

## Домашнее задание № 2

### Тема: АНАЛИЗ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВОЙНЫХ СПЛАВОВ

**Цель работы** – анализ диаграммы состояния двойных сплавов; информация о структуре сплавов различного химического состава; прогноз свойств сплавов; определение оптимальной технологии и режимов их обработки.

#### Порядок выполнения работы

Выбрать **вариант задания** (см. файл с номерами вариантов), перерисовать диаграмму состояния и проанализировать её.

#### Анализ диаграммы состояния:

1. Отметить линию ликвидуса и линию солидуса. Указать фазы во всех областях диаграммы (на рисунке).
2. Описать характер взаимодействия компонентов данной системы в жидком и твердом состояниях. Установить, какие фазы образуются при сплавлении компонентов, дать их характеристику.
3. Написать, какому превращению при охлаждении и нагреве соответствует каждая линия диаграммы.
4. Описать превращения, происходящие в одном из сплавов (номер линии соответствует последней цифре студенческого билета) при медленном охлаждении из жидкого состояния до температуры, соответствующей оси абсцисс диаграммы.

#### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Нарисовать выбранную в соответствии с вариантом диаграмму и указать на ней фазы в двухфазных областях.
3. Анализ диаграммы по пунктам 1-5.

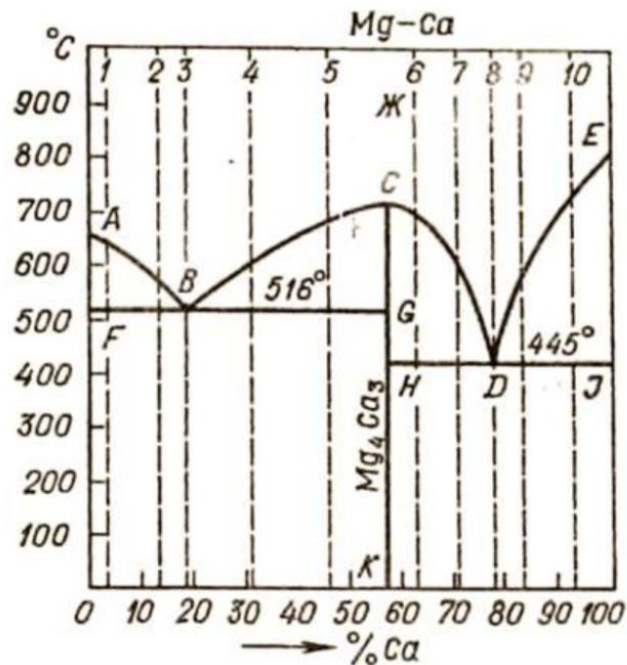


Рис. 1. Вариант 1

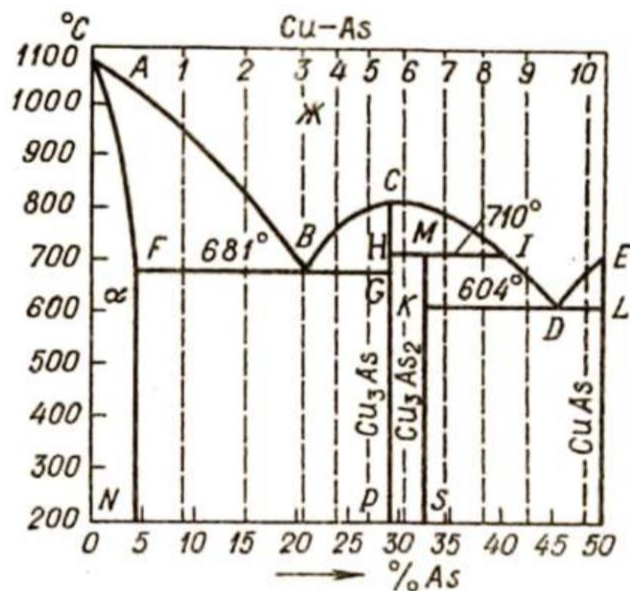


Рис. 2. Вариант 2

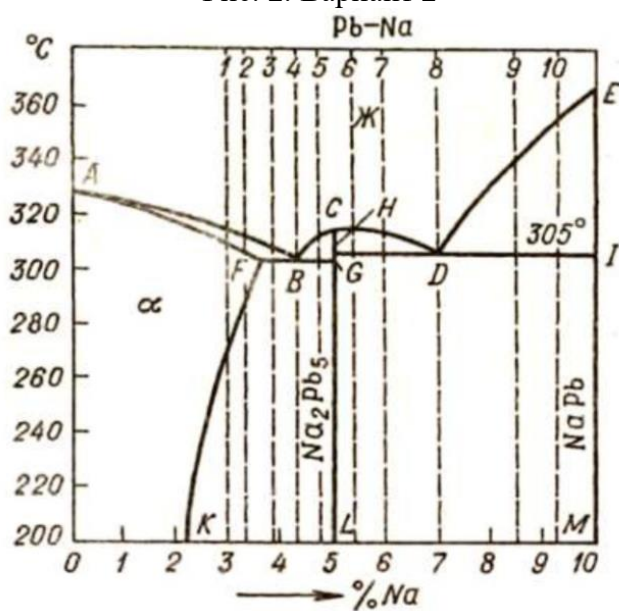


Рис. 3. Вариант 3

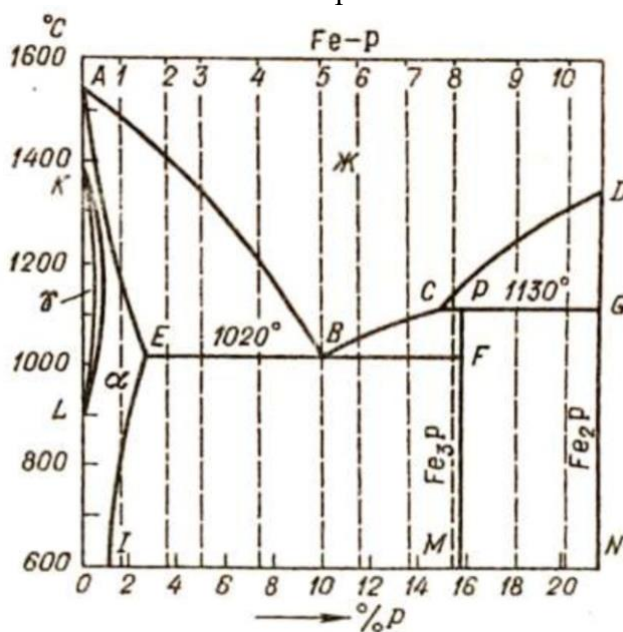


Рис. 4. Вариант 4

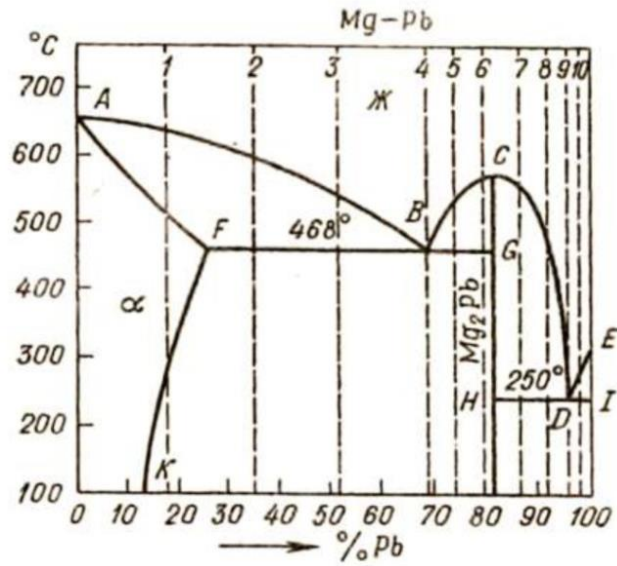


Рис. 5. Вариант 5

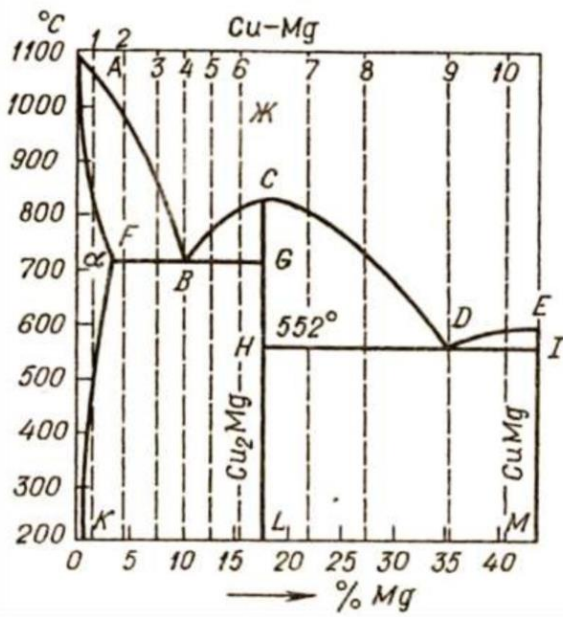


Рис. 6. Вариант 6

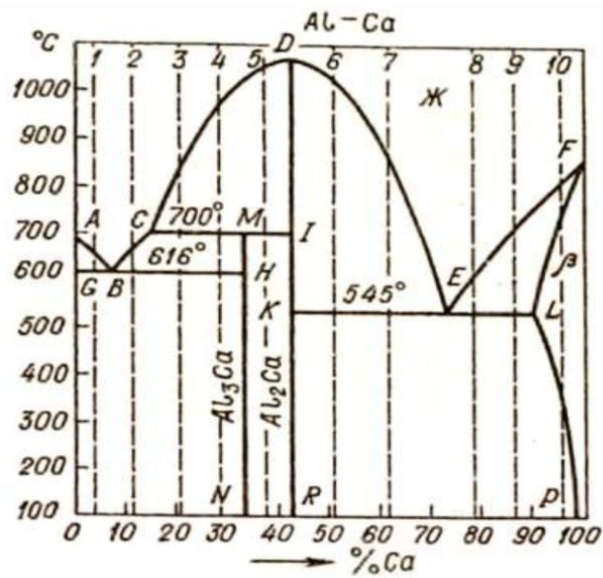


Рис. 7. Вариант 7

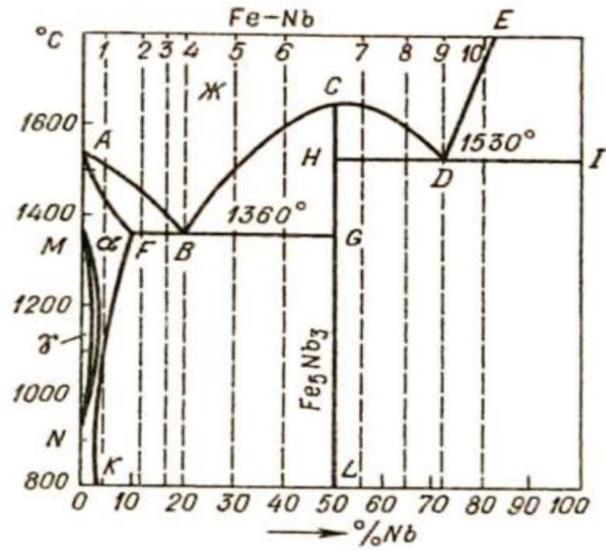


Рис. 8. Вариант 8

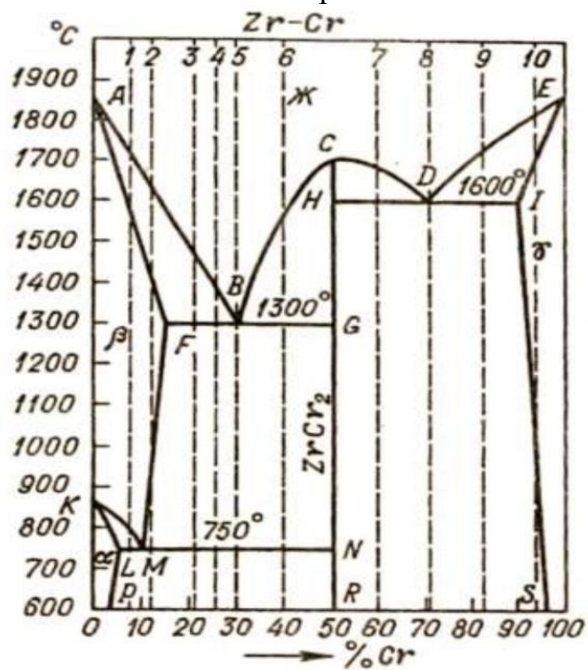


Рис. 9. Вариант 9

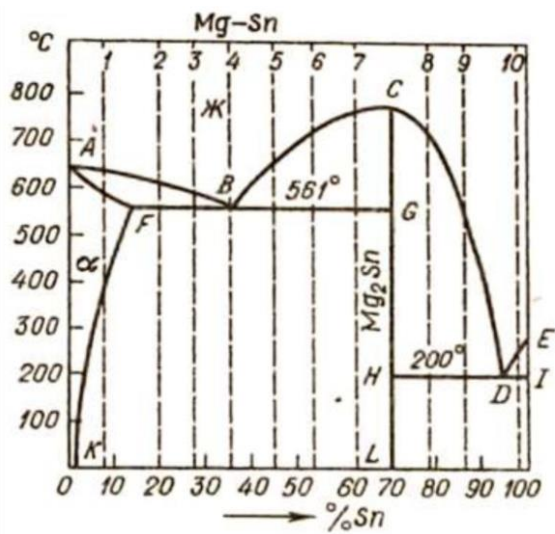


Рис. 10. Вариант 10



### ПРИМЕР анализа диаграммы Cu-Ag:

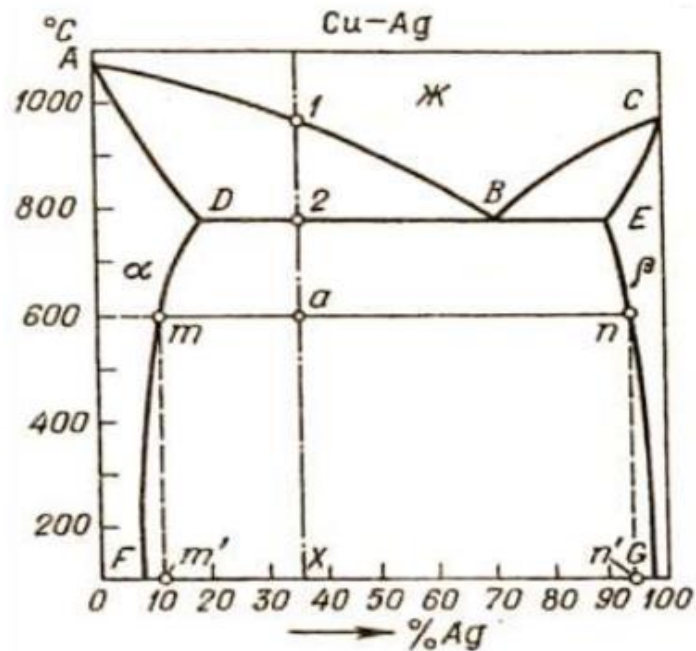


Рис 11. Диаграмма состояния Cu-Ag

1. Компонентами данной системы являются химические элементы Cu и Ag. Из рисунка диаграммы следует, что в жидком состоянии (выше линии ликвидус ABC) они неограниченно растворяются друг в друге, образуя фазу Ж (жидкий раствор). В твердом состоянии (ниже линии солидус ADEC) компоненты ограниченно растворяются друг в друге, образуя твердые растворы  $\alpha$  и  $\beta$  – твердый раствор на основе Cu, т. е. раствор Ag в Cu, а  $\beta$  – твердый раствор Cu в Ag. Взаимная растворимость компонентов повышается с увеличением температуры: Ag в Cu – по линии FD, Cu в Ag – по линии GE.

