



КУРС «Материаловедение»

Тема: Металлические сплавы

Казачков Олег Владимирович, доцент, к.т.н.
Институт лесных, инженерных и строительных наук,
кафедра технологических и транспортных машин и оборудования
kaz @ psu.karelia.ru



План лекции

- Определение
- Классификация сплавов
- Диаграммы состояний двойных сплавов
- Связь между свойствами и типом диаграмм состояний

Основные определения

- **Сплавом** называется вещество , полученное сплавлением двух или более элементов.
- Элементы, образующие сплав называются **компонентами**.
- **Фазой** называют однородную часть сплава, характеризующуюся определенным составом и структурой и отделенную от других частей поверхностью раздела
- Под **структурой** понимают форму, размер и характер взаимного расположения фаз в сплавах
- **Структурными составляющими** называют обособленные части сплава, имеющие одинаковое строение с присущими им характерными особенностями



Классификация сплавов





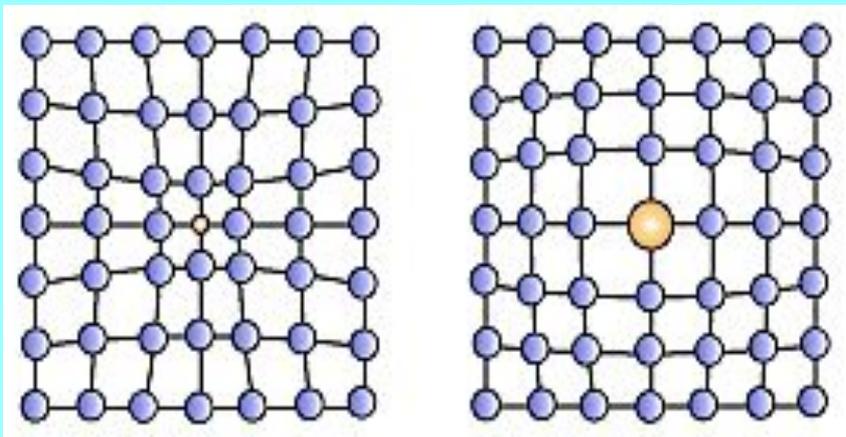
Основные понятия

- **Твердые растворы** – однофазные сплавы переменного состава, в которых один из компонентов (растворитель) сохраняет свою решетку, а другой компонент(растворенный) располагается в решетке первого, изменяя ее размеры (период).
- **Химическое соединение** – химическое индивидуальное вещество, в котором атомы одного или различных элементов соединены между собой химической связью.

Типы твердых растворов



1

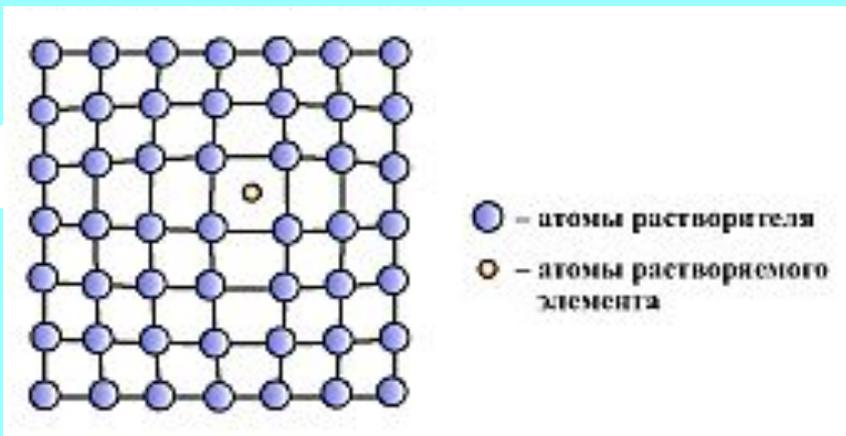


Твердые растворы

Твердые растворы
замещения

1

2



Твердые растворы
внедрения

2



Химические соединения

Характерные особенности:

- **Постоянство состава**
- **Наличие нового типа кристаллической решетки**
- **Индивидуальные свойства**
- **Постоянство температуры плавления**

