

Лекция 2

Понятие о сплавах и методах их получения

- Под **сплавом** понимают вещество, полученное сплавлением двух или более элементов
- **Кристаллизация сплавов** подчиняется тем же закономерностям, что и кристаллизация чистых металлов. Необходимым условием является *стремление системы в состояние с минимумом свободной энергии.*
- Процессы кристаллизации сплавов **изучаются по диаграммам состояния.**

- **Система** – группа тел, выделяемых для наблюдения и изучения.
- В металловедении системами являются металлы и металлические сплавы. *Чистый металл* является простой однокомпонентной системой, *сплав* – сложной системой, состоящей из двух и более компонентов.
- **Компоненты** – вещества, образующие систему. В качестве компонентов выступают чистые вещества и химические соединения, если они не диссоциируют на составные части в исследуемом интервале температур.
- **Фаза** – однородная часть системы, отделенная от других частей системы поверхностного раздела, при переходе через которую структура и свойства резко меняются.
- **Вариантность (C)** (число степеней свободы) – это число внутренних и внешних факторов (температура, давление, концентрация), которые

- Состояние системы определяется внешними (T, P) и внутренними (концентрация) факторами.
- Если вариантность $C = 2$ (**бивариантная система**), то возможно изменение двух факторов в некоторых пределах, не приводит к изменению числа фаз
- Если вариантность $C = 1$ (**моновариантная система**), то возможно изменение одного из факторов в некоторых пределах, без изменения числа фаз.
- Если вариантность $C = 0$ (**нонвариантная система**), то внешние факторы изменять нельзя без изменения числа фаз в системе.
- Существует математическая связь между числом компонентов (K), числом фаз (Φ) и вариантностью системы (C)

Правило фаз или закон Гиббса

$$C=K-\Phi+2$$

- Если *принять*, что все превращения происходят при постоянном давлении, то число переменных уменьшится

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

- где: **C** – число степеней свободы,
K – число компонентов,
Φ – число фаз,
1 – учитывает возможность изменения температуры.
- Переход из одного фазового состояния в другое – сопровождается изменением внутреннего строения и физических свойств системы.

- Закономерности изменения строения и свойств различных сплавов установлены исследованиями Н.С. Курнакова и А.А. Бочвара.
- ***Диаграмма состояния*** - графическое изображение, в котором отражено изменение фазового состава и структуры сплавов в зависимости от концентрации компонентов и температуры в условиях равновесия, (т.е. когда в сплавах все фазовые превращения полностью завершились).

В жидком состоянии компоненты сплава обычно полностью растворимы друг в друге, т.е. образуют **жидкий раствор**.

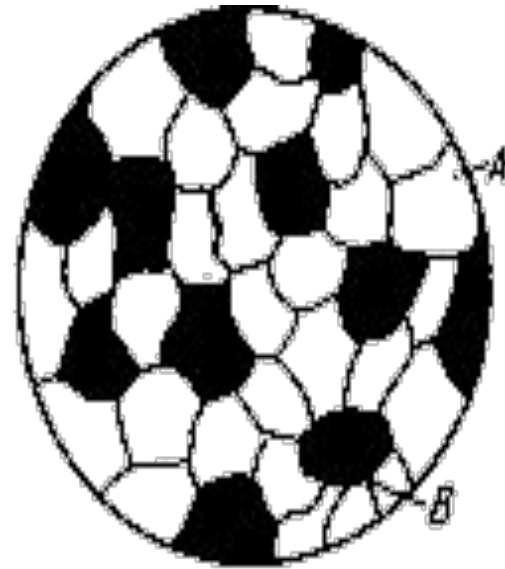
При кристаллизации в зависимости от характера взаимодействия компонентов различают следующие типы сплавов:

1. *гетерогенные структуры (механические смеси),*
2. *твердые растворы,*
3. *химические соединения.*

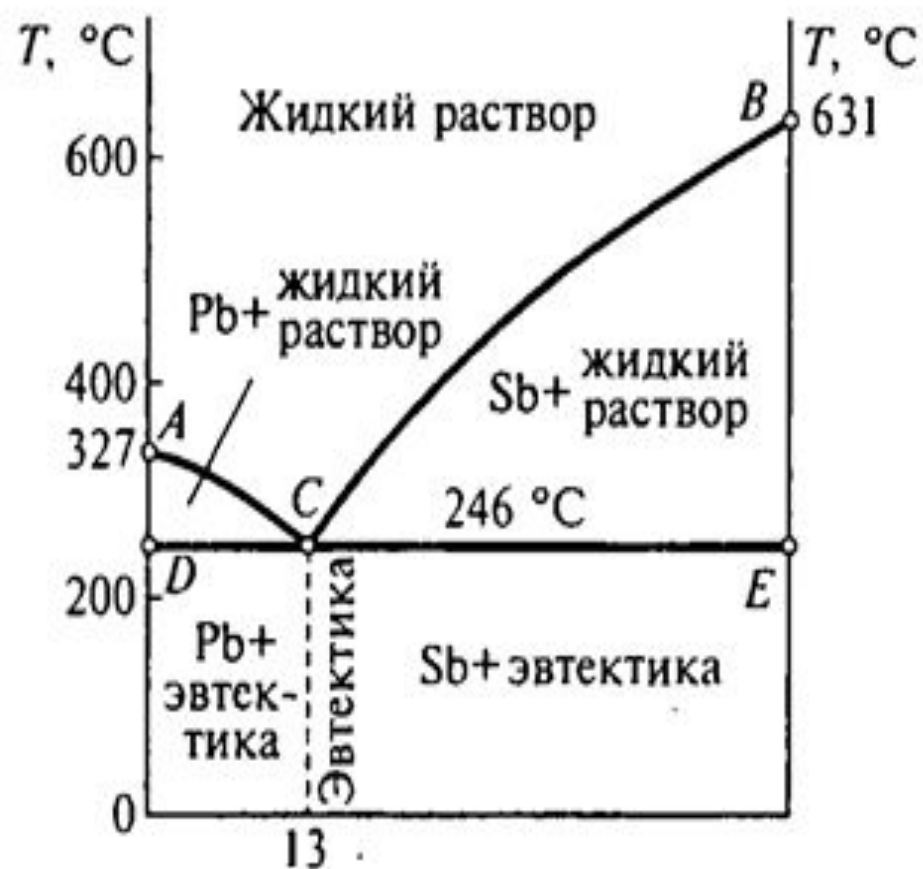
гетерогенные структуры
(механические смеси),

