

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ

«Металлы суть светлые тела,
которые ковать можно.»

М.В. Ломоносов

Лектор к.х.н., доцент

Мицкая Мария Николаевна

ЛЕКЦИЯ №1

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.
ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ
КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК.
ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ
РЕШЕТКИ. ПРОЦЕСС
КРИСТАЛЛИЗАЦИИ. ПОНЯТИЕ
ФАЗЫ И ЕЕ ВИДЫ.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

-наука, изучающая строение и свойства материалов и устанавливающая связь между их составом, строением и свойствами.

Все материалы делятся на **металлические** и **неметаллические**.

К металлическим относятся металлы и их сплавы, которые делятся на черные и цветные.

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Железные металлы: Fe; Co; Ni; Mn...

Тугоплавкие металлы: W; V; Cr...

Урановые металлы – актиниды.

Сплавы на основе железа: стали и чугуны.

Наибольшее применение в технике приобрели черные металлы.

Черные металлы

Для них характерны:

темно-серый цвет;

большая плотность;

высокая температура плавления;

во многих случаях - полиморфизм.

Существование одного металла в нескольких кристаллических формах носит название **полиморфизма** или **аллотропии**.

Наиболее типичный представитель этой группы металлов – железо.

Черные металлы

– железо и его сплавы (чугун, сталь)



ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Легкие металлы: Be; Mg; Al.

Благородные металлы: Ag; Au; металлы платиновой группы; полублагородная медь.

Легкоплавкие металлы: Zn; Hg; Sn; Pb...

Наиболее типичный представитель этой группы – медь.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Для них характерны:

определенная окраска;

высокая пластичность;

малая твердость;

относительно низкая температура плавления;

отсутствие полиморфизма.

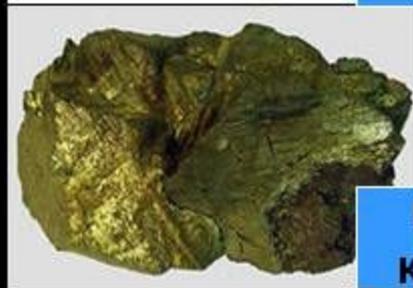
Так же в промышленности применяют *неметаллические материалы* - **пластмассы, керамика, резина и др.**

Руды цветных металлов



боксит

Al
алюминий



медный
колчедан

Cu
медь



свинцовый
блеск

Pb
свинец



цинковая
обманка

Zn
цинк



АМОРФНОЕ СОСТОЯНИЕ

В природе вещества могут находиться в аморфном и кристаллическом состоянии. В аморфных веществах атомы расположены беспорядочно и хаотично.

Аморфное вещество *изотропно*, т.е. имеет одинаковые физические свойства во всех направлениях.

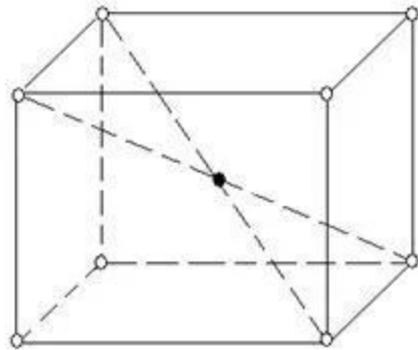
Металлы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение, т.е. атомы располагаются в пространстве в строго определенном порядке.

Кристаллическое строение металлов

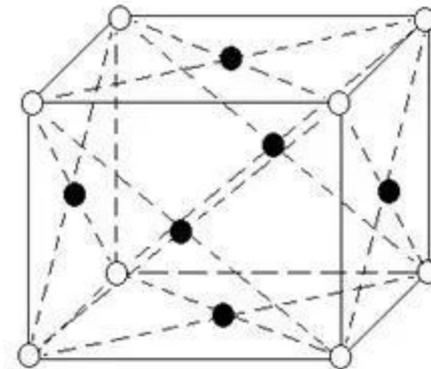
Элементарная кристаллическая ячейка – наименьший комплекс атомов, который при многократном повторении позволяет воспроизвести пространственную кристаллическую решетку.

Принятое изображение кристаллических решеток – условно.

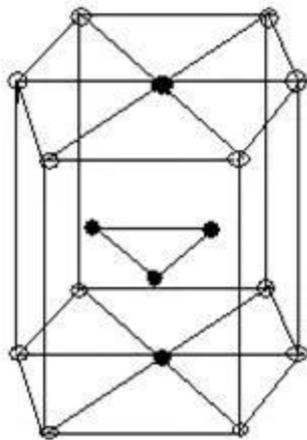
Наиболее распространенные типы кристаллической решетки



Объемно-центрированная кубическая решетка – **ОЦК** (Fe, Cr, W, V, Mo)



Гранецентрированная кубическая решетка – **ГЦК** (Fe, Cu, Al, Ni)



Гексагональная плотноупакованная решетка – **ГПУ** (Zn, Mg, Cd)

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЯЧЕЕК

Период решетки – расстояние между центрами соседних атомов (нм);

Координационное число (Кч) – это число равноудаленных соседних атомов, окружающих каждый атом в металле;

Коэффициент компактности (Кк) – отношение объема, занятого атомами ко всему объему решетки (%);

Угол между осями координат.

Реальное строение металлических кристаллов

Металлы и их сплавы – имеют поликристаллическое строение, т.е. состоят из большого числа зерен, которые ориентированы произвольно, одно относительно другого. В процессе кристаллизации они принимают неправильную геометрическую форму и называются **кристаллитами**.

