

## Задания по материаловедению для дистанционного обучения

Задания для дистанционного обучения состоит из двух тем и практического занятия.

Задания выполняются в отдельной тетради 12 (18) листов, тетрадь подписывается (Ф.И., группа, предмет).

Задания выданы на период 23.03.2020 – 28.03.2020

### Форма оценивания темы:

Оценка «3» ставится, если сделан полный конспект

Оценка «4», «5» ставится, если сделан полный конспект и выполнено практическое занятие.

### Критерии оценивания конспекта:

- соответствие содержания теме;
- правильная структурированность информации;
- наличие логической связи изложенной информации;
- аккуратность выполнения работ.

## СПЛАВЫ

Сплавы – это сложные вещества, получаемые сплавлением или спеканием двух и более компонентов.

Элементы, из которых получен сплав, называют компонентами.

Сплавы могут состоять только из металлов (латунь – сплав меди и цинка); или металлов и неметаллов (стали и чугуны – сплавы железа и углерода).

Строение сплава зависит от того, в какие взаимодействия вступают компоненты, составляющие сплав. В зависимости от характера взаимодействия компонентов различают сплавы:

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

Твердые растворы – это твердая фаза, содержание компонентов в которых может изменяться без нарушения типа кристаллической решетки основного компонента. В твердом растворе одно из входящих в состав сплава веществ сохраняет присущую ему кристаллическую решетку, а второе вещество, утратив свое кристаллическое строение, в виде отдельных атомов распределяется в кристаллической решетке первого. Например, феррит, аустенит.

В зависимости от характера распределения атомов растворимого элемента различают твердые растворы:

- внедрения – атомы растворимого компонента внедряются между атомами основного элемента;
- замещения – атомы растворимого компонента замещают часть атомов основного элемента в кристаллической решетке;

- вычитания – соединение, в котором некоторые позиции одного из компонентов в кристаллической решетке оказываются не занятыми.

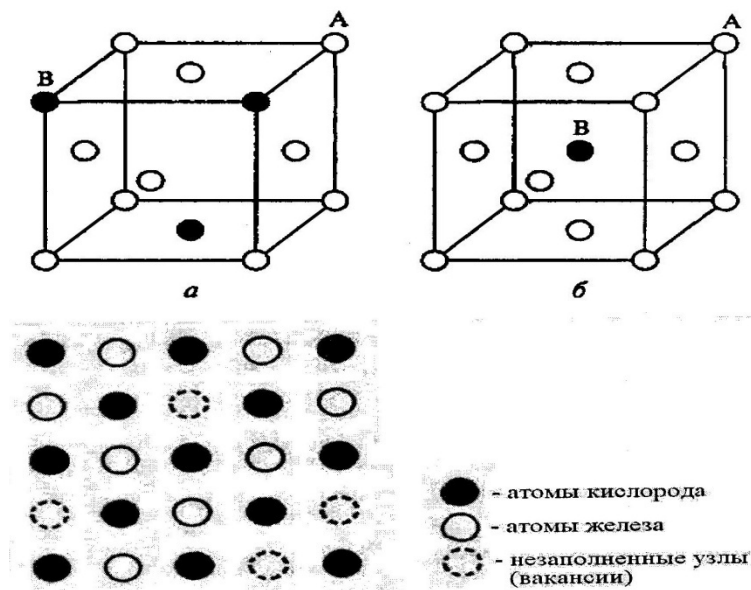


Рисунок 1 – Кристаллическая решетка твердого раствора замещения (а) и твердого раствора внедрения (б), вычитания (в)

Твердые растворы образуются в сплавах: медь – никель; медь – золото; серебро – золото; никель – золото; железо – хром; железо – ванадий; бериллий – сурьма.

Механические смеси (эвтектики, эвтектоиды) – микроскопически малые, тесно перемешанные и связанные между собой компоненты сплава, состоящие из чистых металлов, твердых растворов и химических соединений. Такая форма взаимодействия возникает при больших различиях в свойствах входящих в сплав металлов.

Например: ледебурит – смесь кристаллов цементита и аустенита, которая при охлаждении превращается в перлит; перлит – смесь феррита и цементита.

