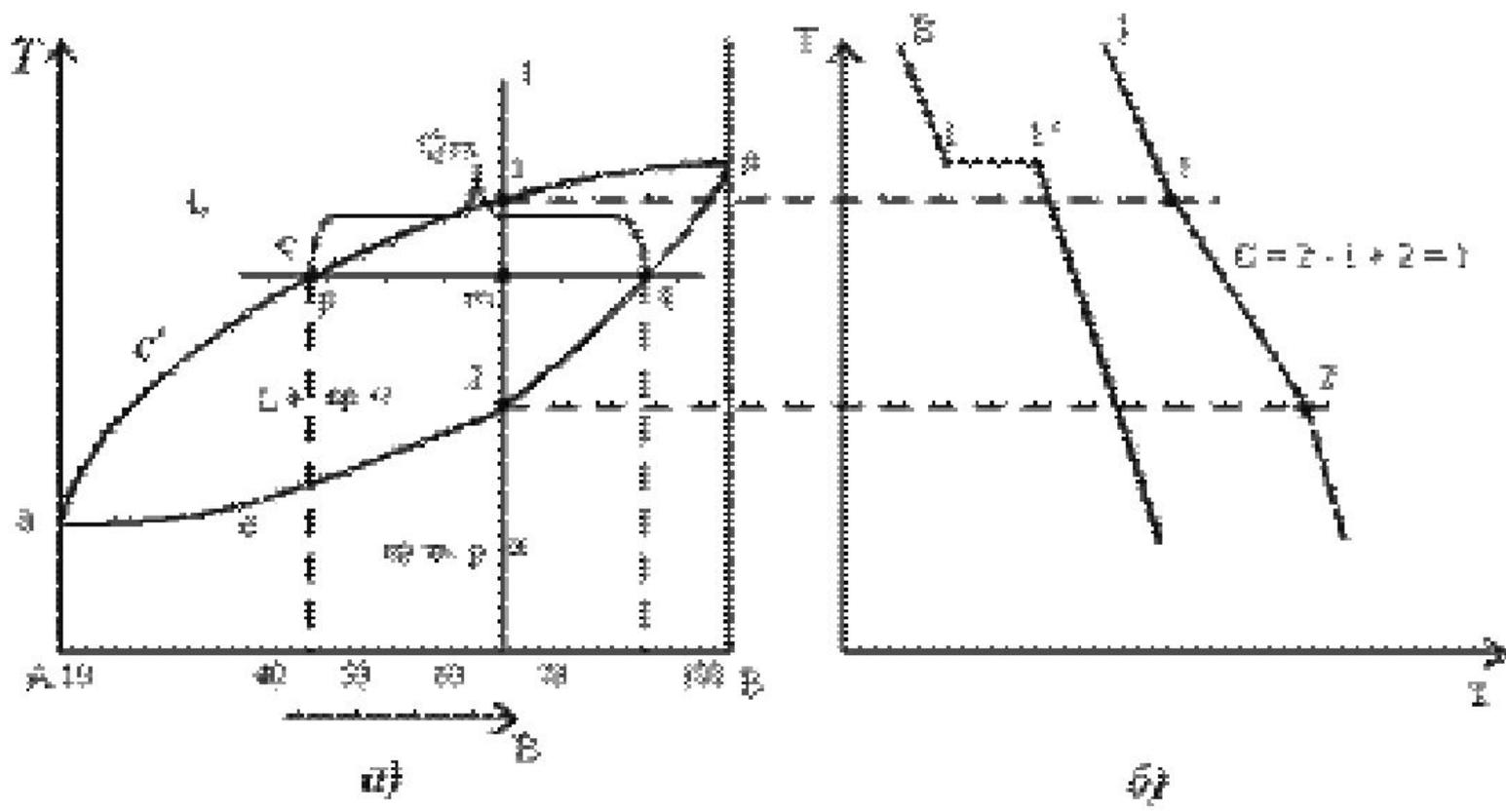
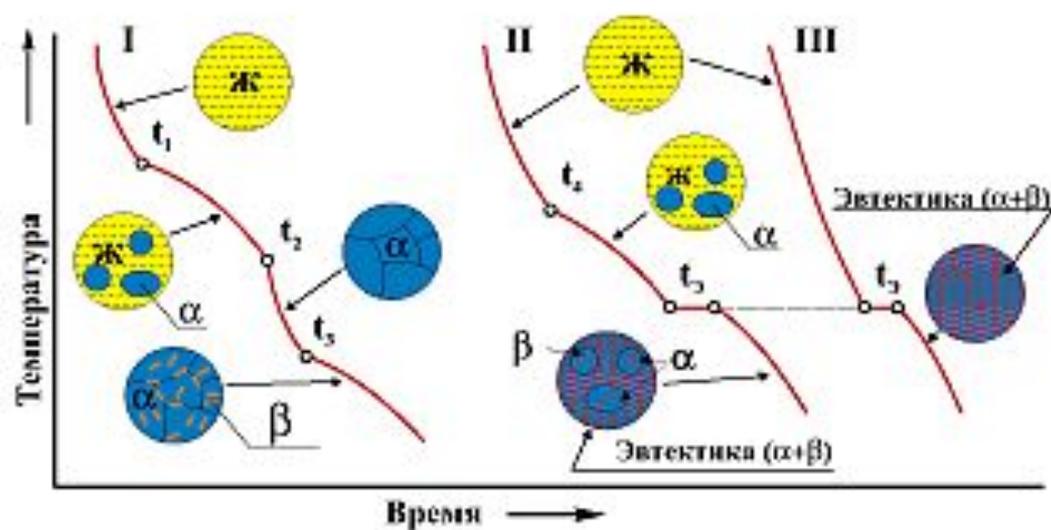