Схема микроструктуры механической смеси

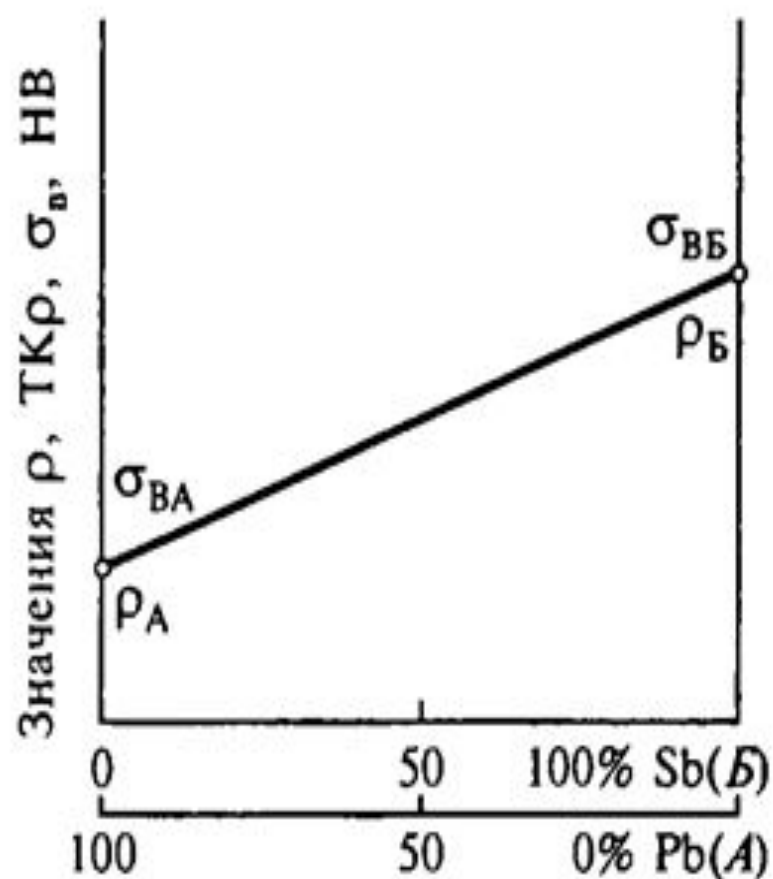
механические смеси образуются, когда компоненты не способны к взаимному растворению в твердом состоянии и не вступают в химическую реакцию с образованием соединения.







