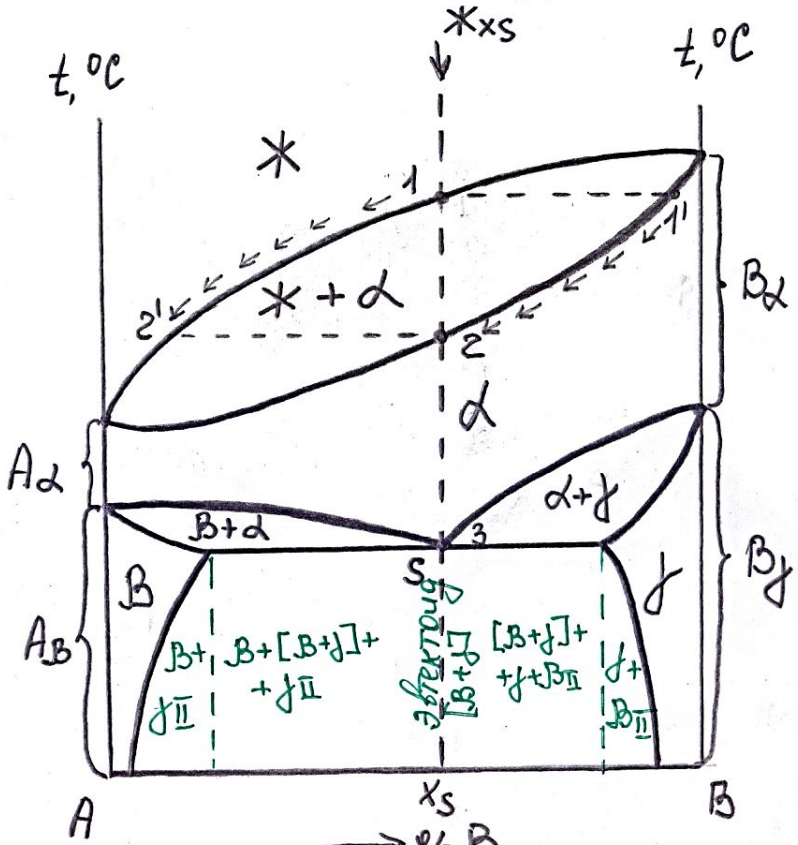
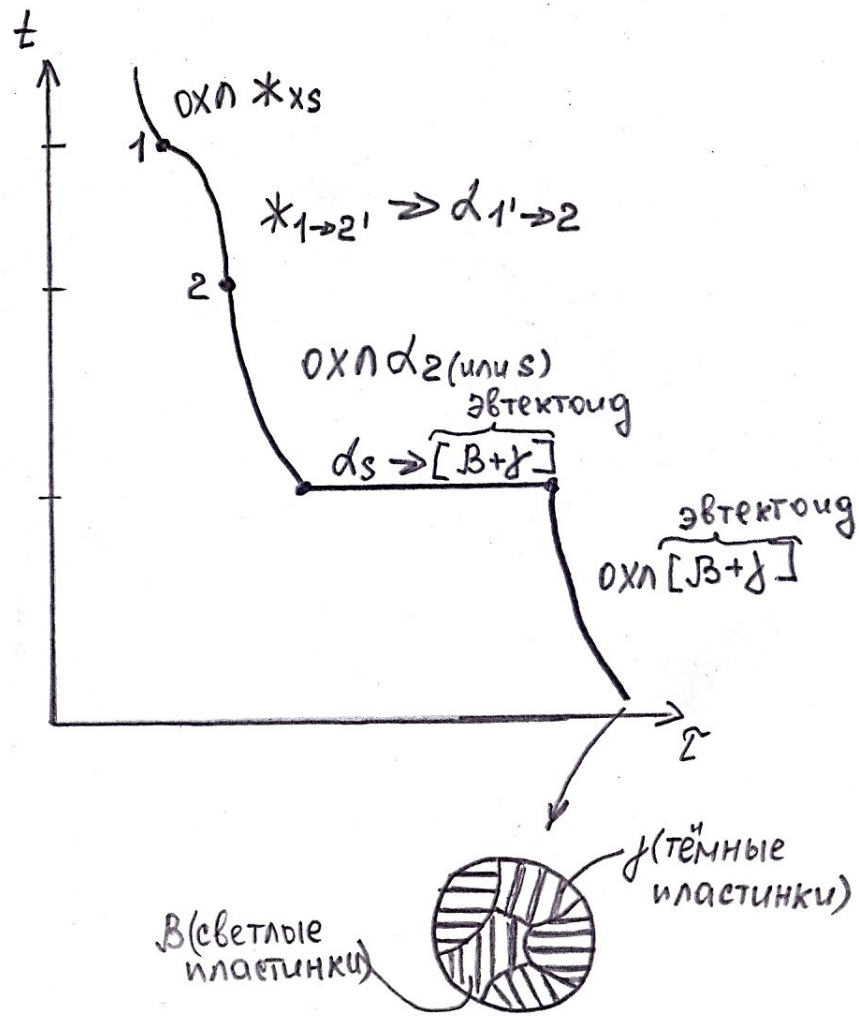
Г. Диаграммы состояния сплавов, компоненты которых имеют полиморфное превращение.