Эвтектики образуются из жидкого сплава при охлаждении и характеризуются самой низкой температурой затвердевания смеси, хорошими литейными качествами и высокими механическими свойствами. Эвтектоиды образуются при распаде твердого раствора. В сплавах, отличных по составу от эвтектических при затвердевании в первую очередь выпадает компонент, избыточный по отношению к эвтектическому. Механические смеси образуются в сплавах: висмут – кадмий; свинец – сурьма

Сплавы химические соединения – образуются между компонентами, значительно различающимися по строению и свойствам и на основании общих химических законов (особенности сплава: образуется новая кристаллическая решетка, отличная от кристаллических решеток каждого из элементов сплава, индивидуальные свойства, конкретная температура плавления). Например: цементит ( $Fe_3C$ ). Химические соединения повышают твердость и хрупкость металлов.

### *Диаграмма состояния сплава*

Диаграмма состояния сплавов представляет собой графическое изображение состояния фаз, образующихся в результате взаимодействия компонентов сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов.

Строится в системе прямоугольных координат, где по вертикальной оси откладывается температура, а по горизонтальной – концентрация компонентов.

В левом углу диаграммы (рисунок 2) находится 100 % одного компонента (точка А), а в правом – 100 % другого компонента (точка В).

Любая точка, взятая на диаграмме называется фигуративной. Фигуративная точка *b* определяет химический состав (концентрацию компонентов) и температуру сплава путем проекции этой точки на соответствующие оси диаграммы. Вертикальные линии, проведенные на диаграмме состояния и отвечающие сплаву определенного состава, называются линиями фигуративных точек сплава.

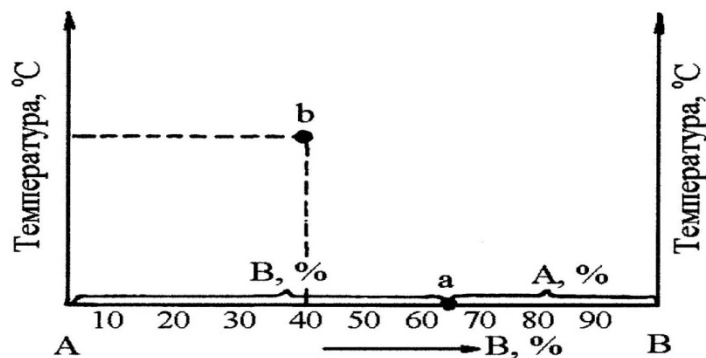


Рисунок 2 – Определение концентрации компонентов и температуры в фигуративных точках *a* и *б*

По диаграмме состояния можно определить температуру плавления, кристаллизации и аллотропических превращений в сплавах, примерно оценить физико-механические свойства сплава, правильно выбрать технологические режимы термической обработки, обработки давлением и др.

Диаграммы состояния строятся на основании результатов экспериментальных исследований структуры и свойств сплавов различного состава.

Для этой цели строят серию кривых охлаждения, охватывающих широкий интервал возможных концентраций.

Термические кривые могут иметь различный вид (рисунок 3), но на каждой кривой точка *l* означает начало кристаллизации, а точка *s* – конец кристаллизации жидкой фазы.