Реальные кристаллы имеют много **дефектов** строения, которые влияют на свойства металлов и сплавов.

ДЕФЕКТЫ ТОНКОЙ
СТРУКТУРЫ
(МИКРОДЕФЕКТЫ)

ТОЧЕЧНЫЕ
(НУЛЬ-МЕРНЫЕ)

ЛИНЕЙНЫЕ

АТОМНЫЕ

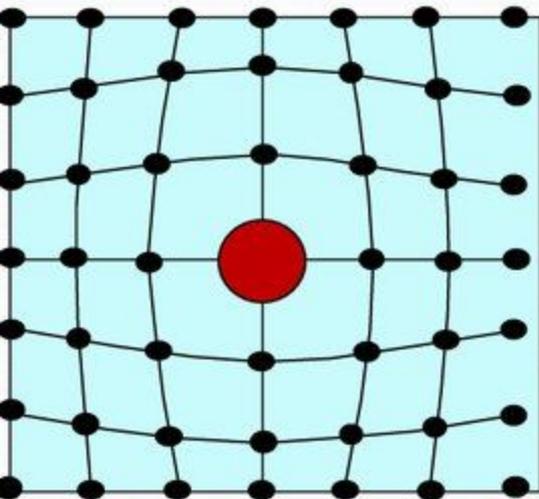
(твердые растворы,
дефекты по Шоттки
и по Френкелю)

ЭЛЕКТРОННЫЕ

ДИСЛОКАЦИИ
(КРАЕВЫЕ И
ВИНТОВЫЕ)

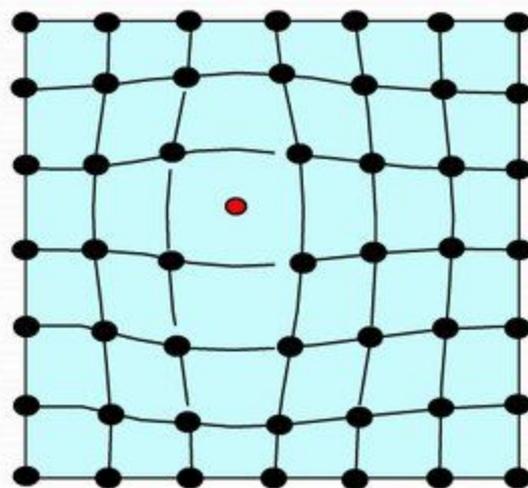
Точечные дефекты

кристаллического строения



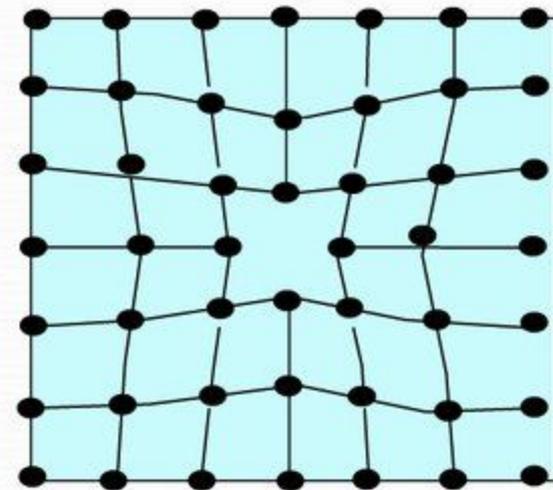
a

a – атом
замещения;



б

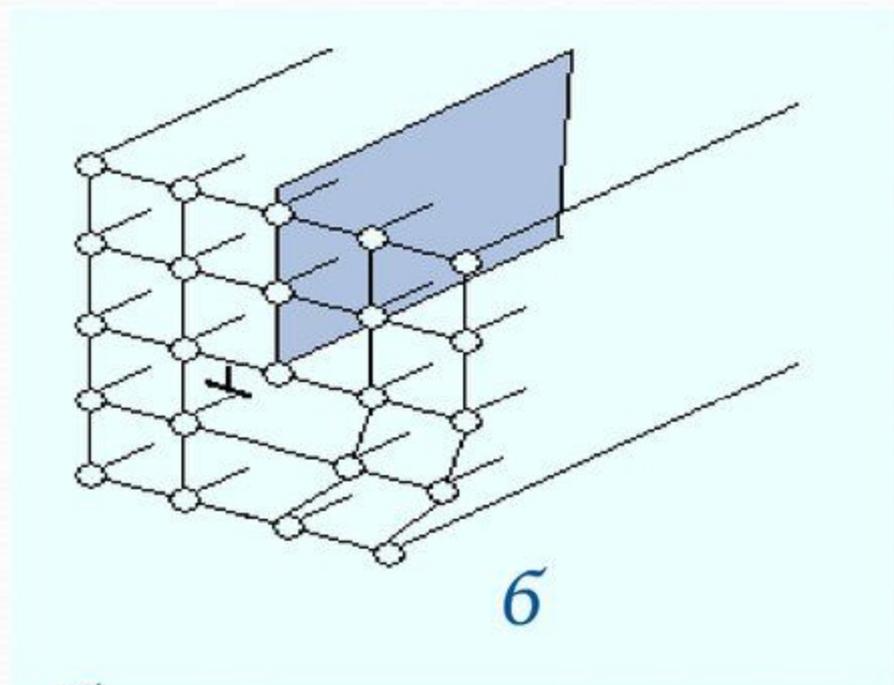
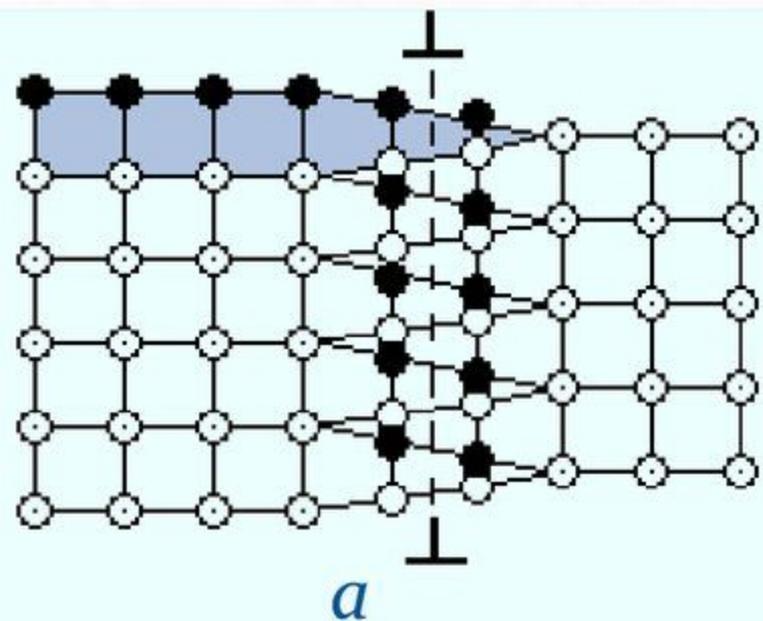
б – атом
внедрения;