сплав x_s

3-3` $C = K - Ф + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$

такое превращение безвариантное и называется эвтектоидным превращением

$$\alpha_s \rightarrow \text{эвтектоид } [\beta + \gamma]$$

Эвтектоидное превращение – превращение, в результате которого происходит образование эвтектоида; протекает при постоянной температуре и неизменных составах участвующих фаз, находящихся в твёрдом состоянии.

Эвтектоид (от греч. *eidos – «вид»*) – это механическая смесь (образуется, если компоненты не способны к взаимному растворению друг в друге в твёрдом состоянии и не вступают в химическую реакцию с образованием промежуточной фазы) двух или более фаз, одновременно образующихся в результате распада твёрдого раствора.

Структуры эвтектоида и эвтектики схожи, но эвтектоиды являются более дисперсными составляющими, т.к. образуются при распаде твёрдого раствора в процессе вторичной кристаллизации, когда процессы диффузии протекают более медленно.

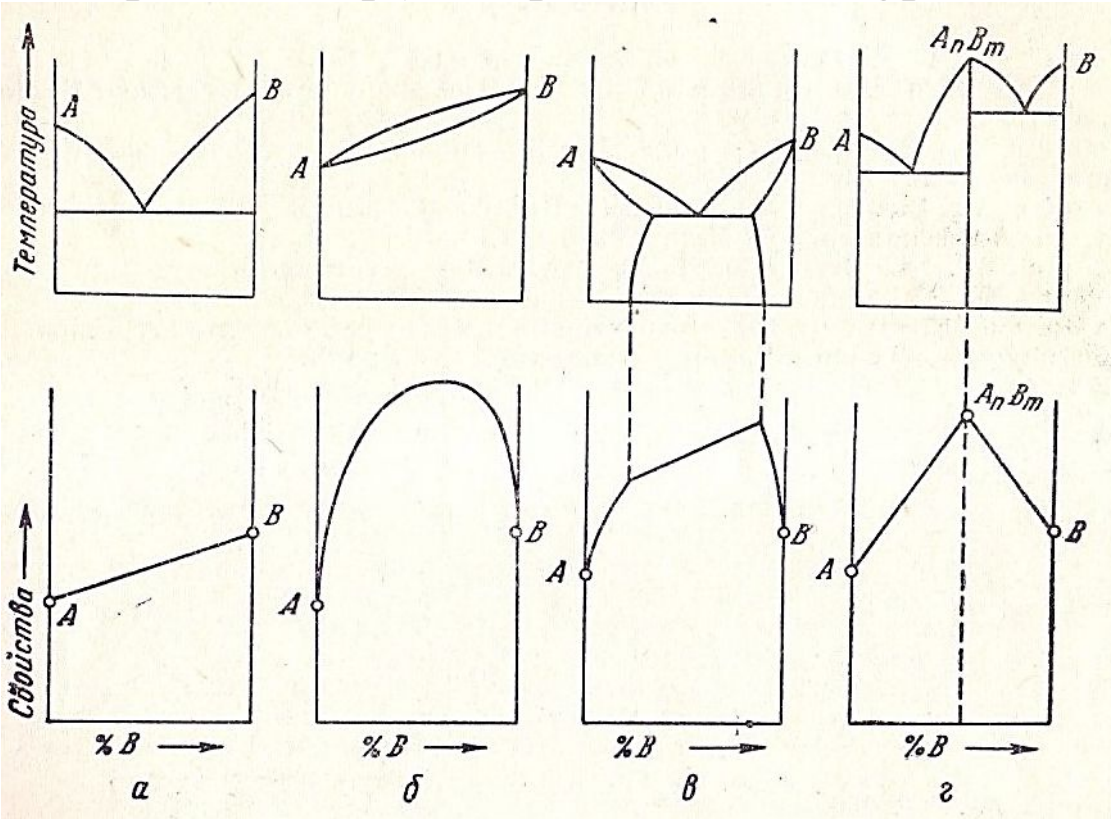
Фазовый анализ – ж, кристаллы α, β и γ.
Структурный анализ: 5 структурных составляющих – кристаллы твёрдых растворов β и γ, эвтектоид $[\beta + \gamma]$, вторичные кристаллы γ_{II} и β_{II}.