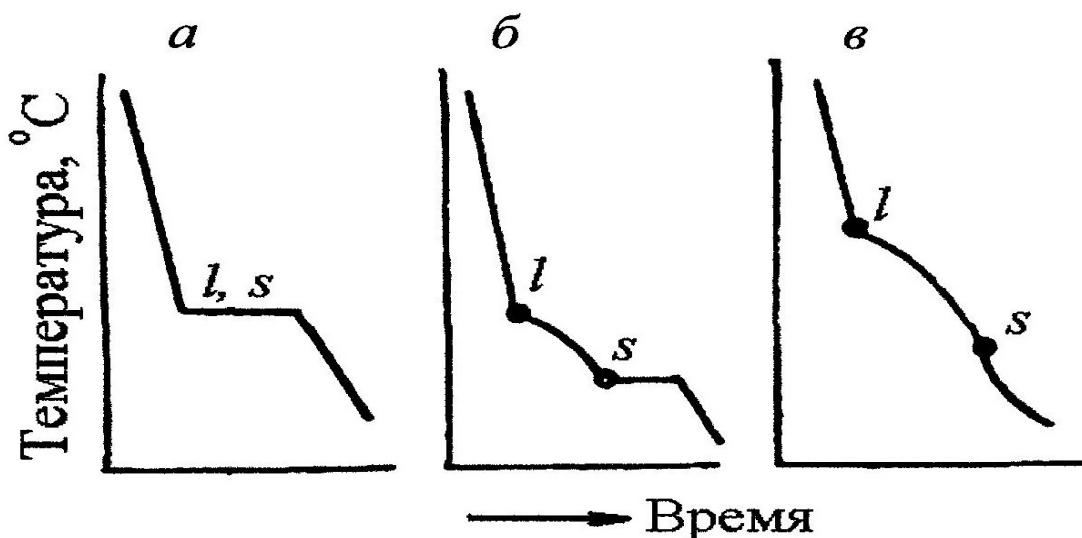


Рисунок 3 – Термические кривые охлаждения: *a* – чистый металл; *б* – сплав свинца с сурьмой; *в* – сплав меди с никелем

Эти точки могут быть установленными разными методами исследования, например, термическим.

Рассмотрим примеры основных диаграмм состояния двойных систем.

Рассмотрим диаграмму состояния сплава с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (второго рода). Например, сплав меди и никеля (сплав второго рода)

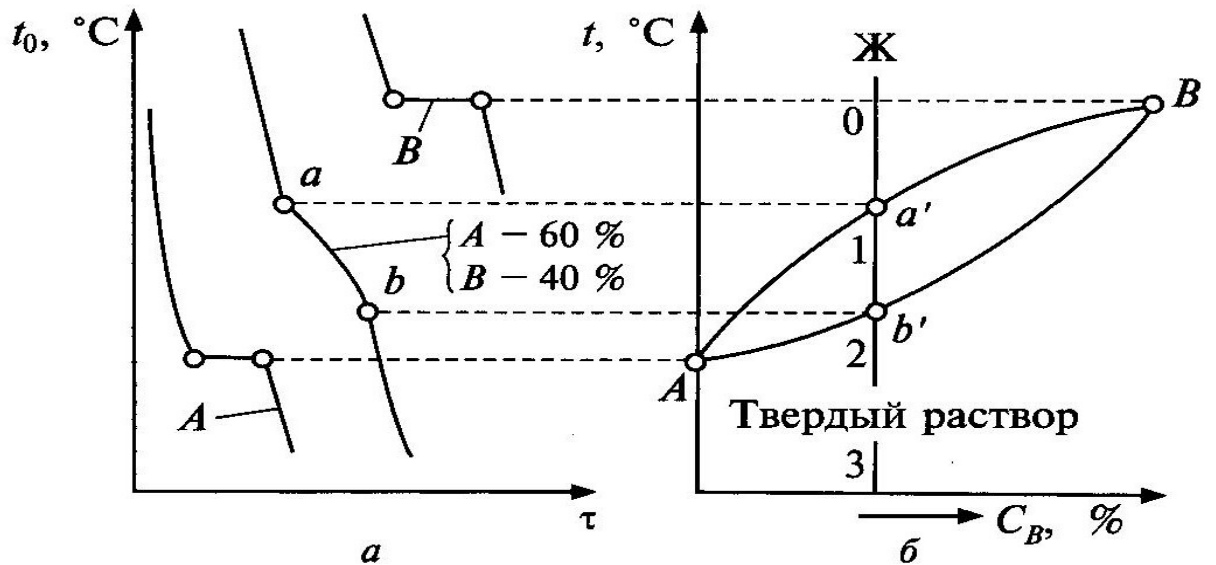


Рисунок 4 - Диаграмма состояния сплава Cu – Ni

Допустим, жидкие сплавы металлов А и В разной концентрации подвергаются охлаждению. У каждого металла соответственно свои температуры начала и конца кристаллизации (рисунок 4,а), а у сплава другие значения температур начала и конца кристаллизации. Если получить серию кривых охлаждения сплавов с различными соотношениями А и В, то по критическим точкам (а и б) можно построить линии Аа'В (начала) и Аб'В (конца) кристаллизации (рисунок 4,б). Линия Аа'В – линия ликвидуса (жидкий) линия начала кристаллизации. Линия Аб'В – линия солидуса (твердый). Выше линии Аа'В сплав состоит из однородного жидкого раствора, между линиями – из кристаллов твердого раствора и жидкой фазы, а ниже линии Аб'В – из однородного твердого раствора.

Рассмотри диаграмму сплава первого рода (сплав смеси) свинец - сурьма.

