

Ув. студенты! Ознакомьтесь с лекционным материалом и ответить на контрольные вопросы письменно. Ответы на контрольные вопросы предоставить

до **22.01** на электронный адрес преподавателя

[vika-lnr@mail.ru](mailto:vika-lnr@mail.ru)

Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

## ЛЕКЦИЯ

### Тема: **Общая теория сплавов. Строение, кристаллизация и свойства сплавов.**

Цель: изучение теории сплавов

#### План

1. Понятие о сплавах и методах их получения
2. Основные понятия в теории сплавов.
3. Особенности строения, кристаллизации и свойств сплавов: механических смесей, твердых растворов, химических соединений
4. Классификация сплавов твердых растворов.
5. Кристаллизация сплавов.

#### **Понятие о сплавах и методах их получения**

Под сплавом понимают вещество, полученное сплавлением двух или более элементов. Возможны другие способы приготовления сплавов: спекания, электролиз, возгонка. В этом случае вещества называются псевдосплавами.

Сплав, приготовленный преимущественно из металлических элементов и обладающий металлическими свойствами, называется металлическим сплавом. Сплавы обладают более разнообразным комплексом свойств, которые изменяются в зависимости от состава и метода обработки.

#### **Основные понятия в теории сплавов.**

*Система* – группа тел выделяемых для наблюдения и изучения.

В металловедении системами являются металлы и металлические сплавы. Чистый металл является простой однокомпонентной системой, сплав – сложной системой, состоящей из двух и более компонентов.

*Компоненты* – вещества, образующие систему. В качестве компонентов выступают чистые вещества и химические соединения, если они не диссоциируют на составные части в исследуемом интервале температур.

*Фаза* – однородная часть системы, отделенная от других частей системы поверхностного раздела, при переходе через которую структура и свойства резко меняются.

*Вариантность (С)* (число степеней свободы) – это число внутренних и внешних факторов (температура, давление, концентрация), которые можно изменять без изменения количества фаз в системе.

Если вариантность  $C = 1$  (моновариантная система), то возможно изменение одного из факторов в некоторых пределах, без изменения числа фаз.

Если вариантность  $C = 0$  (нонвариантная система), то внешние факторы изменять нельзя без изменения числа фаз в оистеме

Существует математическая связь между числом компонентов ( $K$ ), числом фаз ( $\Phi$ ) и вариантностью системы ( $C$ ). Это *правило фаз* или *закон Гиббса*

$$C = K - \Phi + 2$$

Если принять, что все превращения происходят при постоянном давлении, то число переменных уменьшится

$$C = K - \Phi + 1$$

где:  $C$  – число степеней свободы,  $K$  – число компонентов,  $\Phi$  – число фаз, 1 – учитывает возможность изменения температуры.

### Особенности строения, кристаллизации и свойств сплавов: механических смесей, твердых растворов, химических соединений

Строение металлического сплава зависит от того, в какие взаимодействия вступают компоненты, составляющие сплав. Почти все металлы в жидком состоянии растворяются друг в друге в любых соотношениях. При образовании сплавов в процессе их затвердевании возможно различное взаимодействие компонентов.

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

1. механические смеси;
2. химические соединения;
3. твердые растворы.

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, когда сила взаимодействия между однородными атомами больше чем между разнородными. Сплав состоит из кристаллов входящих в него компонентов (рис. 4.1). В сплавах сохраняются кристаллические решетки компонентов.

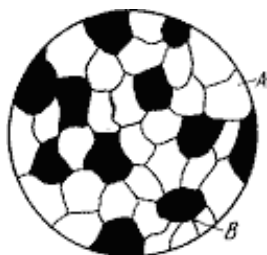


Рис. 4.1. Схема микроструктуры механической смеси

Сплавы *химические соединения* образуются между элементами, значительно различающимися по строению и свойствам, если сила взаимодействия между разнородными атомами больше, чем между однородными.

#### Особенности этих сплавов:

1. Постоянство состава, то есть сплав образуется при определенном соотношении компонентов, химическое соединение обозначается  $A_n B_m$
2. Образуется специфическая, отличающаяся от решеток элементов, составляющих химическое соединение, кристаллическая решетка с правильным упорядоченным расположением атомов (рис. 4.2)
3. Ярко выраженные индивидуальные свойства
4. Постоянство температуры кристаллизации, как у чистых компонентов

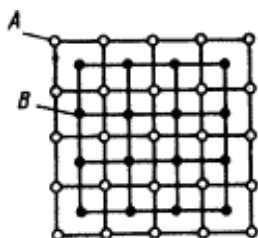


Рис. 4.2. Кристаллическая решетка химического соединения

Сплавы *твердые растворы* – это твердые фазы, в которых соотношения между компонентами могут изменяться. Являются кристаллическими веществами.

ми.

Характерной особенностью твердых растворов является: наличие в их кристаллической решетке разнородных атомов, при сохранении типа решетки растворителя.

Твердый раствор состоит из однородных зерен (рис. 4.3).