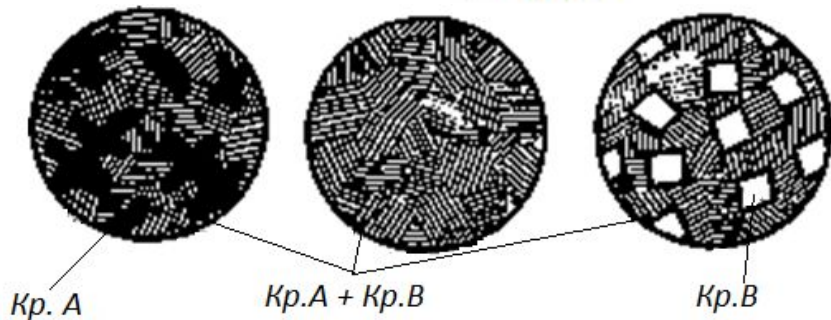
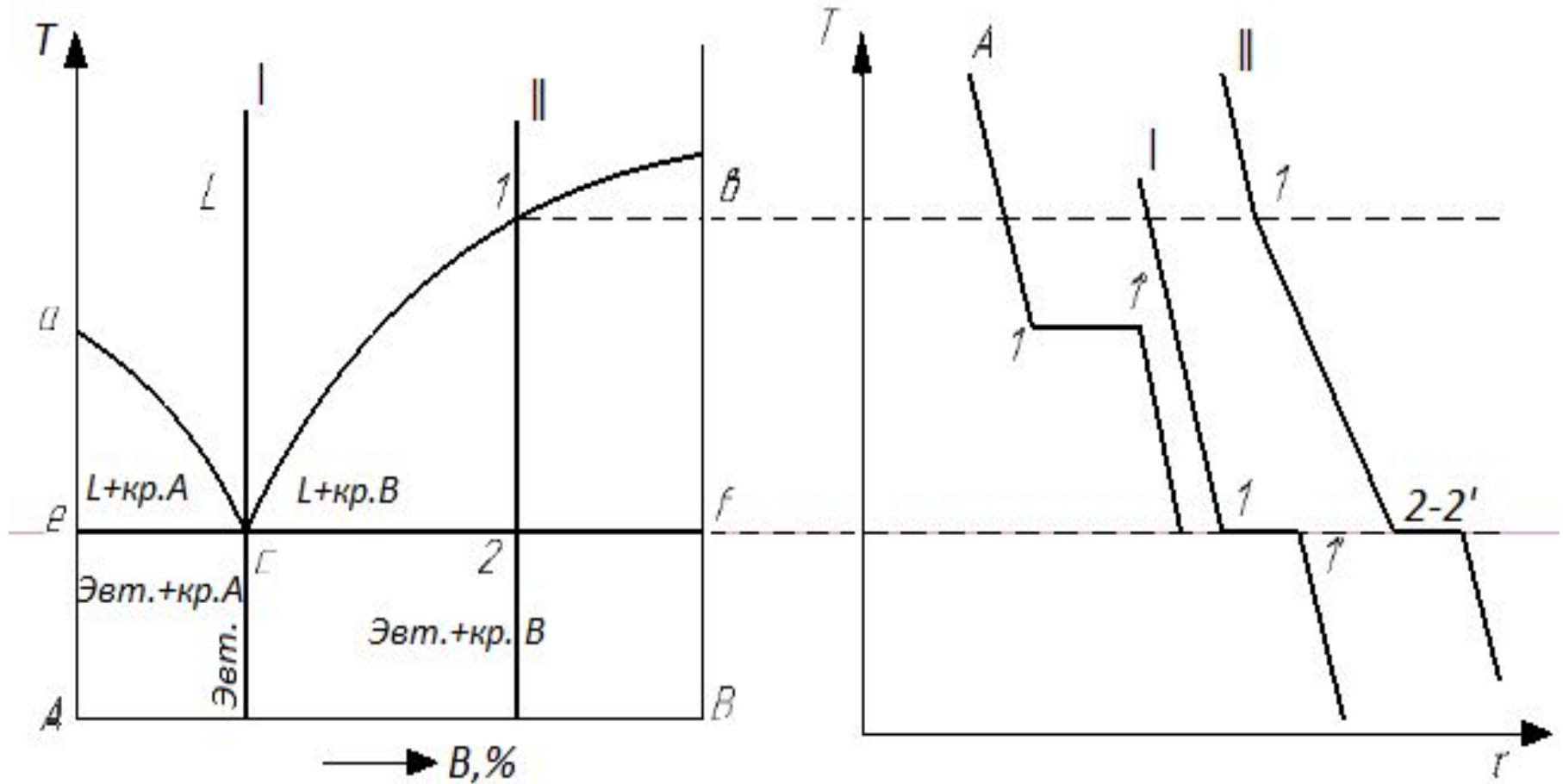
a