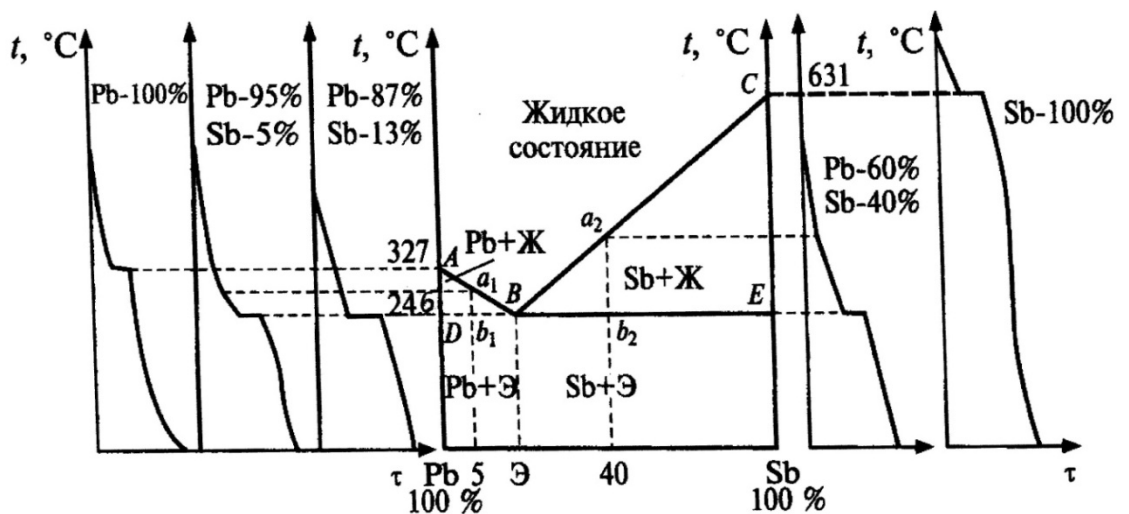


Рисунок 5 – Диаграмма состояния сплава при ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии

Оба компонента неограниченно растворимы в жидком состоянии, но не растворимы в твердом состоянии и не образуют химических соединений.

При температуре выше ликвидуса ABC сплавы находятся в жидком состоянии. При температуре 246°C происходит кристаллизация одновременно свинца и сурьмы. Ниже этой температуры (линия DBE) сплавы находятся в твердом состоянии

Одновременная кристаллизация свинца и сурьмы протекает при постоянной температуре и образуется тонкая механическая смесь. Сплав такого состава называют эвтектическим, а получающаяся механическая смесь из одновременно закристаллизовавшихся элементов - эвтектикой. Эвтектический сплав (греч. – легко плавящийся) имеет самую низкую температуру затвердевания и кристаллизуется при постоянной температуре. Сплавы, содержащие менее 13 % сурьмы, называют доэвтектическими, а более 13 % сурьмы – заэвтектическими. Линия DBE называется линией эвтектического превращения. Точка В – точкой эвтектики.

Доэвтектический сплав, содержащий 5 % Sb, выше линии ликвидуса находится в жидком состоянии. При охлаждении в ( $\cdot$ )  $a_1$  из жидкого раствора выпадают кристаллы свинца, т.к. в этом сплаве свинец находится в избыточном количестве по сравнению с эвтектическим составом. При дальнейшем охлаждении продолжается рост имеющихся и выпадение новых кристаллов свинца. Химический состав жидкой фазы будет менять по линии ликвидуса (от точки А к точке В). Количество свинца в жидком растворе будет уменьшаться. При температуре 246°C происходит кристаллизация всего оставшегося жидкого раствора.

## ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ

Сталь содержит менее 2,14 % углерода, меньше, чем в чугунах, кремния, марганца, серы, фосфора и других примесей. Сталь отличается высокой прочностью, вязкостью, пластичностью, легко поддается механической и термической обработке. Исходный материал для получения стали: перелый чугун, металлический лом, железорудные окатыши, ферросплавы. В качестве флюсов используется известняк, известь, боксит, плавиковый шпат, кварцевый песок.

Сталь получается из чугуна путем удаления значительного количества углерода и примесей вследствие их окисления (выжигания). Особенно важно удалить вредные примеси серы и фосфора, которые придают стали хрупкость. В качестве окислителей используют кислород, воздух, окалину и железную руду.