Диаграммы состояния сплавов

- Диаграммы состояния сплавов (диаграммы фазового равновесия) – это графическое изображение фазового и структурного состава сплавов определенной системы в зависимости от температуры и хим. состава
- Д.с.с. строится по критическим точкам, определенных на кривых охлаждения
- Критические точки – температуры, при которых в сплаве проходят фазовые превращения
- Д.с.с. строится в координатах температура (ось y) и химический состав (ось x)
- Линия температур начала кристаллизации сплавов – **ЛИНИЯ ЛИКВИДУС**
- Линия температур конца кристаллизации сплавов – **ЛИНИЯ СОЛИДУС**

Правило фаз Гиббса

- Данное правило определяет закономерности существования фаз в состоянии равновесия
 $C = K - \Phi + 1$ (при постоянном давлении)

Где C - **число степеней свободы системы** – число независимых параметров (t , p , состав) при изменении которых число равновесных фаз не меняется.

K - число компонентов,

Φ - число равновесных фаз

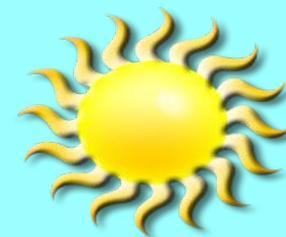
При $K=2$ **$C = 3 - \Phi$**

При $C=0$ \rightarrow **инвариантное равновесие**

При $C=1, C=2$ \rightarrow **моновариантное**



Историческая справка



ГИББС (Gibbs), Джозайя Уиллард
1839 г. –1903 г.

- Американский физик и математик
- В 1874–1878 Гиббс опубликовал трактат «О равновесии гетерогенных веществ», идеи которого легли в основу химической термодинамики.
сформулировал правило фаз , построил общую теорию поверхностных и электрохимических явлений