в

в – вакансия

Линейные дефекты кристаллического строения



a – винтовая дислокация; *б* – краевая дислокация

Линейные дефекты образуются вследствие появления дополнительной атомной плоскости (экстраплоскости).

ПРОЦЕСС КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОВ

Кристаллизация – это процесс перехода металла из жидкого состояния в твердое при определенной температуре.

Состоит из двух этапов:

1. Зарождение центров кристаллизации;
2. Рост кристаллов из этих центров.

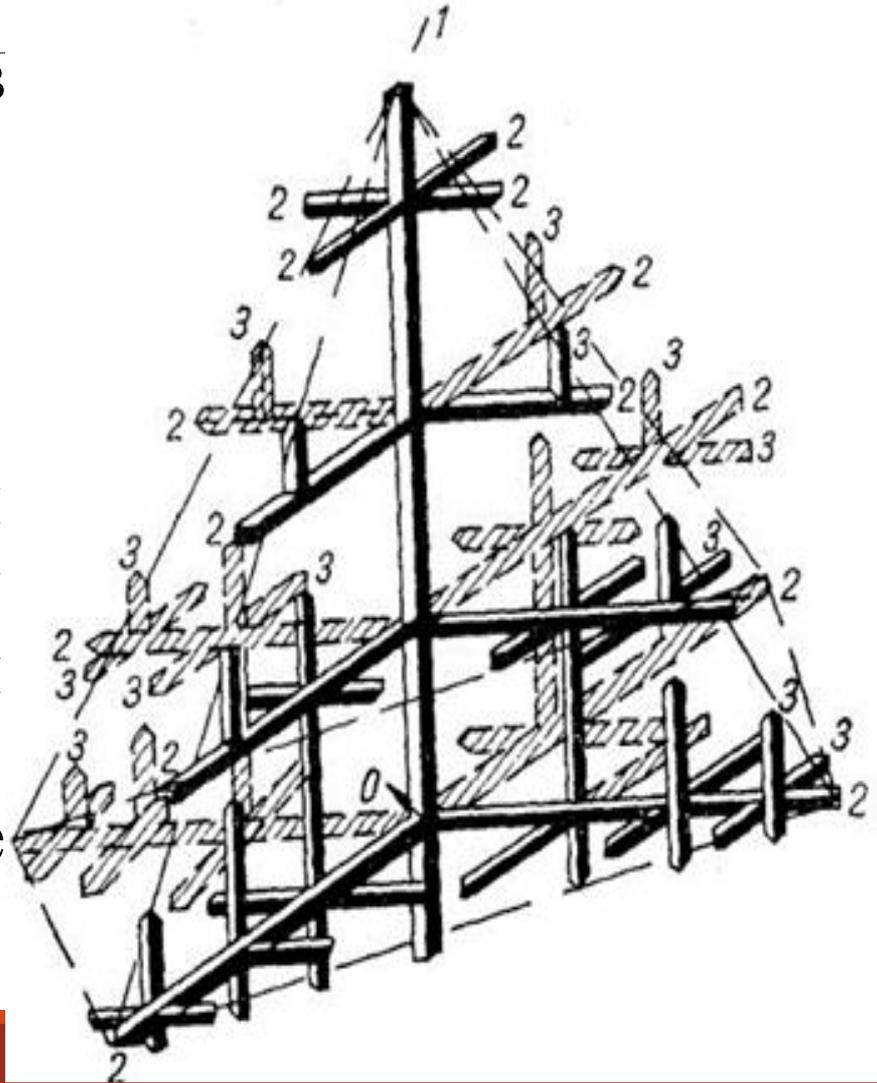
На размер центра влияет температура нагрева и его химический состав.

В реальных условиях зарождение кристаллов затруднено. Источниками образования центров кристаллизации служат различные частицы - зерна. Чем больше таких центров, тем меньше зерно металлов, соответственно лучше механические свойства.