Таким образом, в данной системе существуют следующие фазы:

Ж – жидкий раствор Cu и Ag;

$\alpha$  – твердый раствор Ag в Cu;

$\beta$  – твердый раствор Cu в Ag.

2. Однофазные области существования этих фаз обозначены на рисунке диаграммы. Все остальные области диаграммы – двухфазные. В данном случае - это:

область ABD – фазы Ж +  $\alpha$ ;

область BCE – фазы Ж +  $\beta$ ;

область FDEG – фазы  $\alpha$  +  $\beta$ .

3. Теперь, когда фазы указаны во всех областях диаграммы, нетрудно описать превращения, происходящие на каждой линии диаграммы при охлаждении и нагреве сплавов:

– линия AB – начало кристаллизации фазы  $\alpha$  из жидкости при охлаждении или конец ее растворения в жидкости при нагреве;

– линия AD – конец кристаллизации фазы  $\alpha$  при охлаждении или начало ее растворения в жидкости при нагреве;

– линия BC – начало кристаллизации фазы  $\beta$  из жидкости при охлаждении или конец ее растворения в жидкости при нагреве;

– линия CE – конец кристаллизации фазы  $\beta$  при охлаждении или начало ее растворения в жидкости при нагреве;

– линия DBE – эвтектическое превращение; при охлаждении происходит затвердевание жидкости эвтектического состава (Ж<sub>В</sub>) в смесь двух твердых фаз определенного состава ( $\alpha_D$  и  $\beta_E$ ) – эвтектику:



При нагреве происходит обратное превращение – смесь кристаллов двух фаз (эвтектика) одновременно расплавляется, переходит в жидкую фазу;

– линия DF – линия предельной растворимости Ag в Cu. Видно, что максимально возможное содержание Ag в Cu (в  $\alpha$ -твердом растворе) понижается с уменьшением температуры, поэтому при охлаждении ниже линии DF из  $\alpha$ -фазы выделяется избыток Ag в виде вторичных кристаллов  $\beta(\beta_{II})$ .

При нагреве на этой линии заканчивается растворение кристаллов  $\beta_{II}$  в  $\alpha$ -растворе;

– линия EG – аналогична DF (линия предельной растворимости Cu в Ag) – начало выделения  $\alpha_{II}$  из  $\beta$  при охлаждении или конец растворения  $\alpha_{II}$  в  $\beta$  при нагреве.

4. Рассмотрим превращения, происходящие в сплаве состава X при его медленном охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Прежде всего, необходимо обозначить на рисунке «критические точки» выбранного сплава – температуры, при которых происходят фазовые превращения – это точки пересечения вертикали, соответствующей химическому составу данного сплава, с линиями диаграммы. В рассматриваемом случае – это точки «1» и «2».

В точке 1 начинается кристаллизация – из жидкости выпадают первые кристаллы  $\alpha$ . При дальнейшем охлаждении (до точки 2) количество кристаллов  $\alpha$  возрастает, количество жидкой фазы уменьшается. Вблизи точки 2 оставшаяся жидкость приобретает эвтектический состав (Ж<sub>B</sub>) и согласно реакции (1) превращается в эвтектику. Поэтому окончательная структура сплава X состоит из эвтектики ( $\alpha + \beta$ ) и избыточных кристаллов  $\alpha$ , образовавшихся в интервале температур между точками 1, 2.

Таким образом, структура данного сплава содержит две основные структурные составляющие и может быть записана как  $\alpha + \varepsilon(\alpha + \beta)$ .

## РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### **Основная литература:**

1. Арзамасов В.Б. Материаловедение: Учебник для вузов / В.Б. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. – М.: Альянс, 2012. – 648 с.
3. Лахтин Ю.М. Материаловедение: Учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Альянс, 2009. – 528 с.
4. Солнцев Ю.П. Материаловедение / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин. - СПб.: Химиздат, 2007. – 784 с.