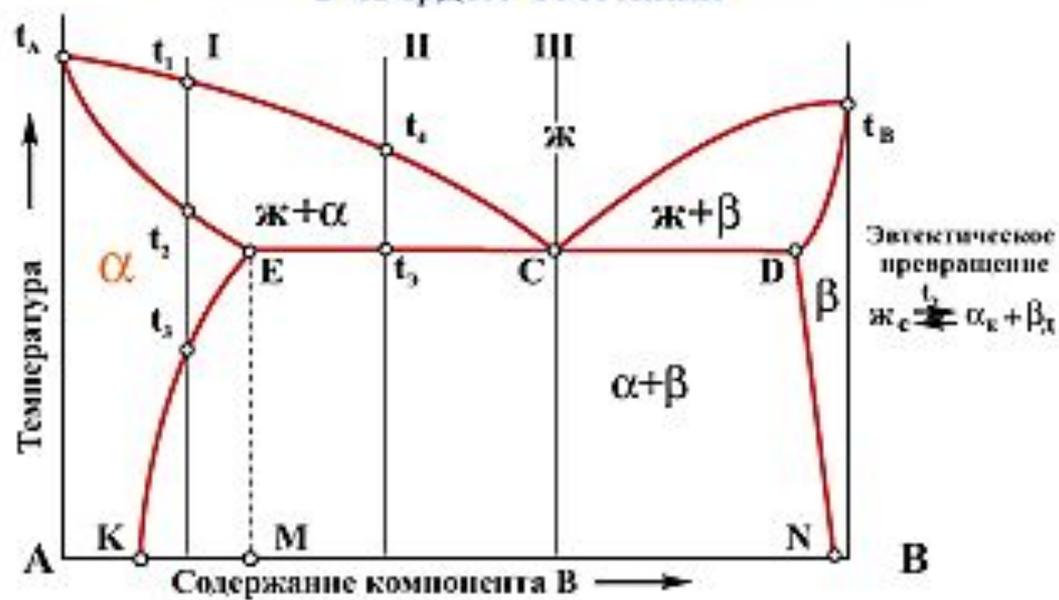
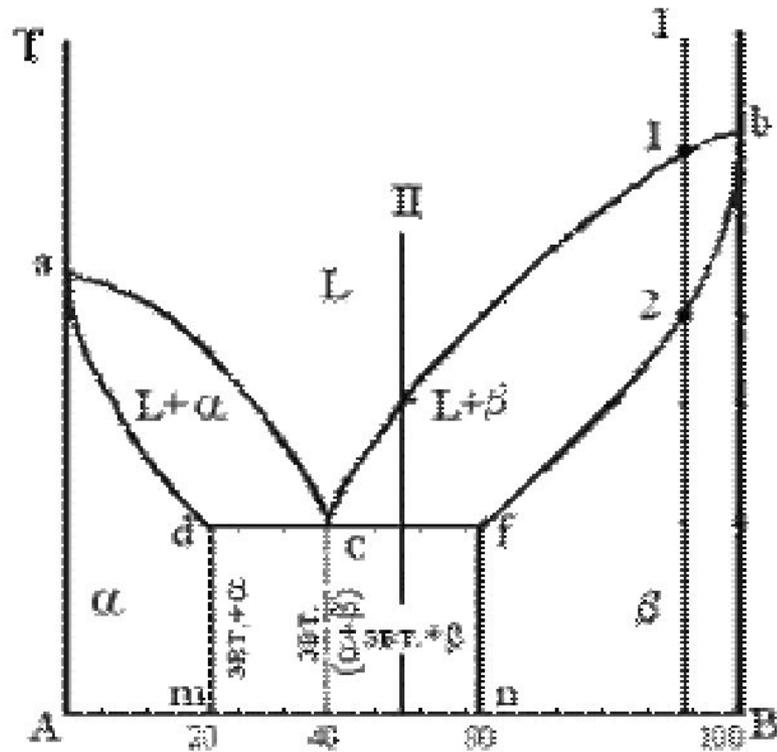