В металлы специально вводят вещества, которые при кристаллизации способствуют размельчению зерна-**модификаторы.**

Форма кристаллических образований

Рост зерна кристаллов происходит по дендритной или древовидной схеме. Сначала растут ветви 1 порядка, затем перпендикулярно ему растут ветви 2 порядка и т.д. Происходит до тех пор, пока кристаллы не столкнутся.





Дендриты

Скелетные кристаллы, имеют ветвящееся, древовидное строение, возникают при проникновении растворов по тонким трещинкам породы.



Дендриты самородной меди



Дендриты оксидов марганца

Структура металлургического слитка

1.Зернистая зона.

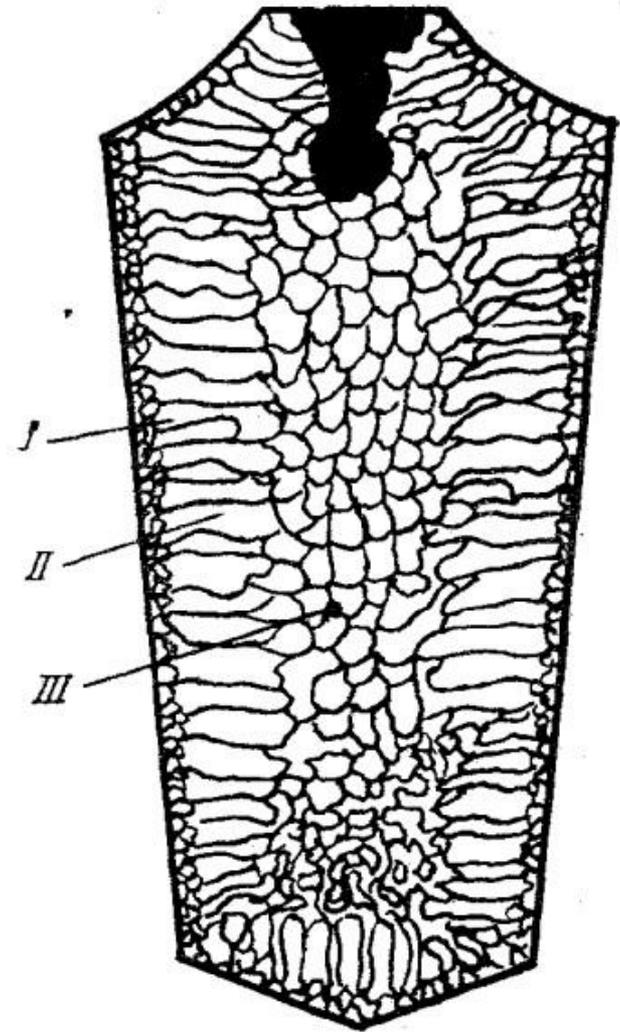
2.Зона столбчатых кристаллов.

Идет рост кристаллов ориентированных перпендикулярно к стенкам изложницы и образуется зона 2.

3.Зона равноосных кристаллов.

В середине слитка, где не ощущается направленного отвода теплоты и где металл остывает в последнюю очередь, образуется зона 3.

4.Усадочная раковина. Она обычно загрязнена примесями.



Фаза - однородная составляющая часть сплава, характеризующаяся одним и тем же составом, агрегатным состоянием, типом кристаллической решетки и отделенная от других частей сплава поверхностью раздела, при переходе через которую свойства меняются скачкообразно.

Структура - форма, размеры и характер взаимного расположения соответствующих фаз в металлах и сплавах.

Компонент - вещество, образующие систему.

ЛЕКЦИЯ № 2

СТРОЕНИЕ СПЛАВОВ.
ПРАВИЛО ФАЗ ГИББСА.
ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ
БИНАРНЫХ СПЛАВОВ. ИХ
ВИДЫ И МЕТОДЫ
ПОСТРОЕНИЯ.

СТРОЕНИЕ СПЛАВОВ

В металлах и сплавах возможны образования следующих фаз:

жидкие растворы;

твердые растворы;

химические соединения;

твердые чистые металлы.

В жидком состоянии компоненты, образующие сплав неограниченно растворимы друг в друге образуют ***жидкие растворы.***

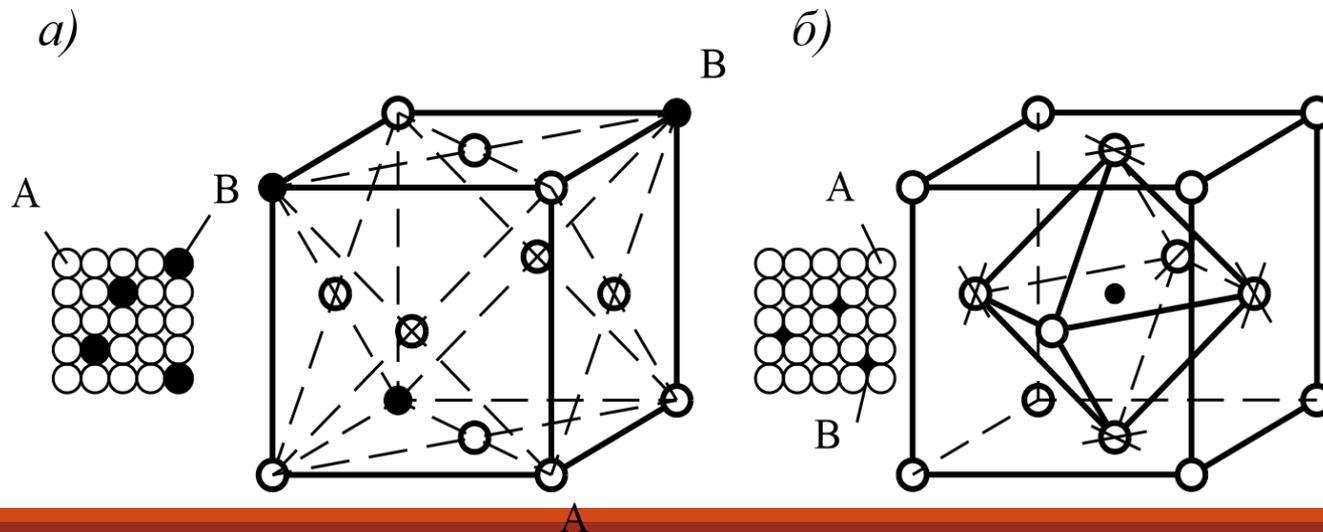
Твердый раствор - раствор, в котором один из компонентов сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы другого компонента располагаются в ней, слегка изменяя её размеры, но не форму. Встречаются ограниченные и неограниченные растворы.