§ 4.Практическое значение диаграмм состояния.

Благодаря диаграммам состояния можно:

→ у любого сплава проследить все превращения, проходящие при охлаждении, и определить его конечную структуру, а также дать качественную характеристику его свойств.

→ определить характер изменения физических свойств (удельное электросопротивление ρ, коэрцитивная сила H_c, теплопроводность α, твёрдость и др.) по правилам Н.С. Курнакова:



а – в сплавах, компоненты которых нерастворимы друг в друге, свойства меняются аддитивно (по линейному закону);

б – при образовании твёрдых растворов свойства сплава меняются по криволинейной зависимости; распад твёрдого раствора ведёт к повышению физических свойств;

в – при образовании твёрдых растворов, обладающих ограниченной переменной растворимостью, свойства в интервале концентраций, отвечающем однофазным твёрдым растворам, изменяются по криволинейному закону, а в двухфазной области – аддитивно;

г – в сплавах, компоненты которых образуют промежуточную фазу A_nB_m, концентрация промежуточной фазы отвечает максимуму (или минимуму) свойств. Точку перелома называют сингулярной (особой) точкой.

→ проводить физико-химический анализ сплавов, т.е. изучать изменения свойств сплавов в зависимости от изменения состава;

→ определить уровень технологических свойств:

- хорошо деформируются и хорошо свариваются сплавы с типом диаграммы А (диаграммы состояния сплавов, компоненты которых неограниченно растворимы друг в друге)

- наилучшие литейные свойства имеют эвтектические сплавы (типы диаграмм: Б - диаграммы состояния сплавов, компоненты которых нерастворимы друг в друге; В - диаграммы состояния сплавов, компоненты которых образуют промежуточную фазу A_nB_m; Г - диаграммы состояния сплавов, компоненты имеют ограниченную переменную растворимость).

→ создавать сплавы с особыми физическими свойствами (при растворении 30 % Ni в Fe теряются ферромагнитные свойства при $t_{\text{комн}}$; твёрдый раствор Fe с 13 % Cr делает его коррозионно-стойким; и т.п.);

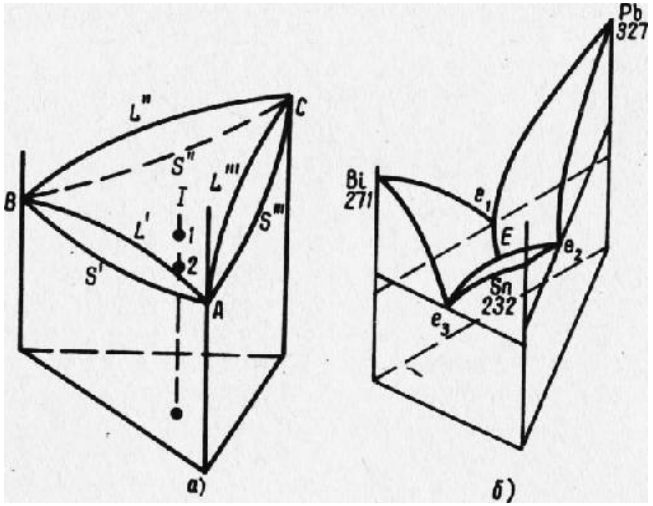
- для любого сплава определить его Т.О. (*какую сделать и зачем*)

Из рассмотренных выше типов диаграмм следует, что сплав может оказаться только всего лишь в трёх ситуациях:

1) в сплаве нет превращений вплоть до температуры плавления;
2) сплав при нагреве пересекает линию переменной растворимости;
3) в сплаве происходит смена КР.

Значит существует всего три подхода Т.О.:

1) Т.О. сплавов, не имеющих фазовых превращений;
2) Т.О. сплавов, имеющих ограниченную переменную растворимость компонентов в твёрдом состоянии;
3) Т.О. сплавов, компоненты которых имеют полиморфное превращение.