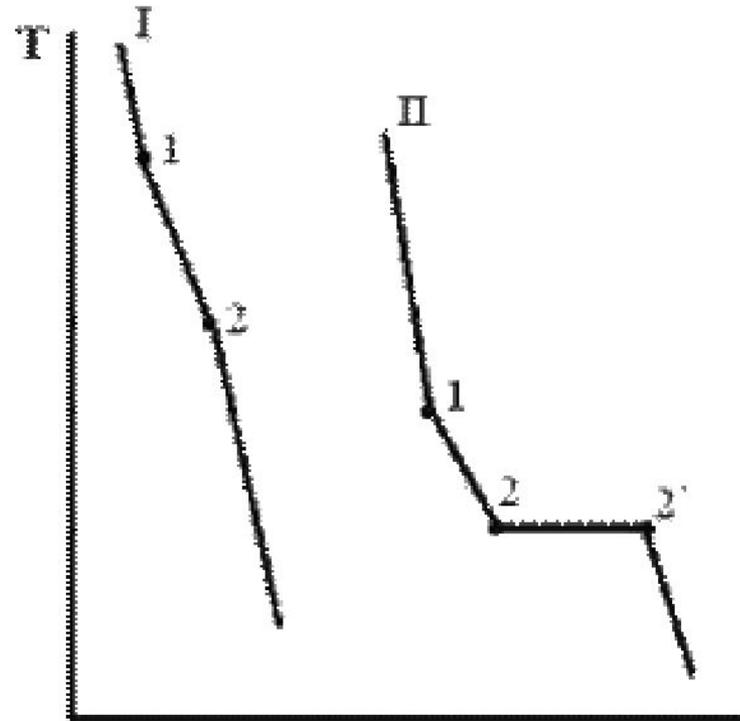
Диаграмма состояний сплавов с ограниченной  
переменной растворимостью компонентов  
в твердом состоянии



# Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии

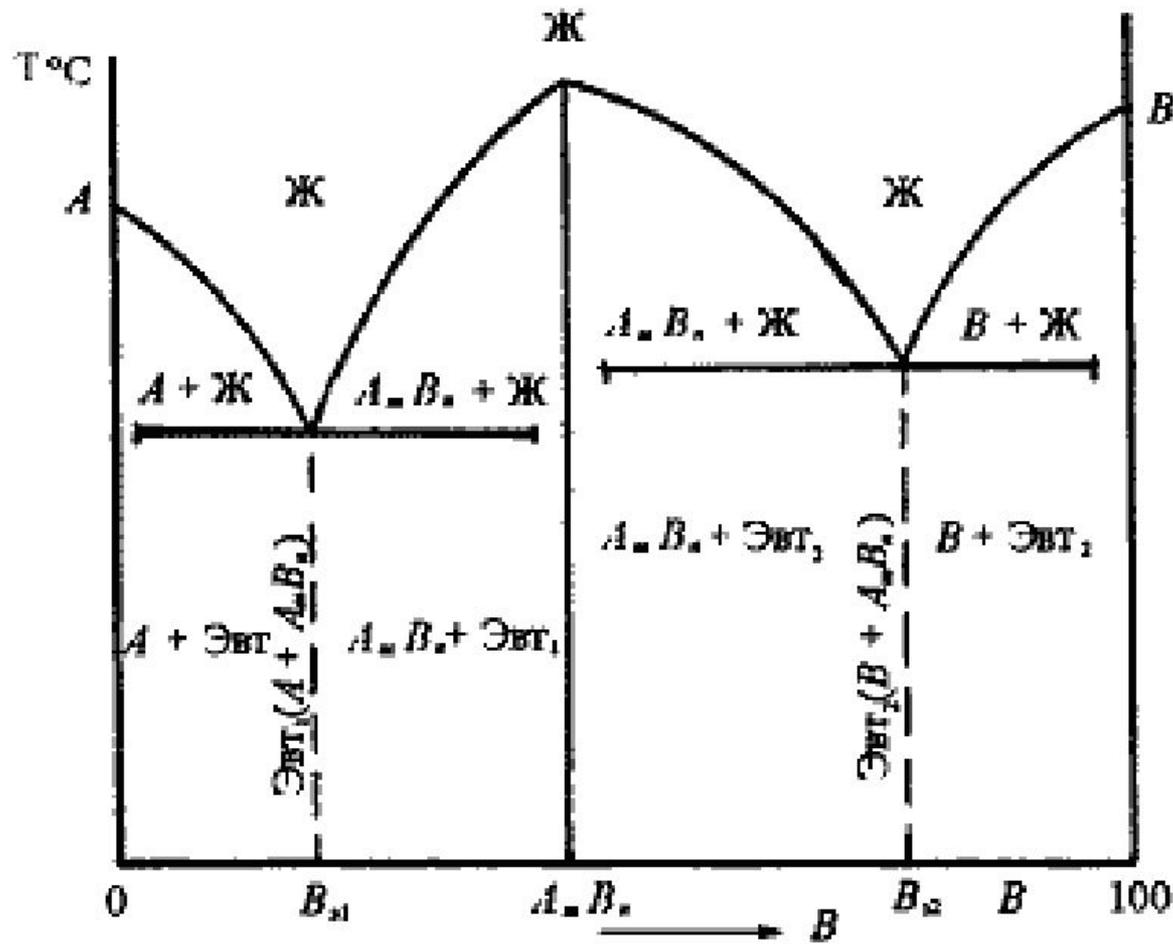


а)