Термический метод

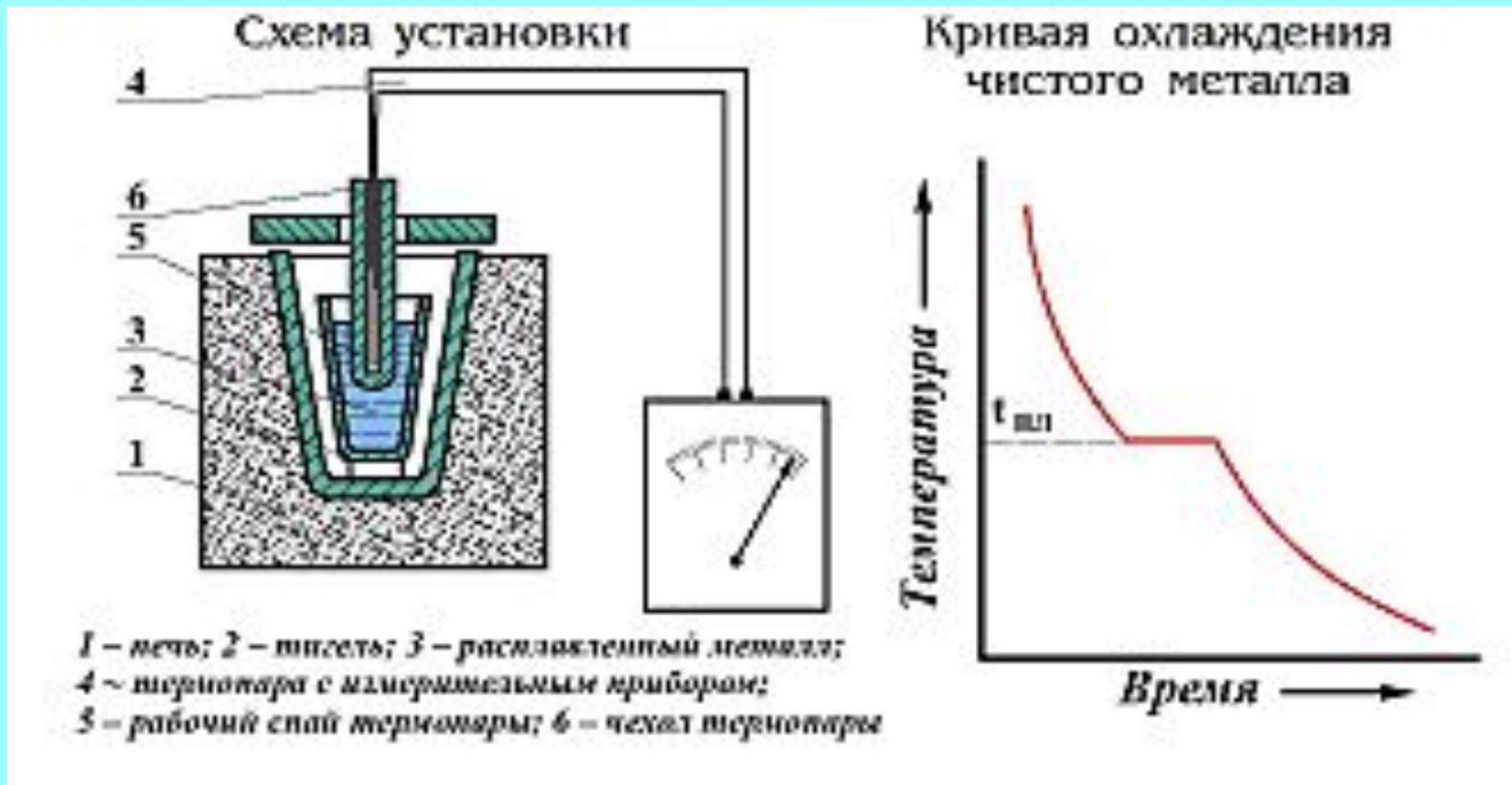
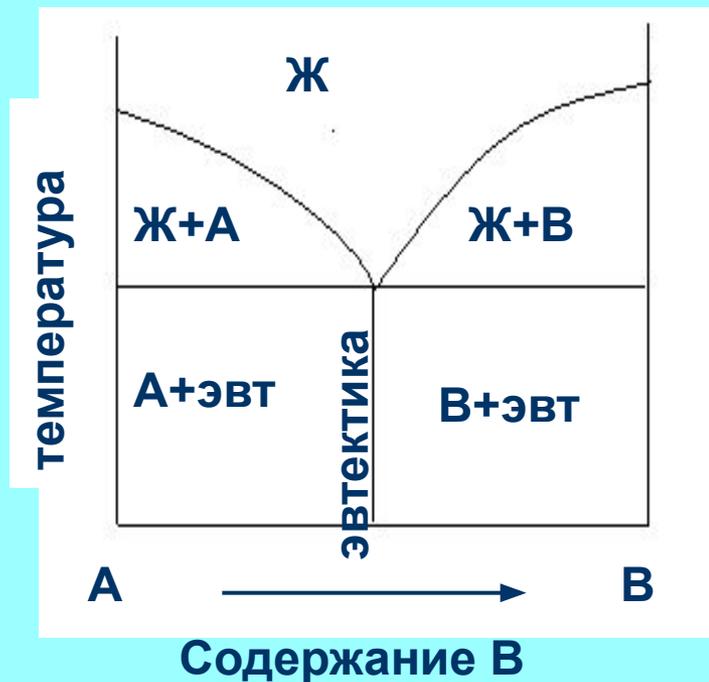
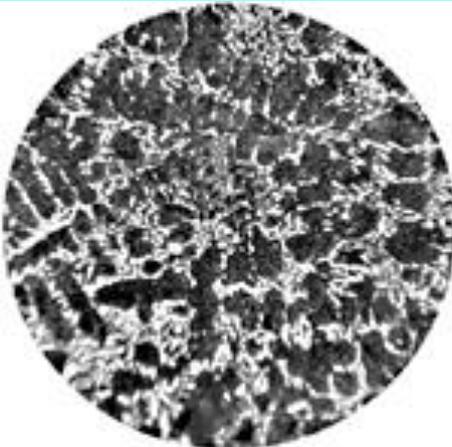
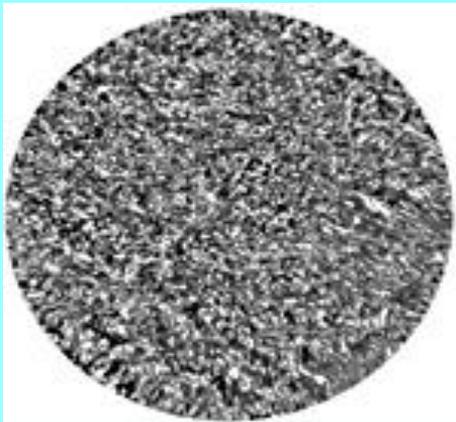