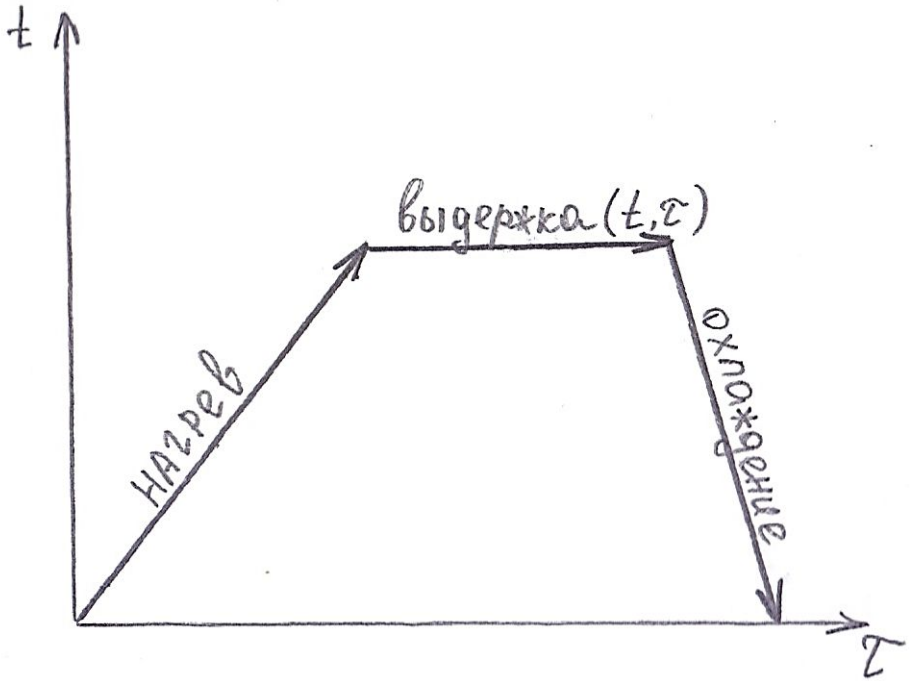
Тройная диаграмма для системы Bi-Pb-Sn

Глава V «Влияние термической обработки на структуру и свойства сплавов»

§ 1. Общие понятия

Термическая обработка (Т.О.) – это тепловое воздействие на металл/сплав (изделие), приводящее к изменению его структуры и свойств.

Т.О. может состоять из одной или нескольких операций.



$\tau_{\text{выдержки}}$ иногда не указывается

Самое важное для каждой операции Т.О. – куда нагреть и как охладить !

Виды Т.О.:

→ Отжиг – термическая обработка, заключающаяся в нагреве (как правило, медленном) металла/сплава (изделия) до определённой температуры, выдержке (длительные) и последующем охлаждении (всегда медленном - $\sim 20 \div 200$ °C/час, как правило, с печью), проводимая с целью получения структуры наиболее близкой к равновесной.

Отжиг делится на два типа:

- отжиг I рода

в процессе такого отжига фазовые (полиморфные) превращения отсутствуют, а если они и протекают, то не оказывают решающего влияния на конечную структуру; целью такого отжига является снятие химической или физической неоднородности, созданных предыдущими обработками; проводят для любых металлов и сплавов.

- отжиг II рода

в процессе такого отжига протекающие фазовые превращения приводят к достижению практически равновесного структурного состояния; т.е. основное отличие отжига II рода от отжига I рода заключается в протекании фазовой перекристаллизации; проводят для металлов и сплавов, испытывающих фазовые превращения в твердом состоянии при нагреве и охлаждении.

- Нормализация – это термическая обработка стали, при которой сталь нагревают на $30 \div 50$ °C выше верхних критических температур A_3 или A_{cm}, проводят выдержку при этих температурах и охлаждают на спокойном воздухе. Таким образом для сталей, нормализация от отжига отличается более быстрым охлаждением изделия (примерно в 2 раза).

- Закалка – термическая обработка сплавов, заключающаяся в нагреве (температуры нагрева всегда связаны с критическими точками), выдержке сплава (изделия) и быстром охлаждении (нагретая деталь помещается в закалочный бак, в котором находится закалочная среда: вода ($\upsilon_{охл} = \sim 600$ °C/сек), минеральное масло ($\upsilon_{охл} = \sim 60$ °C/сек), соляной раствор $H_2O + 10\%\ NaCl$ ($\upsilon_{охл} = \sim 1200$ °C/сек)), проводимая с целью получения неравновесного структурного состояния.

