


Лекция 3

«Строение и свойства сплавов. Диаграммы состояния бинарных сплавов»

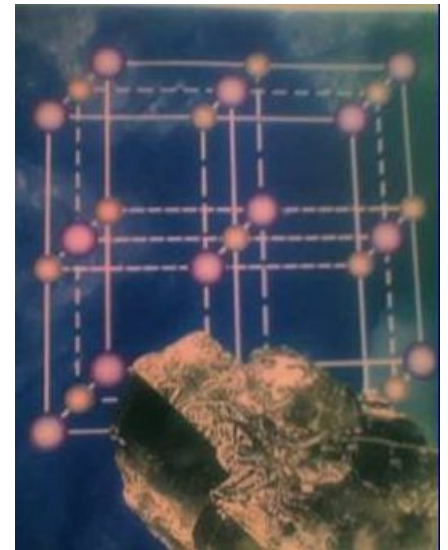



В промышленности преимущественное распространение находят не чистые металлы, а сплавы металлов с металлами или металлов и неметаллов.

Металлическим сплавом называют вещество, полученное сплавлением двух или более компонентов.

Термин «сплав» в настоящее время имеет более широкое значение, чем во время его появления. Если раньше промышленные материалы, содержащие несколько элементов, получали преимущественно путем сплавления, то сейчас многие материалы получают и другими технологическими способами, например, порошковой металлургией, при электролизе, при плазменном напылении и др.

- * Роль сплавов в технике неизмеримо более велика, чем чистых металлов, т. к. они обладают более высоким комплексом свойств, которые можно широко менять в зависимости от состава.
- * **Компоненты** – это составляющие сплава.



- 
- * В сплавах элементы могут различно взаимодействовать между собой, образуя различные по химическому составу и кристаллическому строению фазы.
 - * Из однородного жидкого раствора может образоваться: однородный твердый раствор, механическая смесь или эвтектика или кристаллическое химическое соединение.

Виды взаимодействия компонентов в сплаве



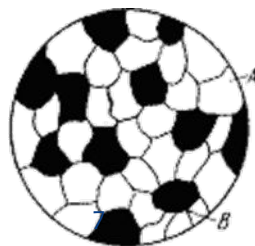


**В зависимости от характера взаимодействия
компонентов различают сплавы:**

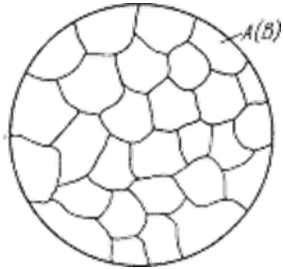
- * механические смеси;
- * химические соединения;
- * твердые растворы.

Механические смеси

- * Сплавы *механические смеси* образуются, когда компоненты не способны к взаимному растворению в твердом состоянии и не вступают в химическую реакцию с образованием соединения.
- * Образуются между элементами значительно различающимися по строению и свойствам.
- * Сплав состоит из кристаллов входящих в него компонентов. В сплавах сохраняются кристаллические решетки компонентов.



Твердые растворы



- * **Твердые растворы- это фазы, кристаллические решетки которых состоят из атомов отдельных компонентов.**

В твердых растворах один из компонентов сплава сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы другого, располагаясь в решетке первого компонента (растворителя), изменяя ее размеры (периоды).

Т.о. твердые растворы имеют один тип решетки и представляют собой одну фазу.

- * Различают твердые растворы **внедрения и замещения**.
- * Они являются фазами переменного состава.

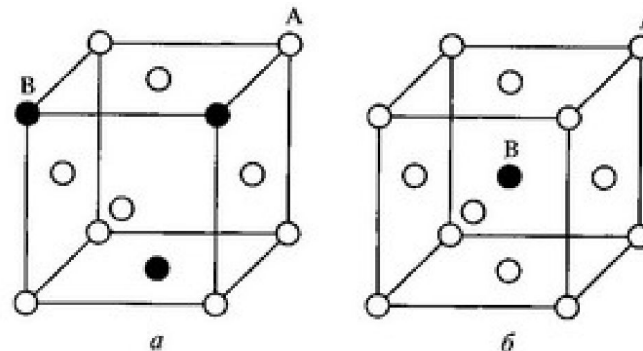
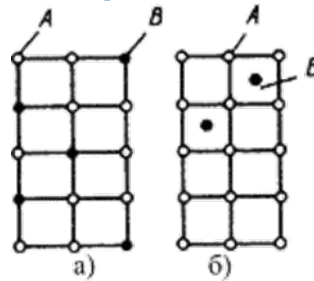



Рис. 2.17. Кристаллическая решетка твердого раствора замещения (*а*) и твердого раствора внедрения (*б*):
 А — атомы компонента-растворителя; В — атомы растворяемого компонента

- * При образовании *твердого раствора замещения* атомы растворенного компонента замещают часть атомов растворителя в узлах его кристаллической решетки.