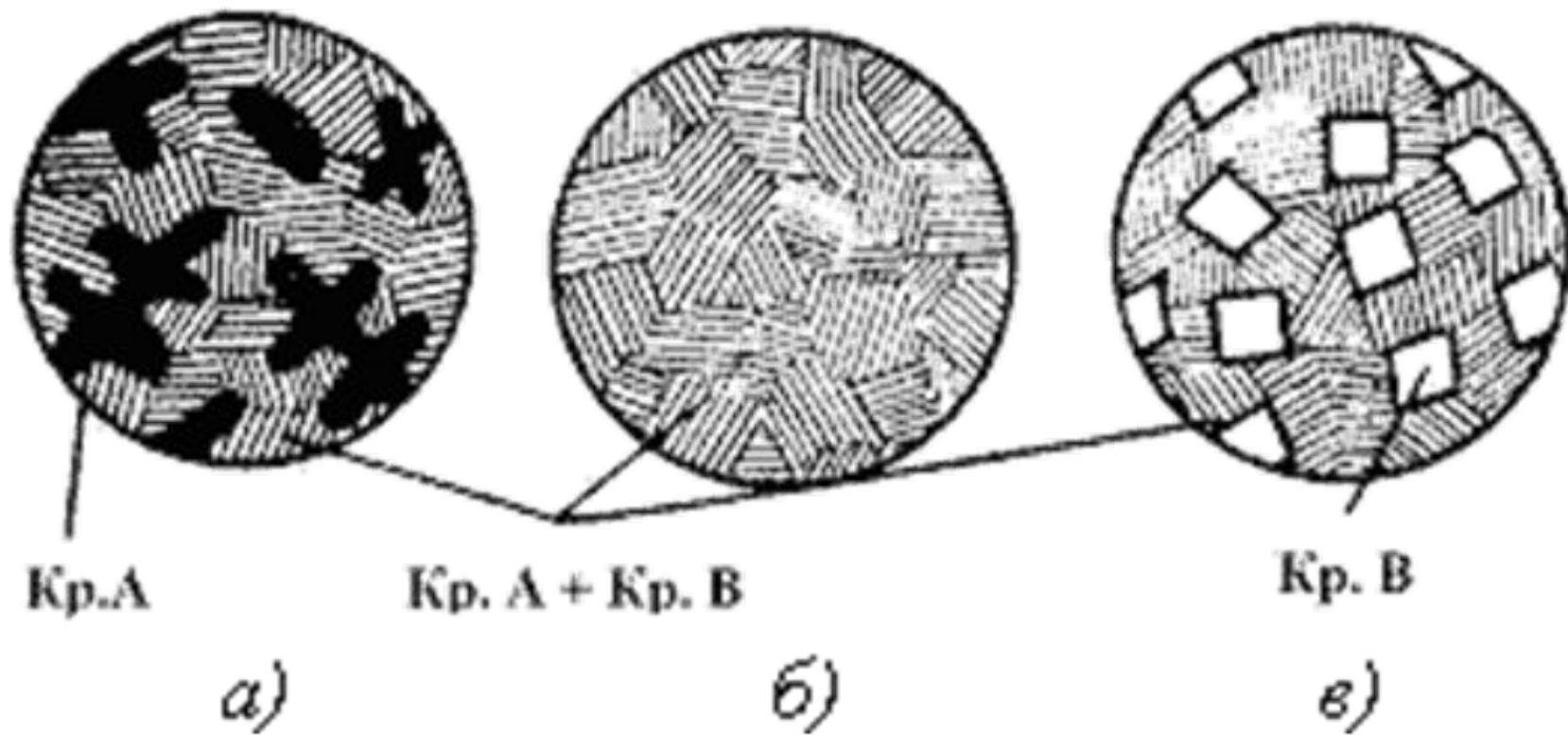


b

Диаграмма состояния сплавов, образующих гетерогенные структуры (*a*) и изменения физико-химических свойств в зависимости от состава (*b*)

ДС с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии (механические смеси)





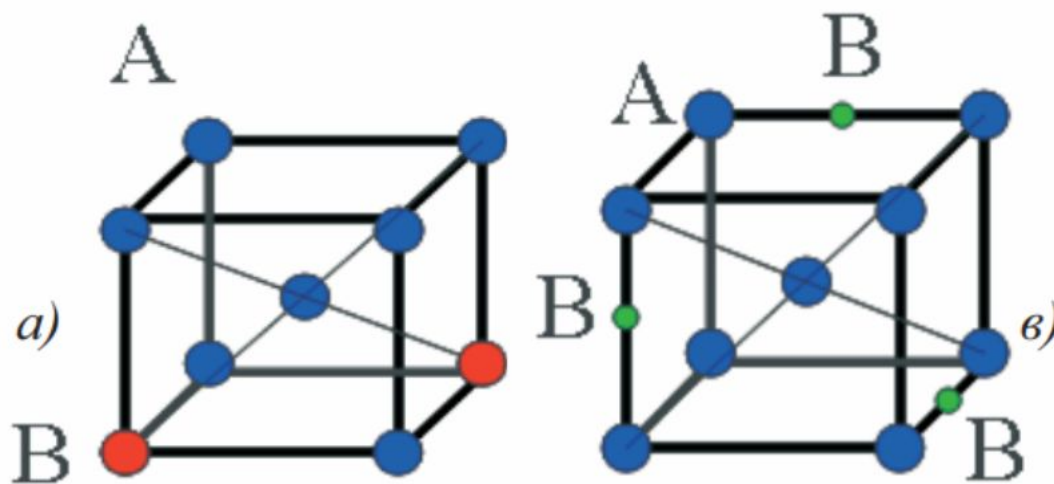
Структура доэвтектического (а),
эвтектического (б) и заэвтектического (в)
сплавов

Твердые растворы

- Характерной особенностью твердых растворов является наличие в их кристаллической решетке разнородных атомов, при сохранении типа решетки растворителя.

Различают:

- твердые растворы замещения,
- Твердые растворы внедрения



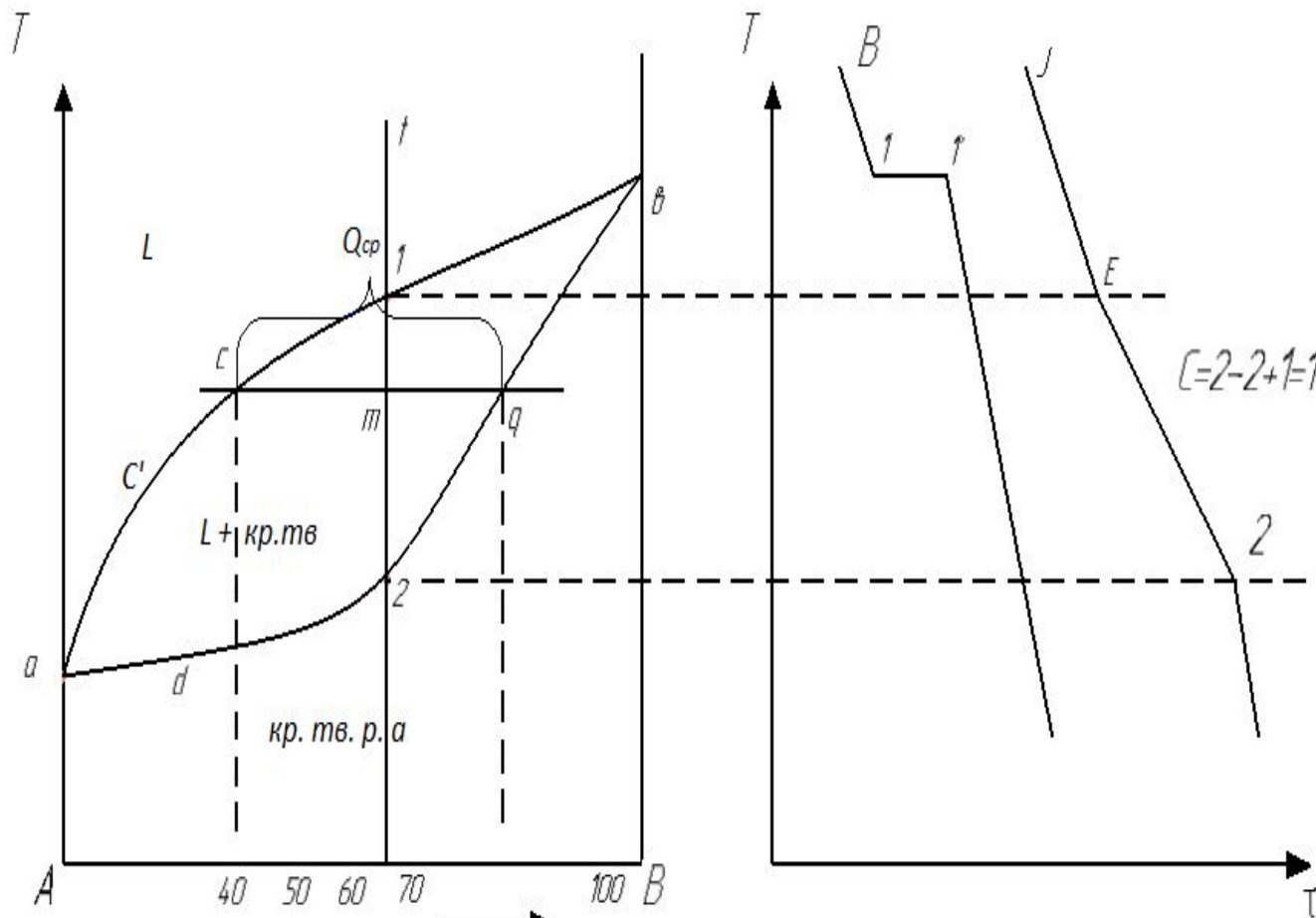
Твердые растворы замещения (а) и внедрения (в)