Например, Al растворяется в Cu до 5,5 %, а Zn в Cu до 39 %.

В меди - ограниченная растворимость, в отличие от неограниченных, которые встречаются редко. Встречаются твердые растворы внедрения и замещения.

Атомы растворяющегося вещества или замещают в кристаллической решетке часть атомов растворителя, образуя **твердые растворы замещения** или располагаются в ней, т.е. образуя **твердые растворы внедрения**. Твердые растворы внедрения образуются в том случае, когда атомы растворяющегося вещества невелики.

Рис. Схема строения кристаллических решеток: а – твердый раствор замещения; б – твердый раствор внедрения.

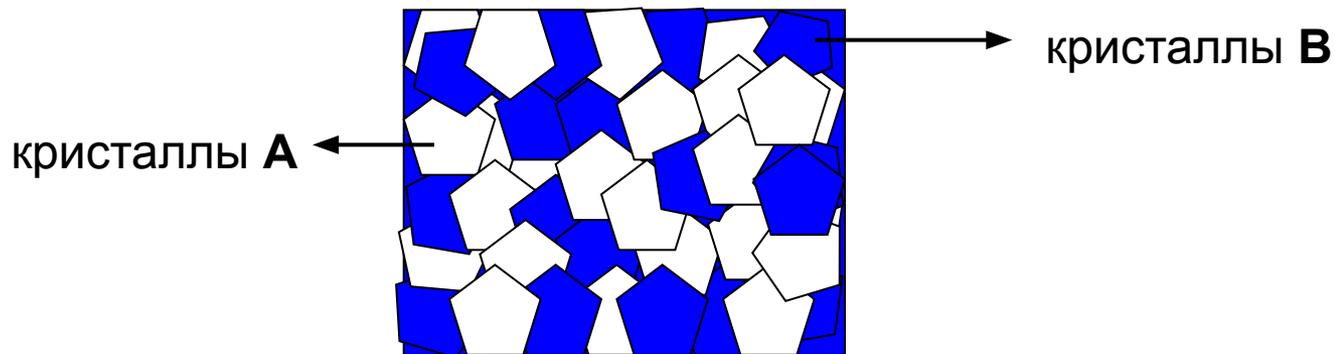


ХИМИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ:

1. Соотношение чисел атомов элементов соответствует стехиометрической пропорции и может быть выражено общей формулой (в общем виде - A_nB_m).
2. Образуется кристаллическая решетка с упорядоченным расположением в ней атомов компонентов, которая отличается от решеток компонентов.
3. Химическое соединение характеризуется определенной температурой плавления.

ТВЕРДЫЕ ЧИСТЫЕ МЕТАЛЛЫ

Если компоненты А и В не образуют твердых растворов, не вступают в химическое взаимодействие, то при кристаллизации образуются **твердые чистые компоненты**, т. е. образуется механическая смесь из компонентов.



Кристаллы А и В имеют различные кристаллические решетки.

Правило фаз Гиббса

$$C = k - f + m$$

C – число степеней свободы

k – число компонентов

f – количество фаз

m – число внешних параметров

Для металлических двухкомпонентных сплавов, т.к. $P = const$

$$C = 2 - f + 1$$

- **Число степеней свободы** (вариантность) системы: число внешних и внутренних факторов, которое можно изменять без изменения числа фаз.
- Если $C=0$, такая система **инвариантная**, если число $C=1$, такая система – **моновариантная**, $C=2$ - **дивариантна**.

Диаграмма состояния

Диаграмма состояния – графическое изображение состояния сплава, которое показывает изменение состояния в зависимости от температуры и концентрации (давление постоянно для всех рассматриваемых случаев).

Для построения диаграмм состояния пользуются результатами термического анализа: строят кривые охлаждения и по остановкам и перегибам на этих кривых, определяют температуры фазовых превращений.