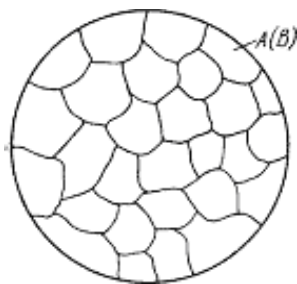


Рис.4.3. Схема микроструктуры твердого раствора

### Классификация сплавов твердых растворов.

По степеням растворимости компонентов различают твердые растворы:

- с неограниченной растворимостью компонентов;
- с ограниченной растворимостью компонентов.

При неограниченной растворимости компонентов кристаллическая решетка компонента растворителя по мере увеличения концентрации растворенного компонента плавно переходит в кристаллическую решетку растворенного компонента.

Для образования растворов с неограниченной растворимостью необходимы:

1. изоморфность (однотипность) кристаллических решеток компонентов;
2. близость атомных радиусов компонентов, которые не должны отличаться более чем на 8...13 %.
3. близость физико-химических свойств подобных по строению валентных оболочек атомов.

При ограниченной растворимости компонентов возможна концентрация растворенного вещества до определенного предела, При дальнейшем увеличении концентрации однородный твердый раствор распадается с образованием двухфазной смеси.

По характеру распределения атомов растворенного вещества в кристаллической решетке растворителя различают твердые растворы:

- замещения;
- внедрения;
- вычитания.

В растворах замещения в кристаллической решетке растворителя часть его атомов замещена атомами растворенного элемента (рис. 4.4 а). Замещение осуществляется в случайных местах, поэтому такие растворы называют неупорядоченными твердыми растворами.

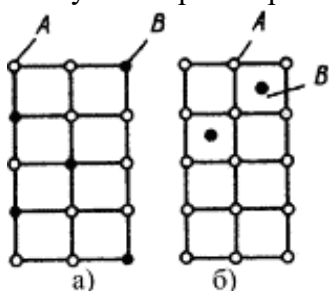


Рис.4.4. Кристаллическая решетка твердых растворов замещения (а), внедрения (б)

При образовании растворов замещения периоды решетки изменяются в зависимости от разности атомных диаметров растворенного элемента и растворителя. Если атом растворенного элемента больше атома растворителя, то элементарные ячейки увеличиваются, если меньше – сокращаются.

В первом приближении это изменение пропорционально концентрации растворенного компонента. Изменение параметров решетки при образовании твердых растворов – важный момент, определяющий изменение свойств. Уменьшение параметра ведет к большему упрочнению, чем его увеличение.

Твердые растворы внедрения образуются внедрением атомов растворенного компонента в поры кристаллической решетки растворителя (рис. 4.4 б).

Образование таких растворов, возможно, если атомы растворенного элемента имеют малые размеры. Такими являются элементы, находящиеся в начале периодической системы Менделеева,

углерод, водород, азот, бор. Размеры атомов превышают размеры межатомных промежутков в кристаллической решетке металла, это вызывает искажение решетки и в ней возникают напряжения. Концентрация таких растворов не превышает 2-2.5%

Твердые растворы вычитания или растворы с дефектной решеткой. образуются на базе химических соединений, при этом возможна не только замена одних атомов в узлах кристаллической решетки другими, но и образование пустых, не занятых атомами, узлов в решетке.

К химическому соединению добавляют, один из входящих в формулу элементов, его атомы занимают нормальное положение в решетке соединения, а места атомов другого элемента остаются, незанятыми.

### **Кристаллизация сплавов.**

Кристаллизация сплавов подчиняется тем же закономерностям, что и кристаллизация чистых металлов. Необходимым условием является стремление системы в состояние с минимумом свободной энергии.

Основным отличием является большая роль диффузионных процессов, между жидкостью и кристаллизующейся фазой. Эти процессы необходимы для перераспределения разнородных атомов, равномерно распределенных в жидкой фазе.

В сплавах в твердых состояниях, имеют место процессы перекристаллизации, обусловленные аллотропическими превращениями компонентов сплава, распадом твердых растворов, выделением из твердых растворов вторичных фаз, когда растворимость компонентов в твердом состоянии меняется с изменением температуры.

Эти превращения называют фазовыми превращениями в твердом состоянии.

При перекристаллизации в твердом состоянии образуются центры кристаллизации и происходит их рост.

Обычно центры кристаллизации возникают по границам зерен старой фазы, где решетка имеет наиболее дефектное строение, и где имеются примеси, которые могут стать центрами новых кристаллов. У старой и новой фазы, в течение некоторого времени, имеются общие плоскости. Такая связь решеток называется когерентной связью. В случае различия строения старой и новой фаз превращение протекает с образованием промежуточных фаз.

Нарушение когерентности и обособления кристаллов наступает, когда они приобретут определенные размеры.

Процессы кристаллизации сплавов изучаются по диаграммам состояния.

### **Контрольные вопросы:**

1. Основные понятия в теории сплавов.
2. Характеристика взаимодействия компонентов
3. Классификация сплавов твердых растворов.
4. Кристаллизация сплавов.