Диаграмма состояния сплавов 1 типа , образующих механические смеси



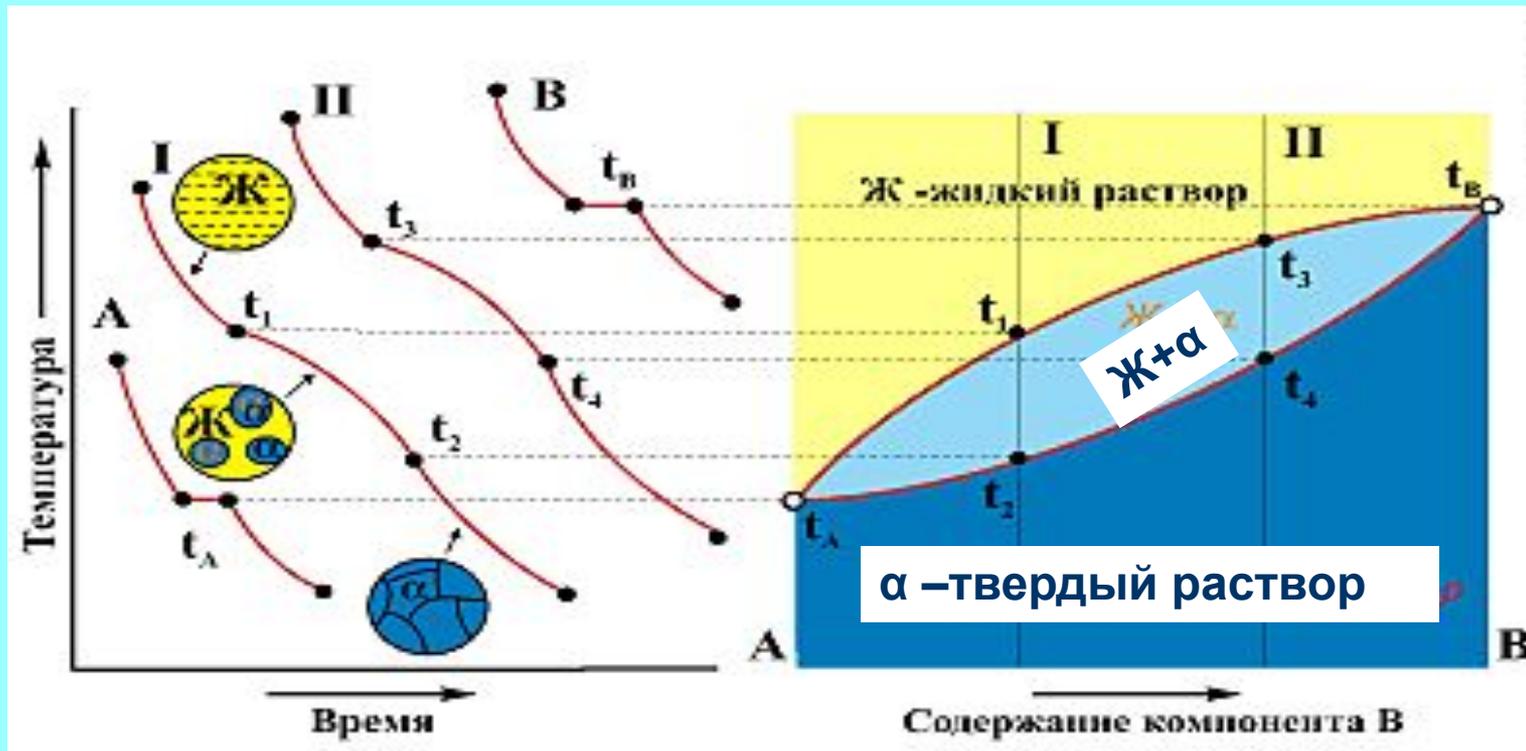
Эвтектические превращения $Ж \rightleftharpoons (A+B)$

Микроструктура сплавов системы свинец - сурьма

Доэвтектический сплав	Эвтектический сплав	Заэвтектический сплав
		
Свинец + эвтектика	эвтектика	Сурьма + эвтектика

*

Диаграмма состояния сплавов 2 типа (с неограниченной растворимостью компонентов)



Микроструктура сплавов системы медь – никель

После литья



Дендритная ликвация. Неоднородный по хим. составу твердый раствор. Светлые оси дендритов обогащены Ni, темные межосные пространства