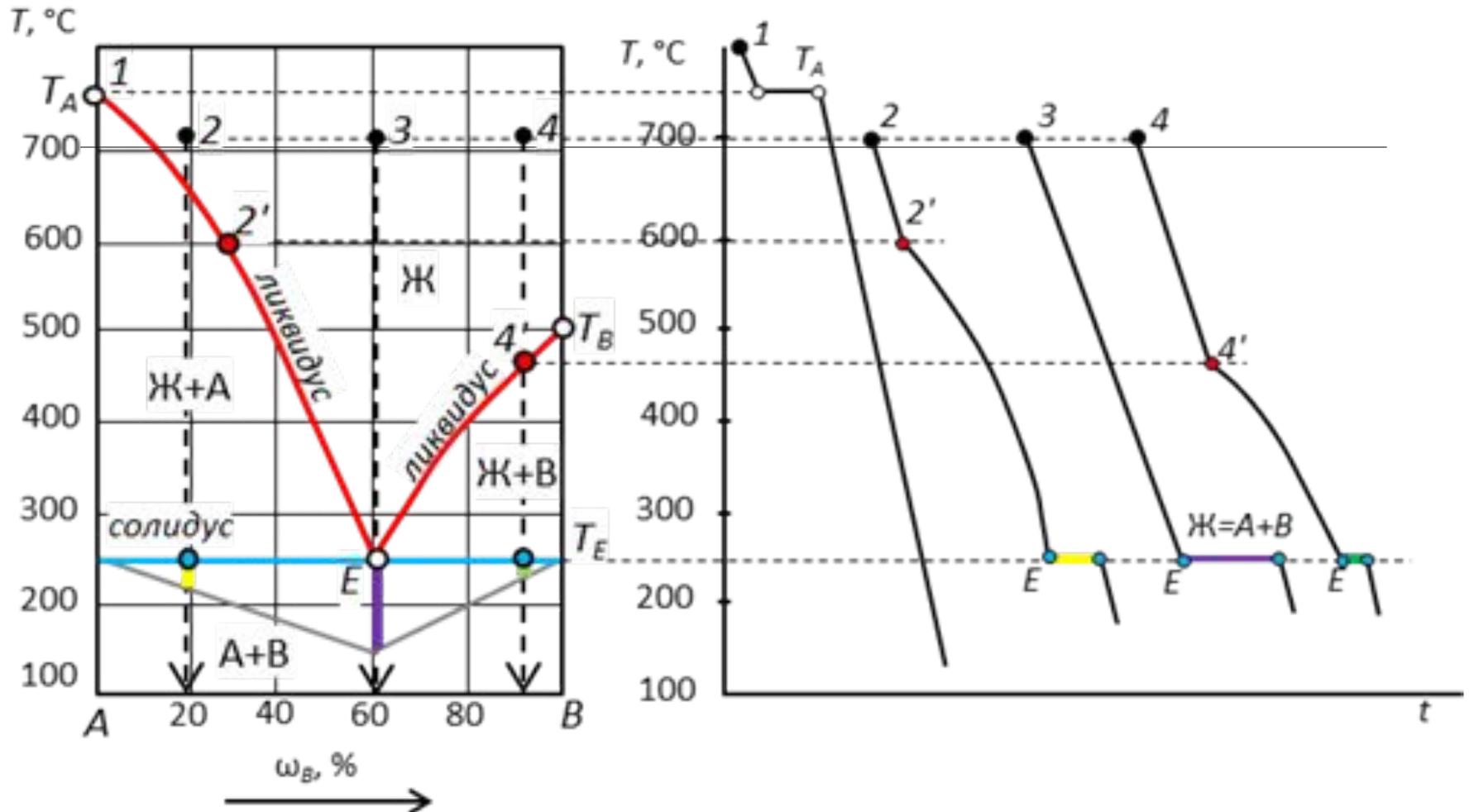
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ

Координатные оси. Двухкомпонентные диаграммы состояния строятся в координатах $T - W$. Цифры на оси абсцисс указывают содержание какого-либо одного компонента в % (содержание другого компонента находится по разности: $\%A = 100 - \%B$).

Кривые ликвидуса — представляют собой совокупность точек, показывающих состав жидкой фазы (расплава).

Кривые солидуса — представляют собой совокупность точек, показывающих состав твердой фазы.

Диаграмма состояния сплавов с ЭВТЕКТИКОЙ



Эвтектика – механическая смесь двух (или более) видов кристаллов, одновременно кристаллизовавшихся из жидкости.



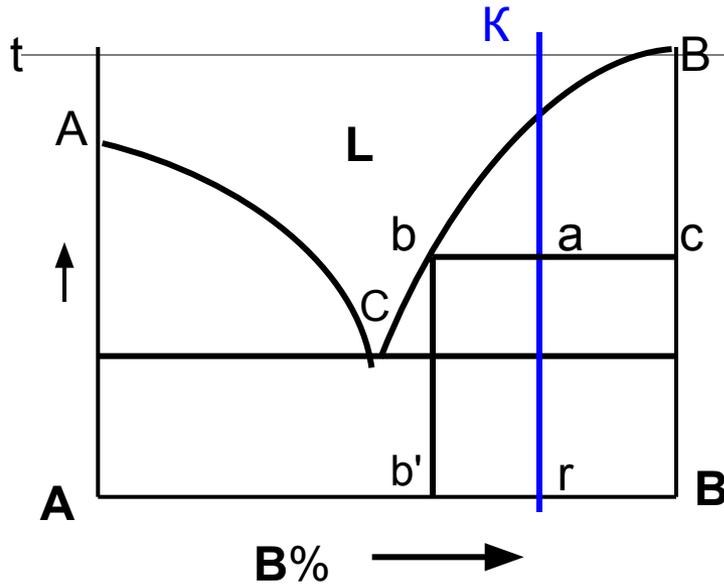
ПРИМЕНЕНИЕ ПРАВИЛА ФАЗ ГИББСА

НА КРИВЫХ ЛИКВИДУСА В РАВНОВЕСИИ НАХОДЯТСЯ ДВЕ ФАЗЫ — ЖИДКАЯ И ОДНА ТВЕРДАЯ, ВСЕ ТОЧКИ ЭТИХ КРИВЫХ ВЫРАЖАЮТ МОНОВАРИАНТНОЕ СОСТОЯНИЕ $C = 2 - 2 + 1 = 1$.