- * При образовании *твердого раствора внедрения* атомы растворенного компонента располагаются в междоузлиях (пустотах) кристаллической решетки компонента растворителя.

- 
- * Твердый раствор – гомогенная система, внутри его нет поверхности раздела.
 - * Многие металлы могут в той или иной степени растворяться один в другом в твердом состоянии. Так, в алюминии может растворяться до 5,5% меди, а в меди до 39 % цинка.
 - * Твердым раствором называется вещество, кристаллическая решетка которого состоит из атомов отдельных компонентов.




Твердые растворы с неограниченной растворимостью могут образовываться при соблюдении следующих условий:

Компоненты должны обладать одинаковыми по типу кристаллическими решетками

Различие в атомных размерах компонентов не должно превышать 9-15%

Компоненты должны принадлежать к одной и той же группе периодической системы элементов.

Например, серебро-золото, медь-никель, молибден-вольфрам

- 
- * Твердые растворы внедрения могут возникать только в тех случаях, когда диаметр атома растворенного компонента невелик. Это углерод, азот, водород. И они могут быть только ограниченной концентрации, поскольку число пор в решетке ограничено.

Химические соединения

Химические соединения – они образованы по закону нормальной валентности. При образовании химических соединений соотношение чисел атомов элементов соответствует стехиометрической пропорции, что может быть выражено простой формулой A_nB_m .

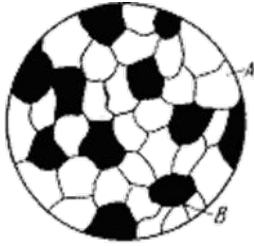
Химические соединения имеют следующие характерные особенности:

- * кристаллическая решетка хим.соед. отличается от решеток компонентов, образующих их.
- * Свойства его резко отличаются от свойств исходных компонентов
- * Они имеют постоянную температуру плавления
- * Образование их сопровождается значительным тепловым эффектом.

Химические соединения

- * В отличие от твердых растворов хим.соединения обычно образуются между компонентами, имеющими большое различие в электронном строении.
- * Соединение одних металлов с другими носят общее название –**интерметаллиды**. Например, $Mg_2 Sn$.

Эвтектика



Эвтектика – это механическая смесь микроскопически мелких частиц.

Механическая смесь двух компонентов А и В образуется тогда, когда они не способны к взаимному растворению в твердом состоянии и не вступают в химическую реакцию с образованием соединения.

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ

- * **Диаграммы состояния – это графическое изображение состояния (фазового состав, структуры) любого сплава системы в зависимости от температуры и концентрации.**
- * Зная ее можно представить полную картину формирования структуры любого сплава, определить оптимальную температуру заливки сплавов для получения литых деталей, сделать заключение о возможностях и условиях обработки давлением, определить режим термической обработки.

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ

- * **Диаграмма состояния – это паспорт сплава.**
- * Она представляет собой собрание и обобщение результатов всех наблюдений, касающихся температур плавления и кристаллизации, структуры сплавов при различных температурах и всех процессах, протекающих в сплавах при их охлаждении.

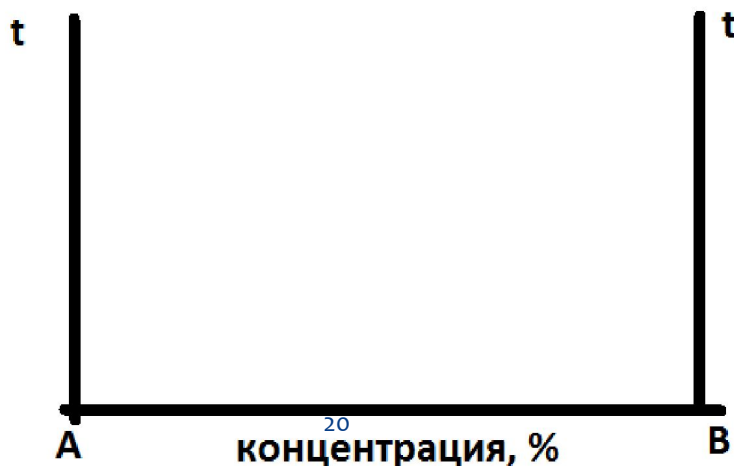
ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ

- * Экспериментальное построение диаграмм состояния возможно благодаря тому, что любое фазовое превращение сплава отмечается изменением физико-механических свойств, либо тепловым эффектом.
- * Диаграмма состояния показывает устойчивое состояние, обладающее минимальным запасом свободной энергии. Они называются диаграммами равновесия.
- * Построение диаграмм- сложный процесс. Сегодня арсенал средств для этого значительно увеличился. Это и электронная микроскопия, вакуумная техника и многое другое.
- * Пробраз первой диаграммы дал Д.К.Чернов. Вторая диаграмма была построена в 1875 году Р.Аустеном – медь-серебро.

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ

Расчетные методы построения диаграмм состояния менее трудоемки, нежели экспериментальные.

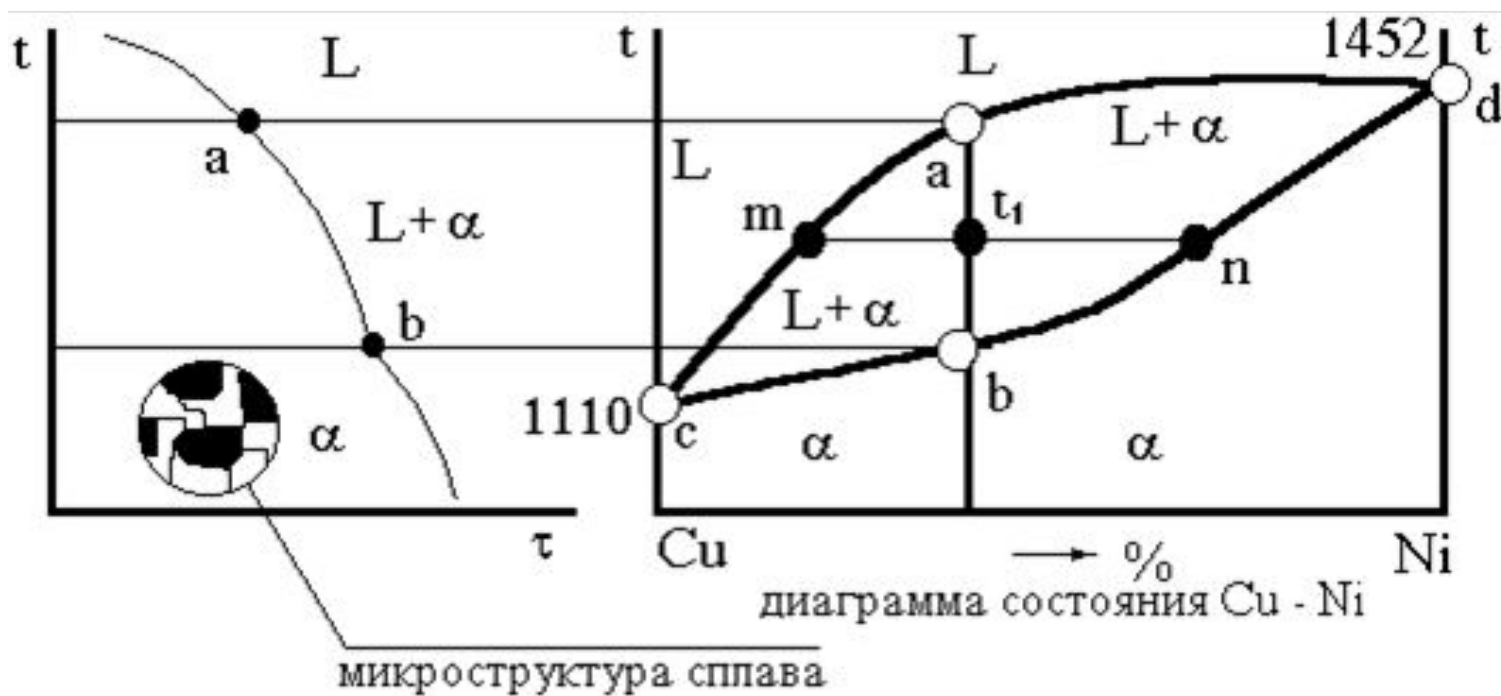
- * Диаграммы состояния строят в координатах температура – концентрация



ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ

Типы диаграмм состояния

Диаграмма состояния сплавов, компоненты которой неограниченно взаимно растворимы друг в друге



ПРАВИЛО ОТРЕЗКОВ

- * Оно состоит из двух частей.
- * 1 – правило концентраций- позволяет определить составы (концентрации) фаз
- * 2- правило рычага – определяет количественные соотношения фаз в процессе кристаллизации для любого сплава системы

ПРАВИЛО ОТРЕЗКОВ

* 1 часть

Чтобы определить концентрацию компонентов в фазах через заданную точку, характеризующую состояние сплава, проводят горизонталь (коноду) до пересечения с линиями, ограничивающими данную область: проекции точек пересечения на ось концентраций дадут составы фаз.

Состав жидкой фазы покажет проекция точки пересечения горизонтали с линией ликвидуса. Другая точка пересечения покажет состав твердой фазы.



ПРАВИЛО ОТРЕЗКОВ

* 2 часть

Чтобы определить количественное соотношение фаз, через заданную точку проводят горизонталь. Отрезки этой линии между заданной точкой и точками, определяющими составы фаз **ОБРАТНО ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ КОЛИЧЕСТВАМ ЭТИХ ФАЗ.**

$$Q_{\text{ж}} = \frac{t_1 n}{m n} \times 100\%$$

$$Q_{\text{ТВ}} = \frac{m t_1}{m n} \times 100\%$$



Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых нерастворимы друг в друге в твердом состоянии

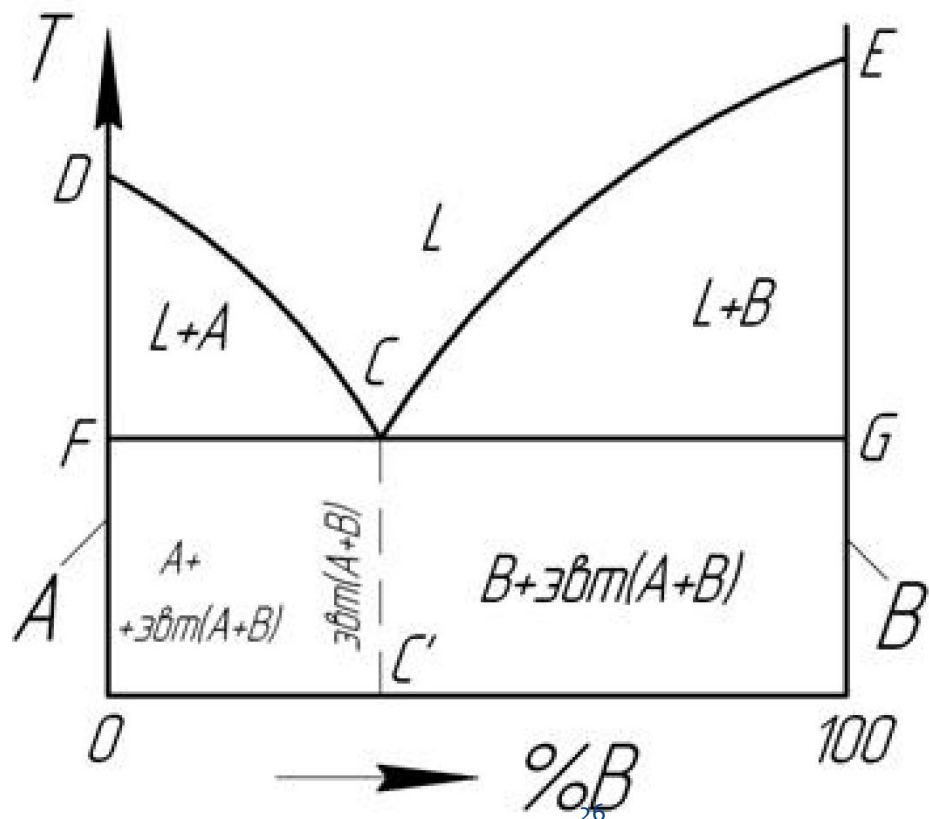
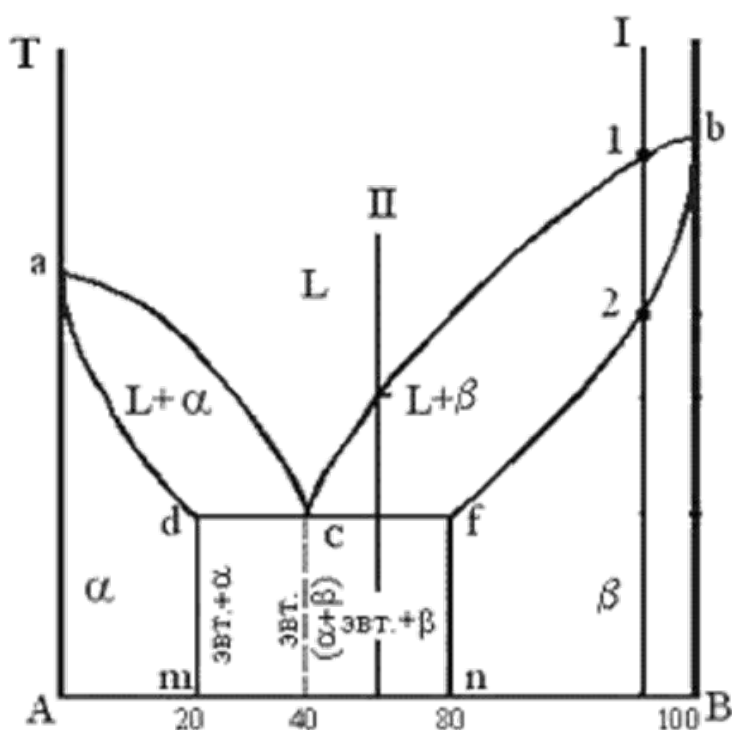
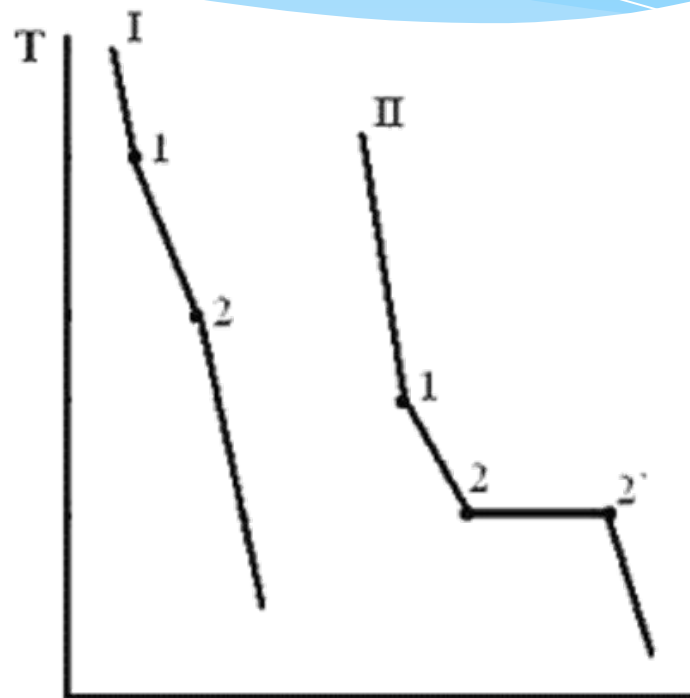


Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью компонентов в твердом виде



$\alpha)$



$\beta)$

Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью компонентов в твердом виде

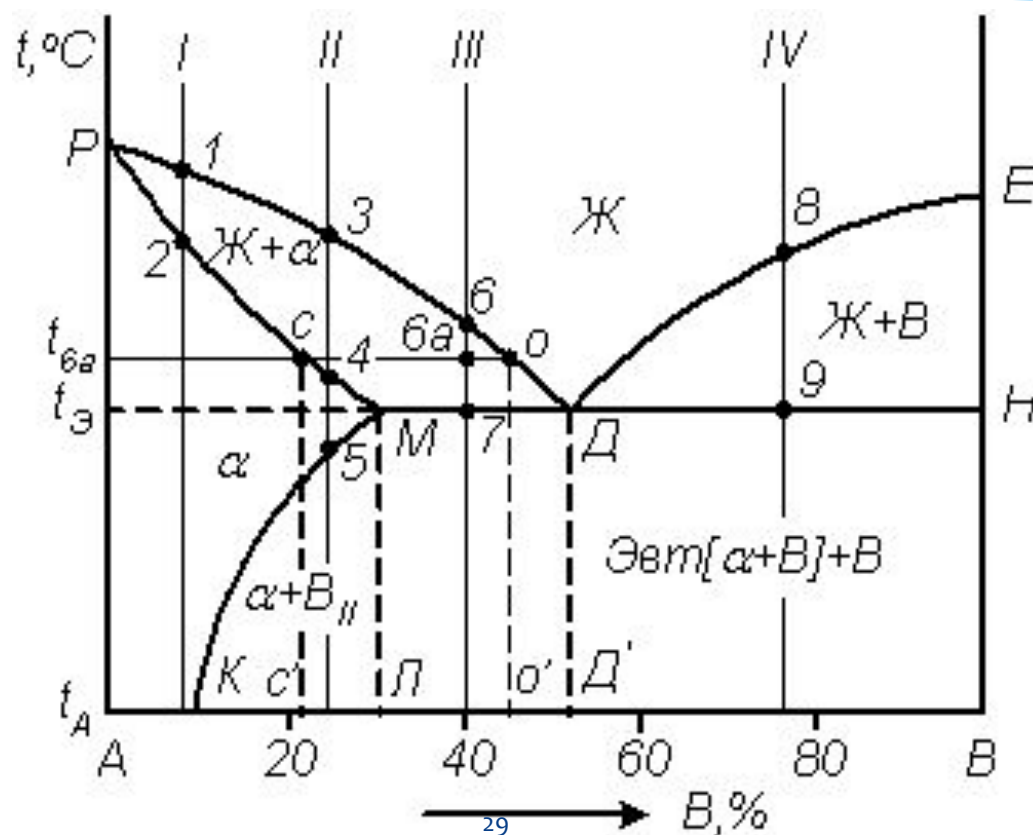


Диаграмма состояния с устойчивым химическим соединением

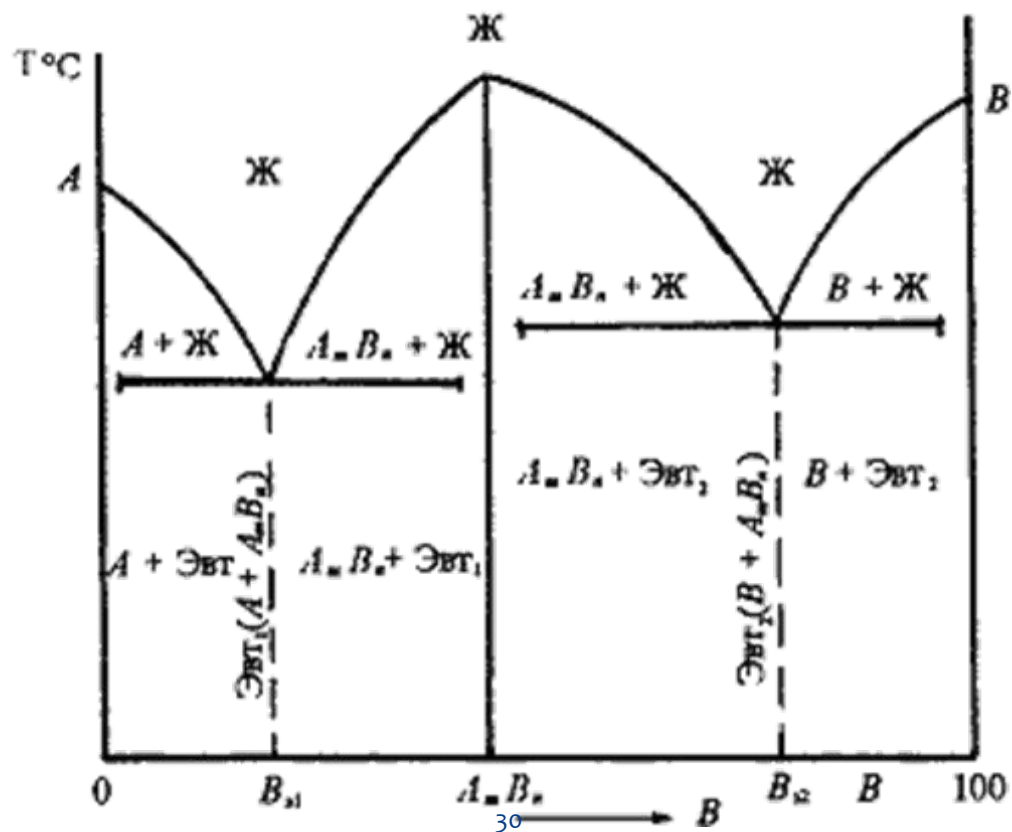


Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью и, так называемой, перитектической реакцией