По степеням растворимости компонентов различают твердые растворы:

- с **неограниченной** растворимостью компонентов;
- с **ограниченной** растворимостью компонентов.

**Диаграмма состояния сплавов с
неограниченной растворимостью
компонентов
в твердом состоянии**



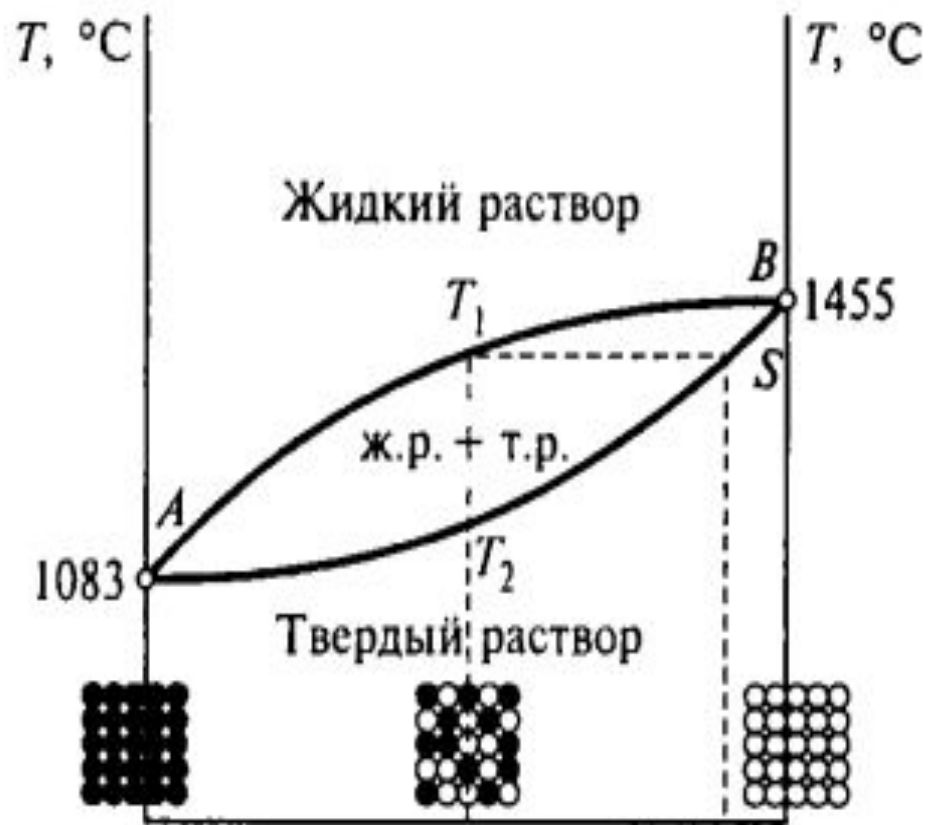


$$Q_{тв} = \frac{cm}{cq} \cdot 100\%$$

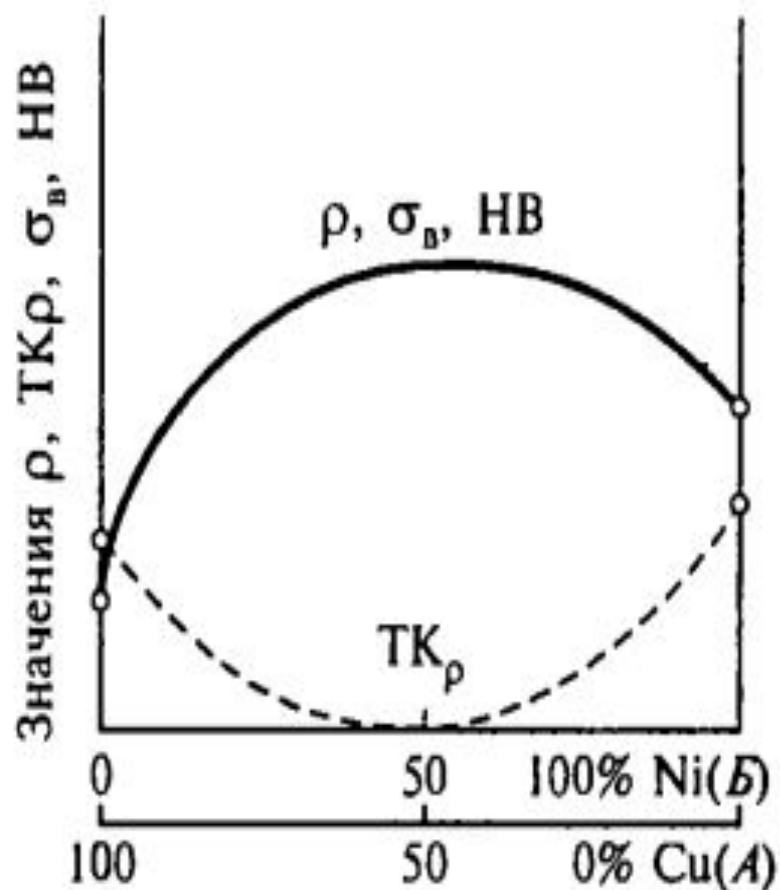
$$Q_{жс} = \frac{mq}{cq} \cdot 100\%$$

Основные линии диаграммы:

- **acb** – линия ликвидус, выше этой линии сплавы находятся в жидком состоянии;
- **adb** – линия солидус, ниже этой линии сплавы находятся в твердом состоянии.
- Определить процентное содержание компонентов в фазах можно по правилу отрезков
- Для этого **строят коноду** – горизонтальную линию C Q . Для определения процентного содержания жидкой и кристаллической фазы можно определить по формулам.