После диффузионного отжига



Структура состоит из однородных зерен-полиэдров

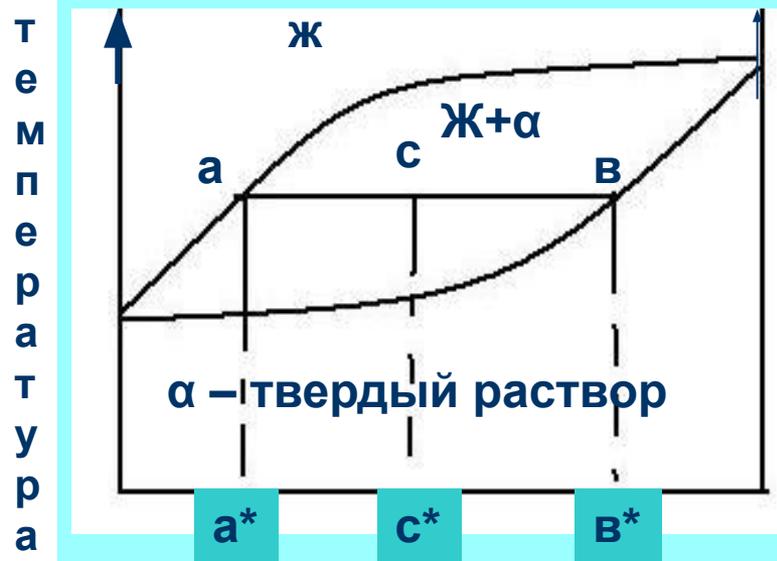
*

copyright Казачков О.В., ПетрГУ

Правило отрезков

с Фигуративная точка

асв - канода



а* – состав ж.ф., в* – состав тв.ф.,

с* – исх. состав

- С помощью правила можно определить состав фаз с помощью каноды и их весовое соотношение по правилу рычага в любой точке двухфазной области диаграммы
- $Q_{\alpha} = (ac/ав) \cdot 100\%$
- $Q_{ж} = (св/ав) \cdot 100\%$

Диаграмма состояния сплавов 3 типа (с ограниченной растворимостью)

Диаграмма состояний сплавов с ограниченной переменной растворимостью компонентов в твердом состоянии