ОБЛАСТЬ ЖИДКОЙ ФАЗЫ НАД КРИВЫМИ ЛИКВИДУСА ДИВАРИАНТНА. $C = 2 - 1 + 1 = 2$.

В Т. ЭВТЕКТИКИ В РАВНОВЕСИИ НАХОДЯТСЯ ТРИ ФАЗЫ: ОДНА ЖИДКАЯ И ДВЕ ТВЕРДЫЕ. ПОЭТОМУ В Т. ЭВТЕКТИКИ ИНВАРИАНТНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ $C = 2 - 3 + 1 = 0$.

Правила отрезков



Правило 1. Для определения концентрации компонентов данного состава в двухкомпонентных диаграммах состояния необходимо из фигуративной точки, выражающей этот состав, опустить на ось концентраций вертикаль состава и отсчитать по этой оси содержание компонентов.
В сплаве **K**: $r\%$ В и $(100 - r)\%$ А.
АВ – все количество сплава; $rА$ количество В; $rВ$ – количество А в сплаве **K**.

Правило 2. Конечными продуктами кристаллизации являются те кристаллические фазы (соединения), между точками составов которых (на оси концентраций) попадает вертикаль состава исходного расплава.

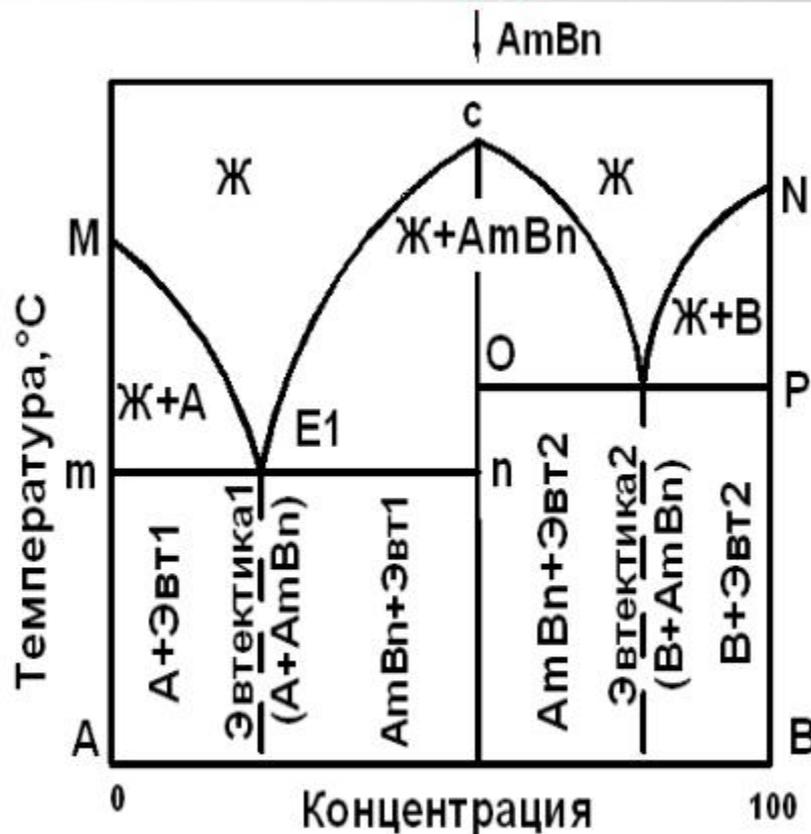
ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ, ОБРАЗУЮЩИХ ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

ЛИНИИ ME_1SE_2N – ЛИНИЯ ЛИКВИДУС, ЛИНИЯ $MNOP$ – ЛИНИЯ СОЛИДУС.

ТОЧКИ М И N – ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ А И В. ТОЧКА С – ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ АМ В_n. ТОЧКИ E_1 И E_2 – ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ.

СОСТАВ ЭВТЕКТИКИ E_1 БУДЕТ А+АМВ_n, ЭВТЕКТИКИ E_2 – В+АМВ_n. ПРИ

КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СПЛАВОВ СИСТЕМА БУДЕТ НОНВАРИАНТНОЙ В ОБОИХ СЛУЧАЯХ ($C = 2 - 3 + 1 = 0$). ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ С УСТОЙЧИВЫМ ХИМИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЕМ МОЖЕТ БЫТЬ ПРЕДСТАВЛЕНА И В ДРУГИХ ВИДАХ, ГДЕ НАРЯДУ С ЧИСТЫМИ КОМПОНЕНТАМИ И ОДНИМ ХИМИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЕМ МОГУТ БЫТЬ И ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ (ОГРАНИЧЕННЫЕ И НЕОГРАНИЧЕННЫЕ) И ДРУГИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.



Точка температурного максимума С на кривой ликвидуса называется **дистектикой**.

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ, ОБРАЗУЮЩИХ НЕОГРАНИЧЕННЫЕ ТВЁРДЫЕ РАСТВОРЫ

ЛИНИЯ M1N – ЛИНИЯ ЛИКВИДУС, ЛИНИЯ M2N
– ЛИНИЯ СОЛИДУС.