a

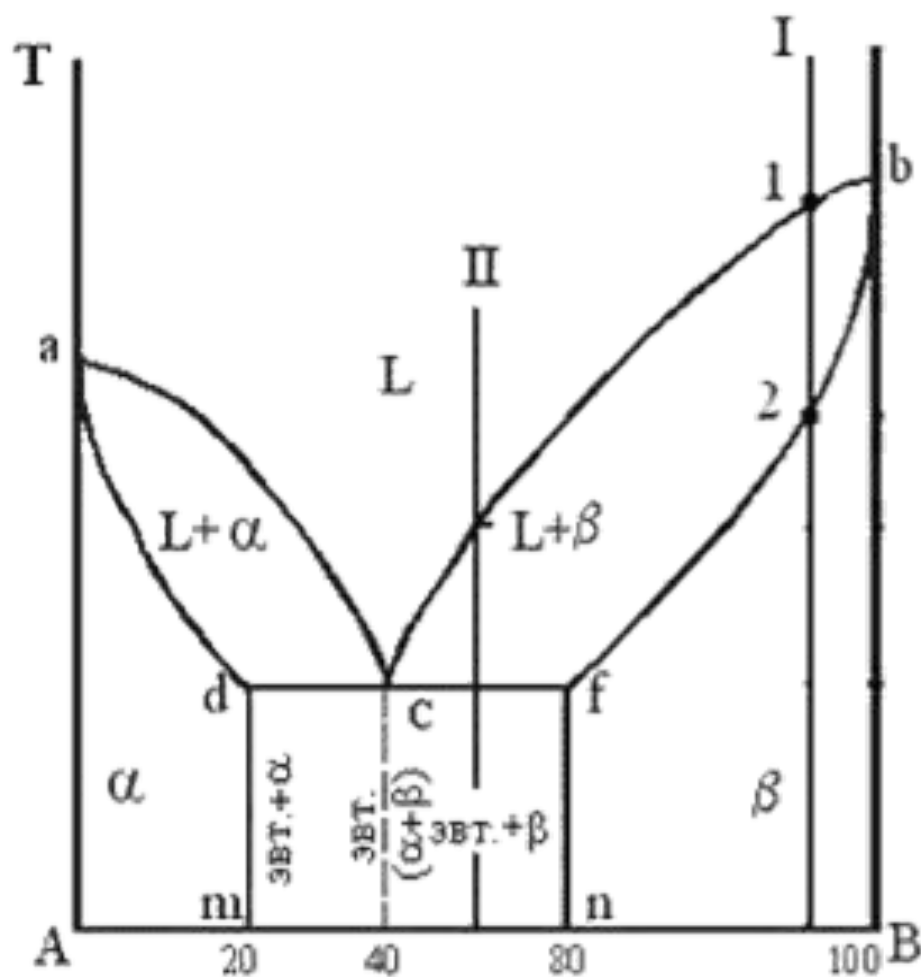


b

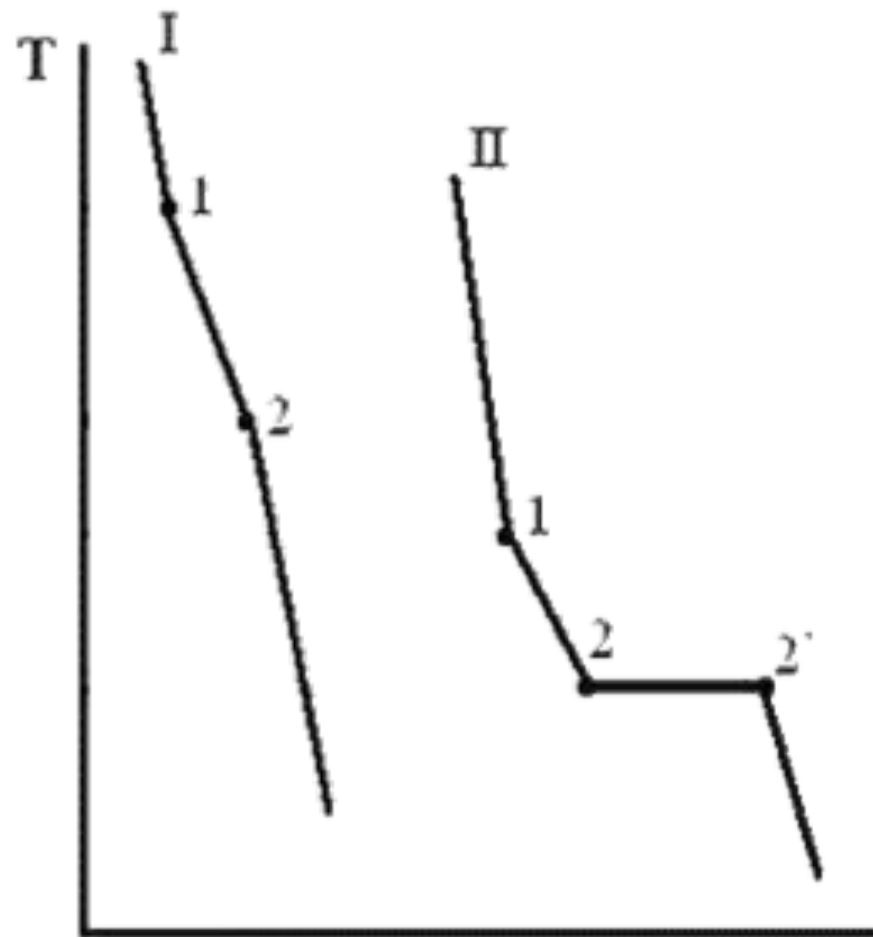
Рис. 10.9. Диаграмма состояния сплавов, образующих твердые растворы с неограниченной растворимостью компонентов, схема расположения атомов Cu (черные) и Ni (белые) в решетках сплавов (*a*) и изменение физико-химических свойств в зависимости от состава (*b*)

Диаграмма состояния сплавов
сограниченной растворимостью
компонентов
в твердом состоянии

Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии



а)



б)

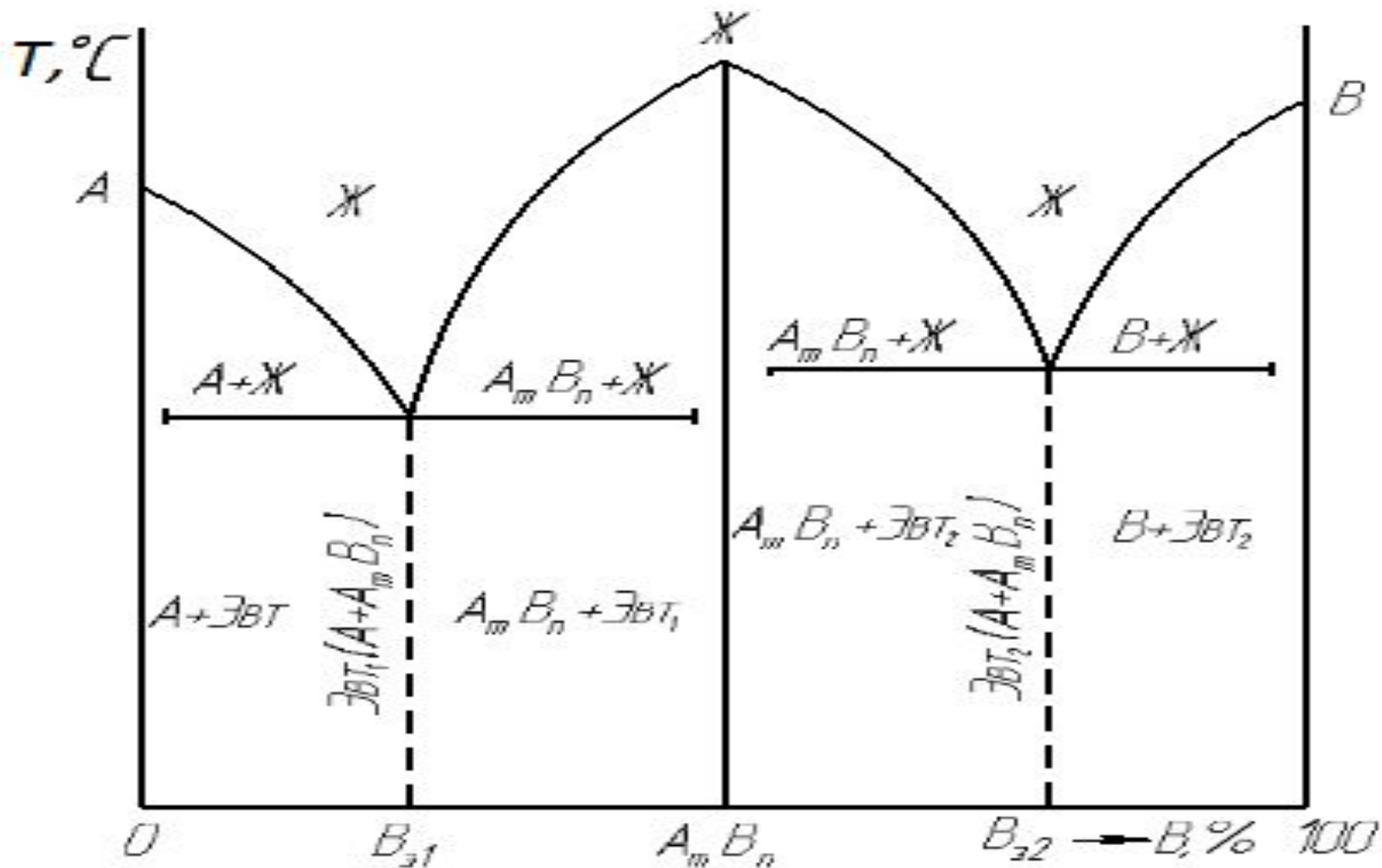
**Диаграммы состояния сплавов,
компоненты которых образуют
химические соединения**

- Сплавы такого типа образуются при определенном соотношении компонентов, когда происходит химическое взаимодействие. ($A_n B_m$)

При этом образуется **новая кристаллическая решетка** с правильным упорядоченным расположением атомов, которая отличается от решеток элементов, составляющих химическое соединение.