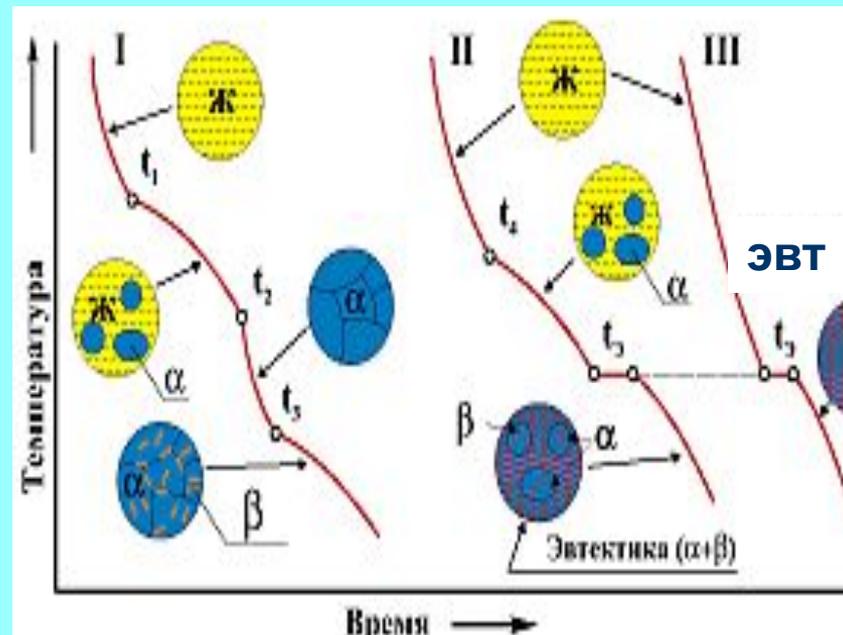
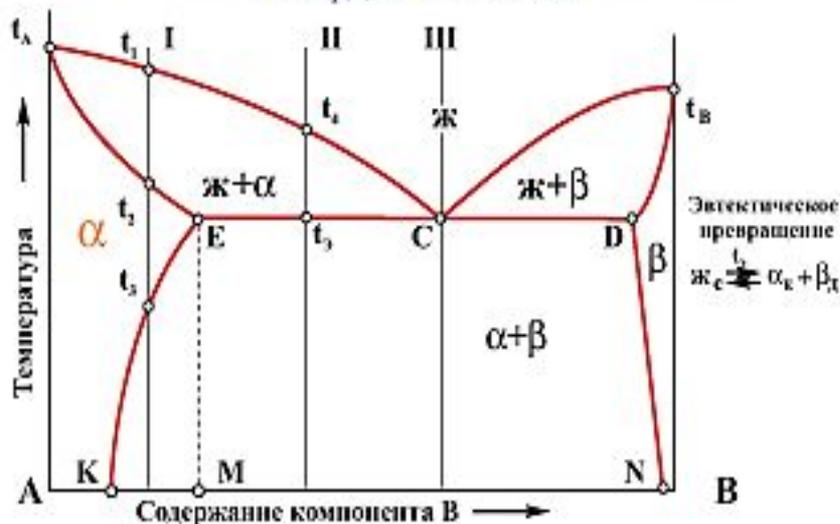
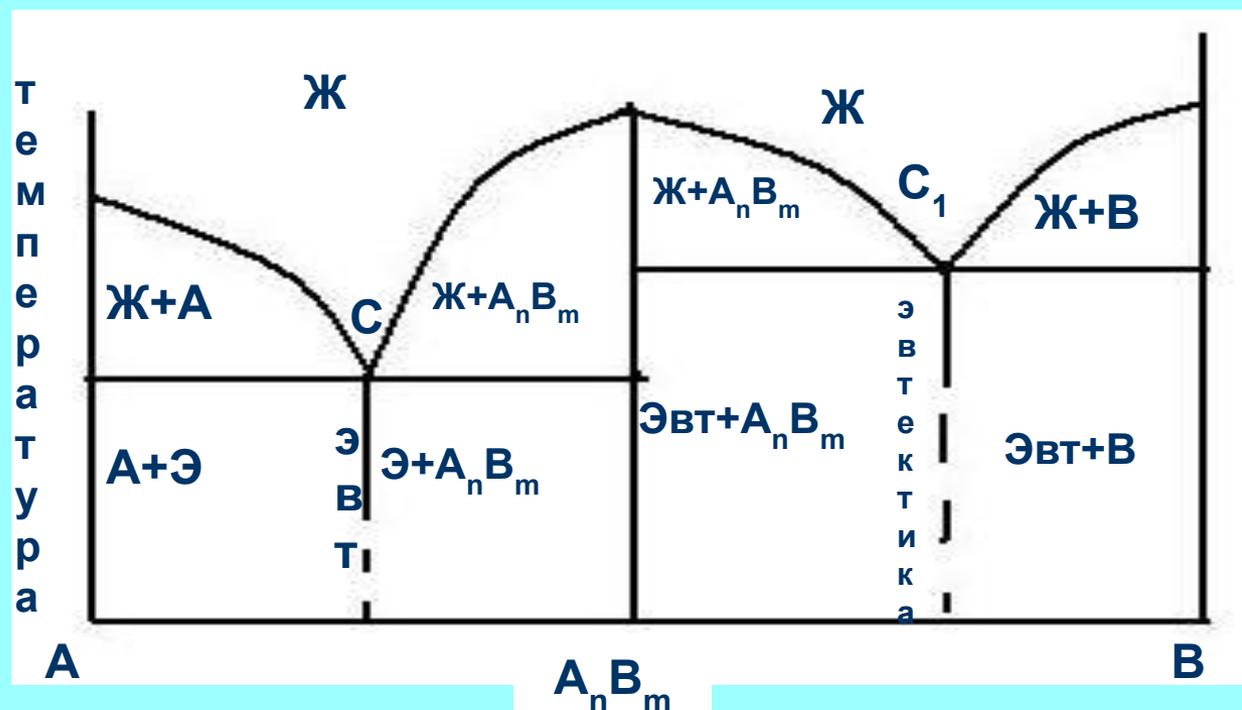