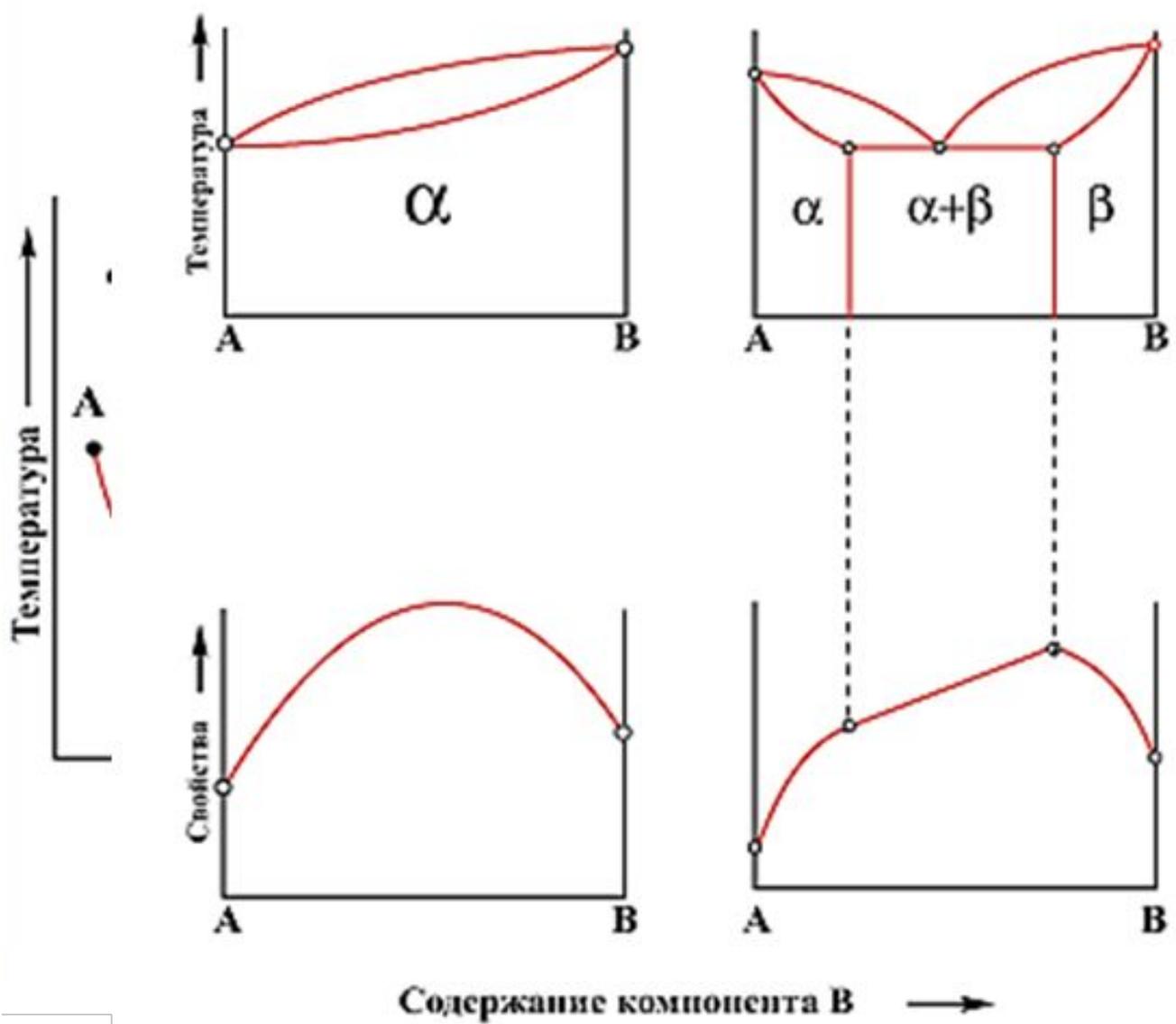


б)