Сталеплавильный процесс делится на три этапа:

- окисление – удаление из чугуна избытка углерода, марганца, кремния и фосфора;
- рафинирование – очистка стали от вредных примесей (серы и фосфора);
- раскисление – восстановление железа из FeO (удаление кислорода, т.к. кислород, находящийся в стали, понижает ее механические свойства).

Используют такие сталеплавильные процессы, как

- конвертерный способ получения стали (бессемеровский и кислородно-конвертерный), которые основаны на использовании конвертера – стального сосуда, футерованного огнеупором.
- выплавка стали в мартеновских печах;
- производство стали в электропечах.

Жидкая сталь в зависимости от содержания кислорода затвердевает как спокойный, полуспокойный или кипящий слиток.

Чем ниже содержание кислорода в стали, тем меньше он реагирует с углеродом и тем спокойнее происходит кристаллизация, т.е. без образования пузырьков (без «кипения») и усадочных раковин.

Усадочная раковина возникает в слитке в результате усадки (уменьшения объема) металла при переходе из жидкого состояния в твердое.

#### *Классификация и обозначение сталей*

Основным признаком, по которому классифицируются стали, является их химический состав. Он определяет марку и название стали.

По химическому составу стали подразделяют на углеродистые и легированные.

Углеродистыми называют стали, в которых отсутствуют специальные добавки легирующих элементов, но имеется небольшое количество примесей (марганец, кремний), обусловленное технологией выплавки.

В зависимости от содержания углерода углеродистые стали бывают:

- низкоуглеродистые (до 0,25 %);
- среднеуглеродистые (0,3 – 0,6 %);
- высокоуглеродистые (более 0,6 %).

По назначению углеродистые стали делят на конструкционные и инструментальные.

Углеродистые конструкционные стали

Конструкционные стали применяются для изготовления конструкций и сооружений, деталей машин и механизмов. Углеродистые конструкционные стали производят обыкновенного качества и качественные.

Углеродистые стали обыкновенного качества являются основным материалом, применяемым в машиностроении и в строительных металлоконструкциях.

Углеродистая сталь обыкновенного качества изготавливают следующих марок: Ст0; Ст1кп, Ст1пс; Ст1сп; Ст2кп; Ст2пс; Ст2сп; Ст3кп; Ст3пс; Ст3сп; Ст3Гпс; Ст3Гсп; Ст4кп; Ст4пс; Ст4сп; Ст4пс; Ст5сп; Ст5Гпс; Ст6пс; Ст6сп. Ст – сталь; цифры – условный номер марки, буквы «кп», «сп», «пс» - степень раскисления (кипящая, полуспокойная, спокойная). ; буква Г свидетельствует о повышенном содержании марганца.

Качественные углеродистые стали выпускаются следующих марок: 08,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,58,60; 05кп,08кп,08пс,10кп,10пс,11кп,15кп,15пс,18кп,20кп и 20пс.

В обозначении качественных углеродистых сталей слово сталь или Ст в марке стали не пишется, а ставятся двузначные числа, показывающие содержание углерода в сотых долях процента. По степени раскисления обозначают «кп» и «сп», спокойную – без индекса.

Если сталь предназначена для изготовления отливок, к марке углеродистой качественной конструкционной стали добавляется буква «Л», которая ставится в конце марки, например, 15Л,20Л,25Л,30Л,35Л,40Л,45Л,50Л.

Углеродистые инструментальные стали применяются для изготовления режущего и измерительного инструмента, а также инструментов, применяемых при обработке давлением (штампов, бойков и т.д.).

Углеродистые инструментальные стали маркируют буквой «У» с цифрой, обозначающей среднее содержание углерода, выраженное в десятых долях процента. Например, сталь марки У8 содержит в среднем 0,8 % углерода, сталь У10 – 1% и т.д.

Инструментальные стали выпускают качественные и высококачественные. Для высококачественных сталей в конце марки ставят букву «А». Например, У8А или У10А. Из сталей У7, У8, У8А изготавливают зубила, молотки, ножи, метчики, отвертки и другие изделия, которые подвергаются ударным нагрузкам. Из сталей с более высоким содержанием углерода (У10, У11, У10А, У12А, У13А) изготавливают напильники, надфили, фрезы, развертки, плашки, ножовочные полотна и др.