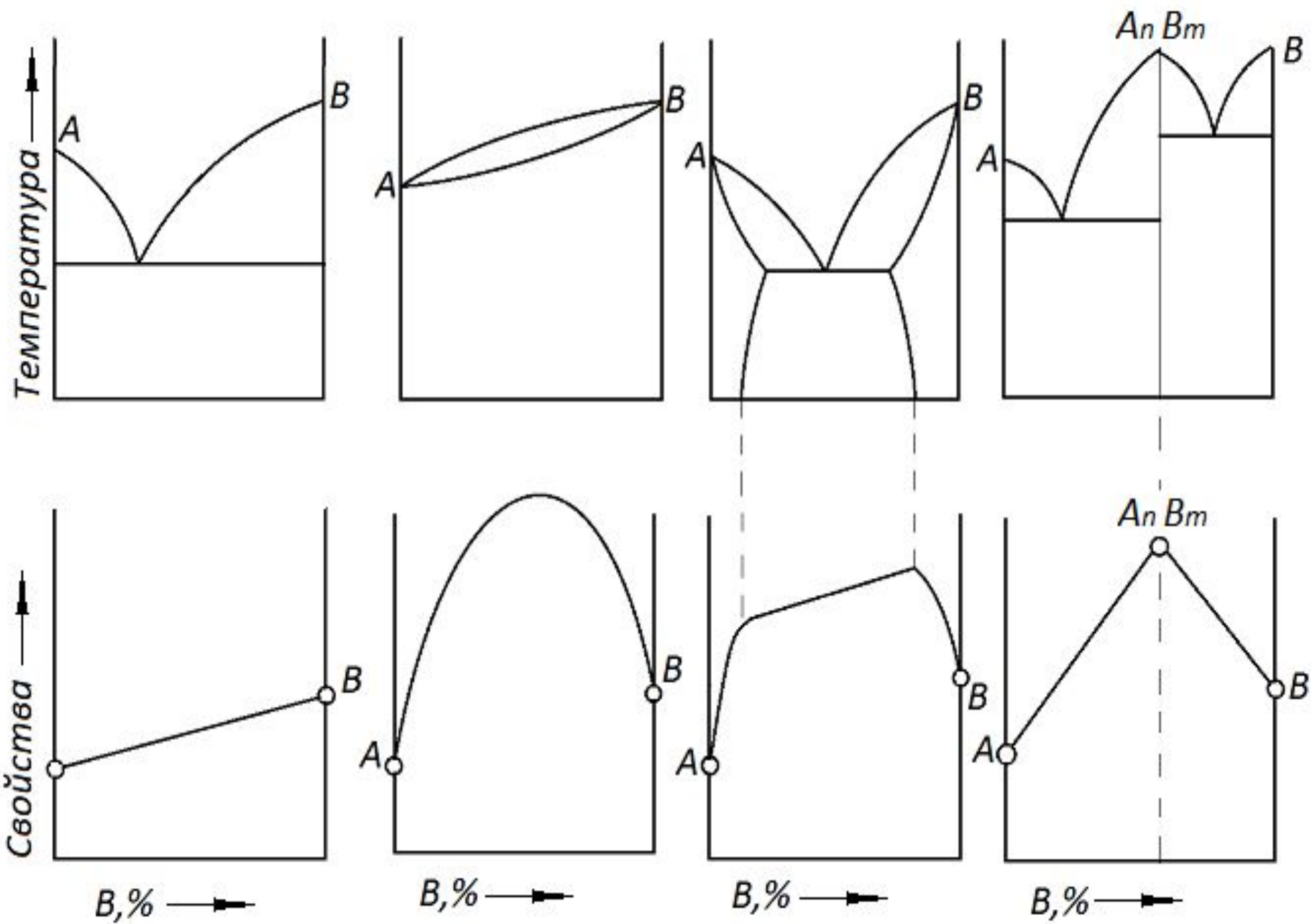
Химические соединения имеют **ярко выраженные индивидуальные свойства**.

- Кристаллизуются при **постоянной температуре**, как чистые металлы.



- Эвт₁ (кр. $A + \text{кр. } A_m B_n$);
- Эвт₂ (кр. $B + \text{кр. } A_m B_n$).

Связь между диаграммой состояния сплава и его свойствами



- При образовании **механических смесей** свойства изменяются по линейному закону. Значения характеристик свойств сплава находятся в интервале между характеристиками чистых компонентов.
- При образовании **твердых растворов с неограниченной растворимостью** свойства сплавов изменяются по криволинейной зависимости,
- При образовании **твердых растворов с ограниченной растворимостью** свойства в интервале концентраций, отвечающих однофазным твердым растворам, изменяются по криволинейному закону, а в двухфазной области – по линейному закону. Причем крайние точки на прямой являются свойствами чистых фаз, предельно насыщенных твердых растворов, образующих данную смесь.
- При образовании **химических соединений** концентрация химического соединения отвечает максимуму на кривой. Точка перелома, соответствующая химическому соединению, называется **сингулярной** точкой.