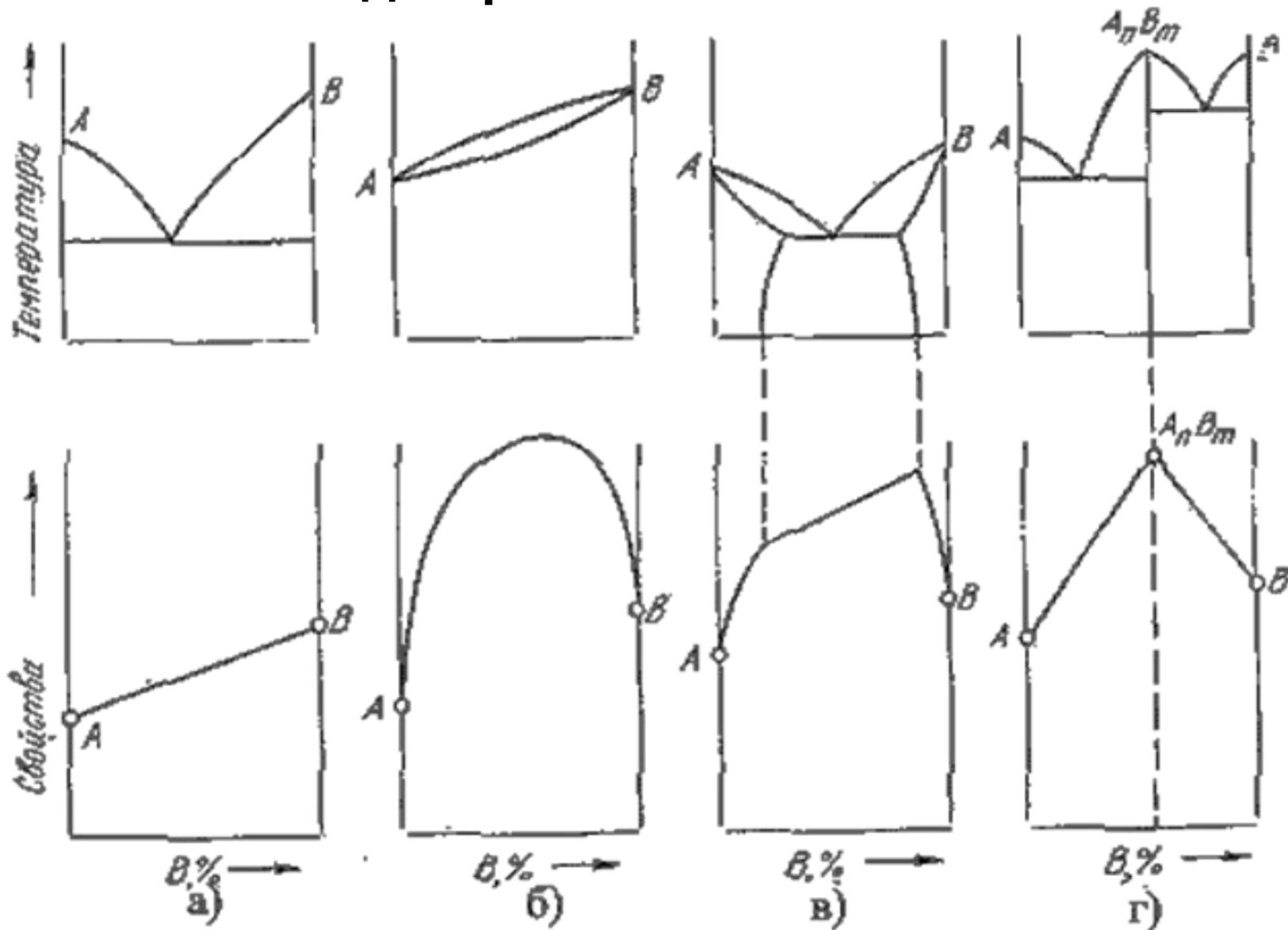
Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых образуют химические соединения



# Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояний

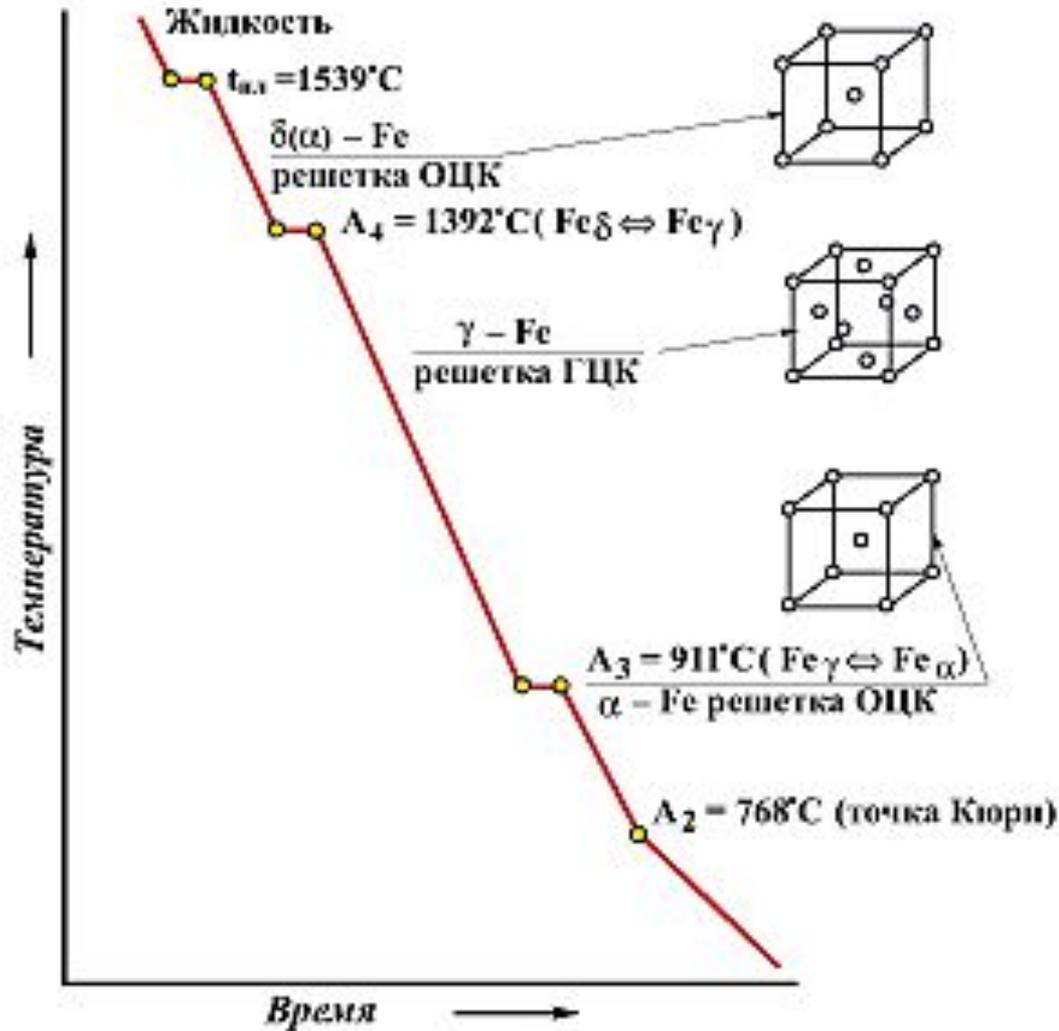


# Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния



# Полиморфное превращение металла

Железо имеет две полиморфные модификации с решетками ОЦК ( $\alpha$ -Fe) и ГЦК ( $\gamma$ -Fe)



- **Эвтектическое** превращение – превращение двух или более твердых фаз из жидкой (начинается ниже линии ликвидуса)
- **Эвтектоидное** превращение – распад при охлаждении равновесного твердого раствора на две стабильные фазы.  
(наблюдается в сплавах с аллотропными формами компонентов)