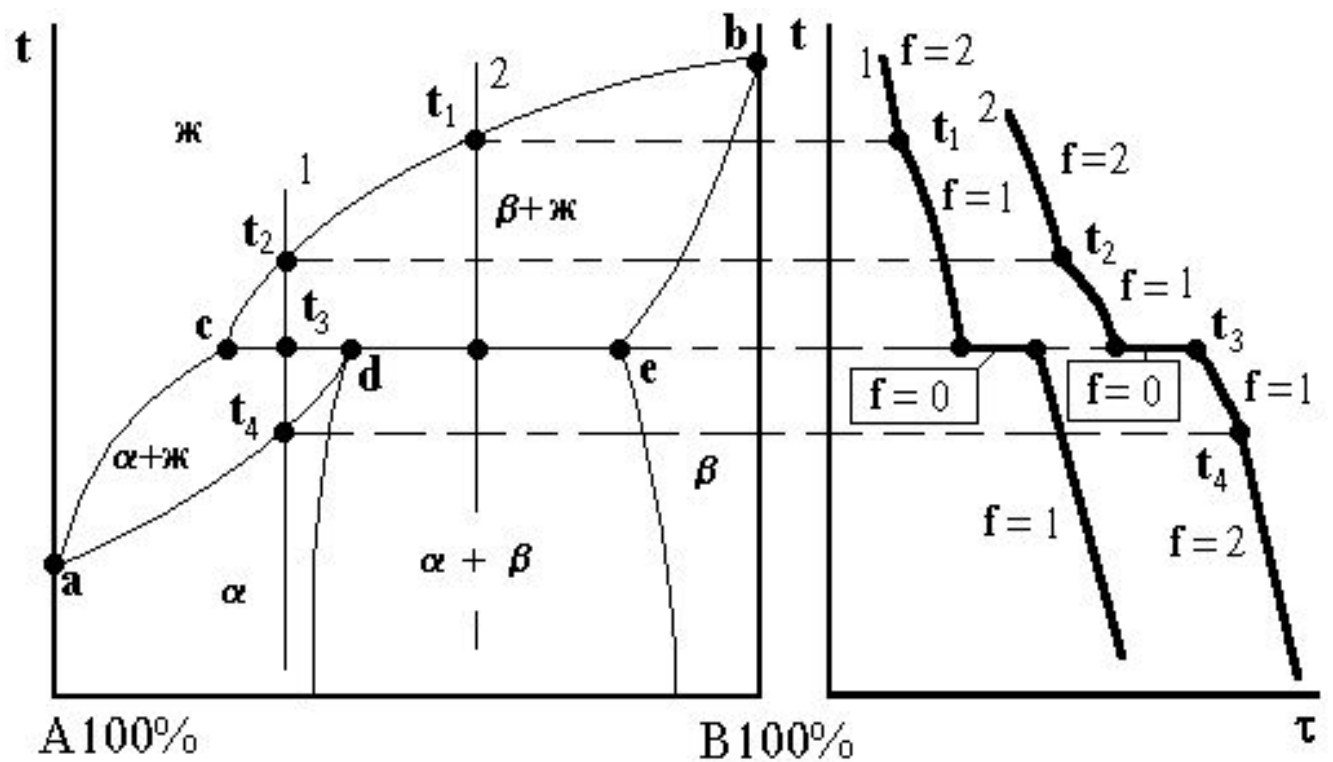
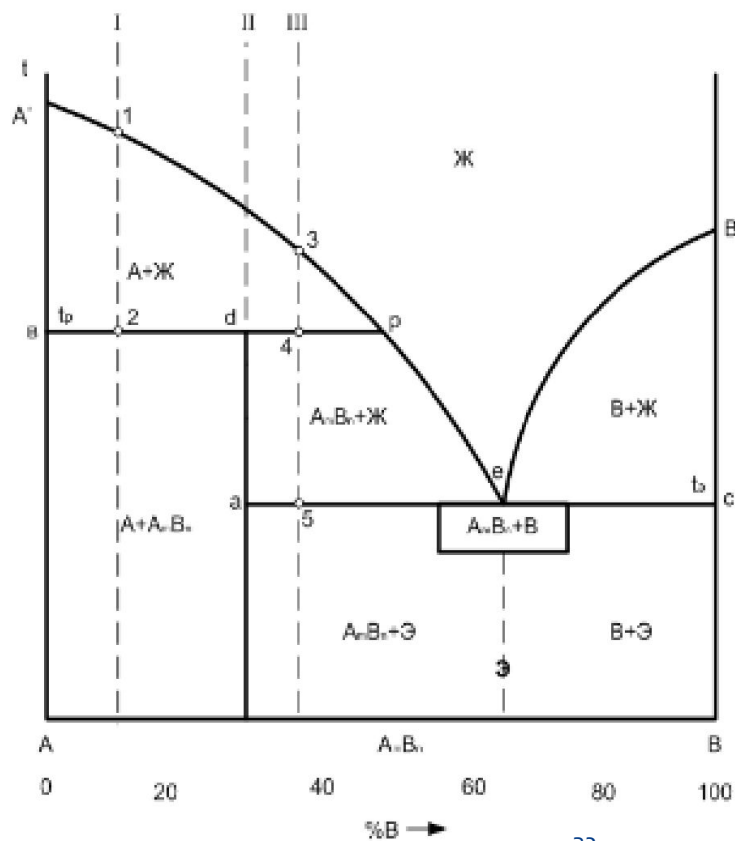