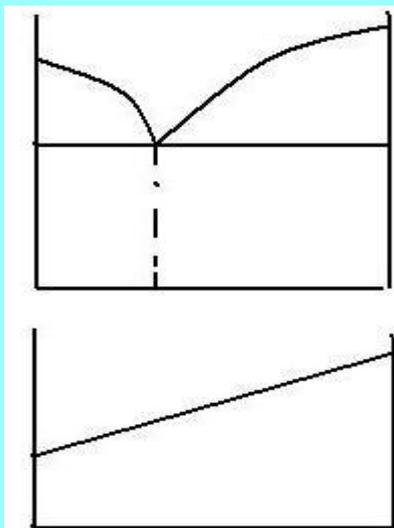
Диаграмма состояния сплавов 4 типа, образующих химические соединения



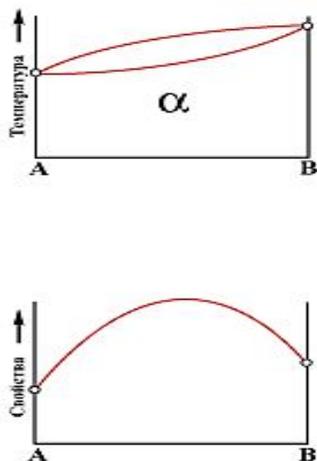
*

Связь между свойствами сплавов и типом диаграмм состояний

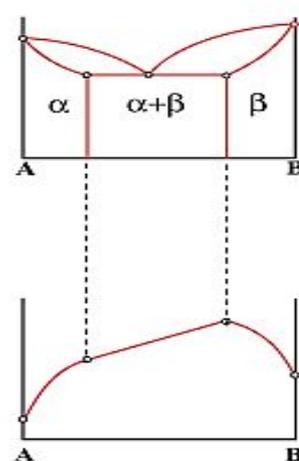
1 тип



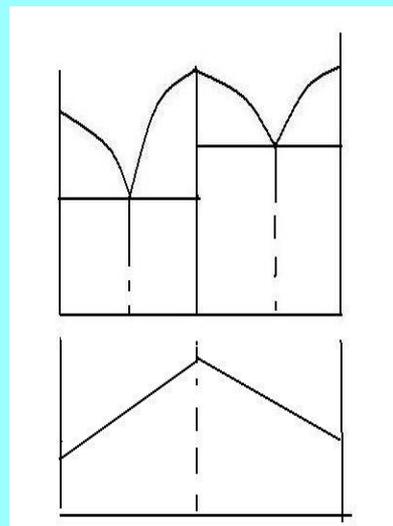
2 тип



3 тип



4 тип



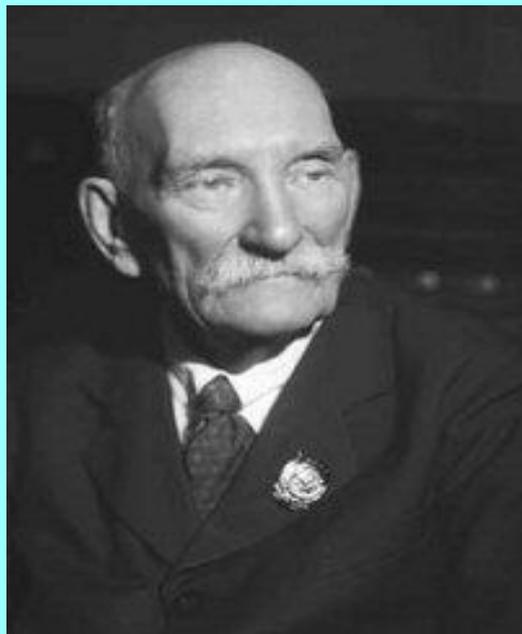
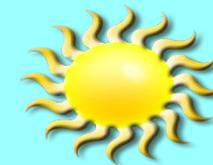
1 тип свойства меняются по линейному закону

2 тип свойства меняются по кривой линии

3 тип свойства меняются по линейному закону в двухфазной области и по кривой линии в области твердых растворов

4 тип свойства характеризуются наличием max при хим.соед.

Историческая справка



**Курнаков
Николай Семенович
(1860 – 1941)**

- Выдающийся российский химик, основатель физико-химического анализа, создатель крупной научной школы в области общей и неорганической химии, крупный организатор науки, академик.
- разработал основные положения физико-химического анализа, **установил основные закономерности строения диаграмм «состав–свойство»**
- **в 1941 он удостоен Государственной премии за научные работы по физической химии и за труд «Введение в физико-химический анализ».**