Закалка никогда не бывает последней операцией !!!

А что проводят после закалки? – Смотря какой сплав, это может быть: старение или отпуск

- Старение – термическая обработка, проводимая после закалки без полиморфного превращения (на твёрдый раствор), заключающаяся в выдержке металла/сплава (изделия) при одной или нескольких температурах с целью дисперсионного (т.е. дисперсными частицами) упрочнения (твердения).
- Отпуск – термическая обработка, проводимая после закалки с полиморфным превращением (закалённого на мартенсит сплава), заключающаяся нагреве (до температуры нижней критической точки), выдержке и охлаждении, при котором происходит распад мартенсита.

Как при старении, так и при отпуске происходят структурные изменения, приближающие структуру к равновесию.

Термическую обработку подразделяют на предварительную и окончательную.

- Предварительная Т.О. – применяется для подготовки структуры и свойств материала для последующих технологических операций (для обработки давлением, улучшения обрабатываемости резанием).

Операции: отжиг, нормализация

- Окончательная Т.О. – формирует свойства готового изделия.

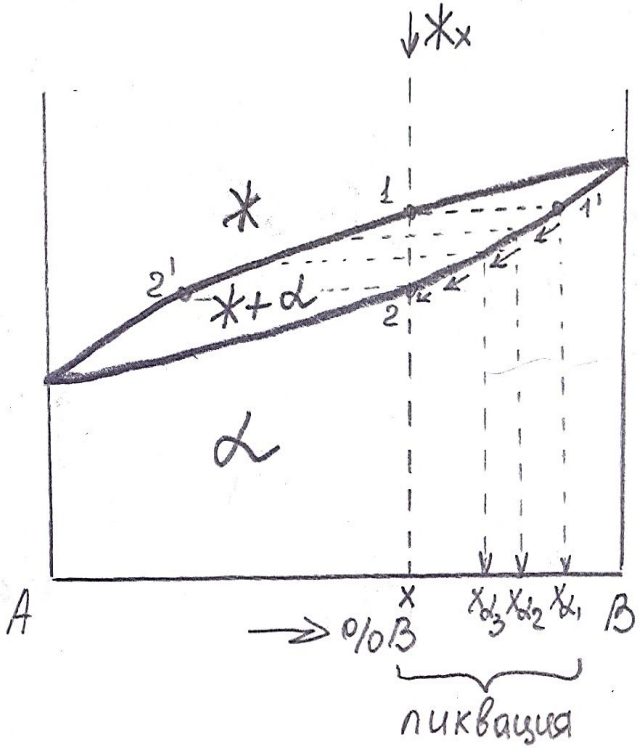
Операции: закалка, старение, отпуск.

§ 2. Т.О. сплавов, не связанная с фазовыми превращениями.

Т.е. для таких сплавов используют различные виды отжига I рода. Цели могут быть разные. Но общее всегда одно – <u>структура приближается к равновесной и не повышается прочность</u>.

<u>А. Диффузионный (гомогенизационный) отжиг.</u>

Проблема – наличие химической неоднородности (ликвации) в отливках.



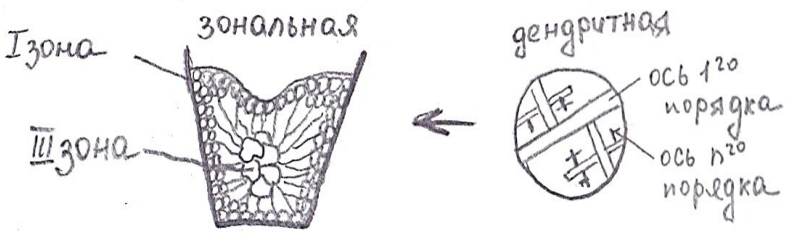
Первые и следующие за ними кристаллы, образующие при кристаллизации жидкой фазы будут иметь разный химический состав.

Решение – требуется обеспечить протекание диффузии.

Рычаг воздействия – диффузионный отжиг

$$t_{\text{диф.отжига}} \cong 0{,}8 \div 0{,}9 * t_{\text{плавл}}$$

$$\tau_{\text{выд.}} - \text{длительное}$$

$$(\text{для стали } 20 \ - 50 \text{ ч.},$$

$$\text{для } Al \text{ сплавов } 20 - 30 \text{ ч.})$$