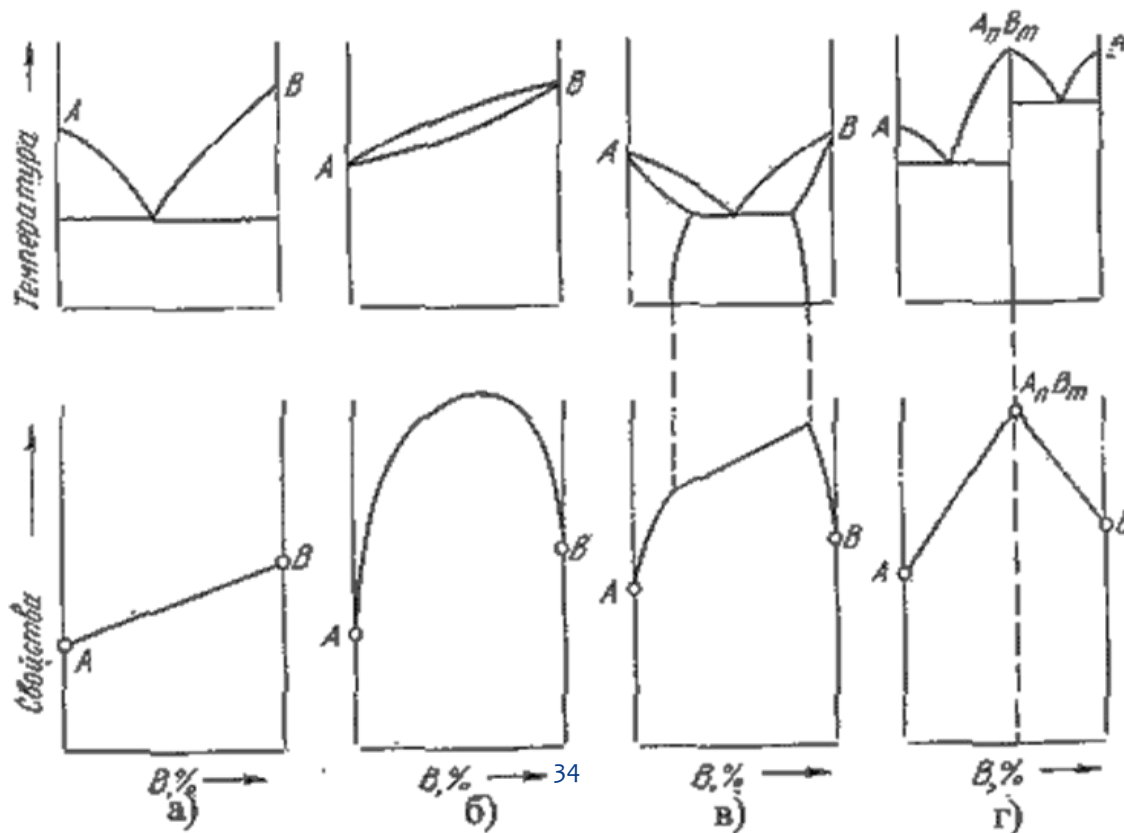
Диаграмма состояния с хим. соединением образующимся по перитектической реакции



Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния

Так как вид диаграммы, также как и свойства сплава, зависит от того, какие соединения или какие фазы образовали компоненты сплава, то между ними должна существовать определенная связь. Эта зависимость установлена Курнаковым.

Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния



Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния

- * 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, причем некоторые свойства, например, электросопротивление, могут значительно отличаться от свойств компонентов.
- * 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.