ТОЧКИ M И N – ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ
КОМПОНЕНТОВ A И B.

ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ЖИДКОГО СПЛАВА В
ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР МЕЖДУ ЛИНИЯМИ
ЛИКВИДУС И СОЛИДУС (ОТ ТОЧКИ 1 ДО
ТОЧКИ 2) ПРОИСХОДИТ ВЫПАДЕНИЕ
КРИСТАЛЛОВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА α
РАЗНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА,
ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ОТ ТОЧКИ C ДО ТОЧКИ 2.

ПРИ МЕДЛЕННОМ ОХЛАЖДЕНИИ
КОНЦЕНТРАЦИЯ ВСЕХ ЗЕРЕН ТВЕРДОГО
РАСТВОРА ВЫРАВНИВАЕТСЯ ЗА СЧЕТ
ДИФФУЗИИ МЕЖДУ КРИСТАЛЛАМИ.

ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ СПЛАВА В ИНТЕРВАЛЕ
КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ОТ T_1 ДО T_2 СИСТЕМА
БУДЕТ МОНОВАРИАНТНОЙ ($C = 2 - 2 + 1 = 1$).



Рисунок 15 - Диаграмма состояния 2 рода

сплавов с неограниченной
растворимостью компонентов в
твёрдом состоянии

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ СПЛАВОВ, ОБРАЗУЮЩИХ ОГРАНИЧЕННЫЕ ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ

ЛИНИЯ МЕН – ЛИНИЯ ЛИКВИДУС, ЛИНИЯ МДЕСН – ЛИНИЯ СОЛИДУС.

ТОЧКИ М И N – ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ А И В.

ТОЧКА Д – МАКСИМАЛЬНАЯ РАСТВОРИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ В В КОМПОНЕНТЕ А.

ТОЧКА С – МАКСИМАЛЬНАЯ РАСТВОРИМОСТЬ КОМПОНЕНТА А В КОМПОНЕНТЕ В.

ТОЧКА Е – ЭВТЕКТИЧЕСКАЯ ТОЧКА. ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ЖИДКОГО СПЛАВА ЭТОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ДО ТЕМПЕРАТУРЫ t_1 , ПРОИСХОДИТ ОДНОВРЕМЕННАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ α И β С ОБРАЗОВАНИЕМ ЭВТЕКТИКИ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ КРИСТАЛЛОВ α И β .

СОГЛАСНО ПРАВИЛУ ФАЗ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ t_1 ДО ПОЛНОГО ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА СИСТЕМА БУДЕТ НОНВАРИАНТНОЙ

$$(C = 2 - 3 + 1 = 0).$$

ПРИ МЕДЛЕННОМ ОХЛАЖДЕНИИ ТВЕРДОГО РАСТВОРА α ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ t_1 ДО КОМНАТНОЙ В СВЯЗИ С УМЕНЬШЕНИЕМ РАСТВОРИМОСТИ ИЗ НЕГО БУДУТ ВЫДЕЛЯТЬСЯ СУБМИКРОСКОПИЧЕСКИЕ КРИСТАЛЛЫ ТВЕРДОГО РАСТВОРА β (ВТОРИЧНЫЕ).

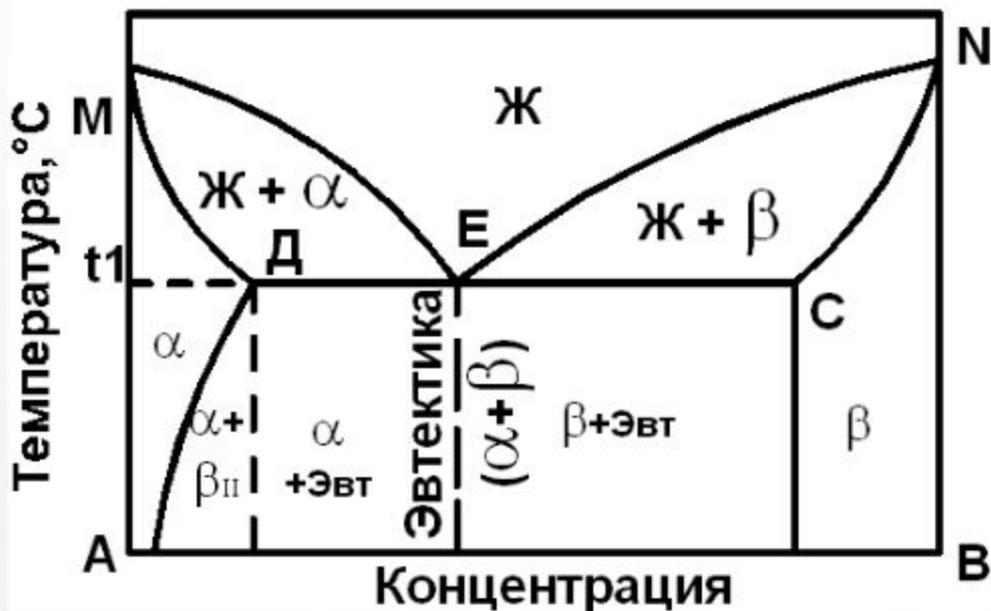


Рисунок 16 - Диаграмма состояния 3 рода сплавов - с ограниченной растворимостью в твердом состоянии

ЛЕКЦИЯ №3

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ.

железоуглеродистые сплавы

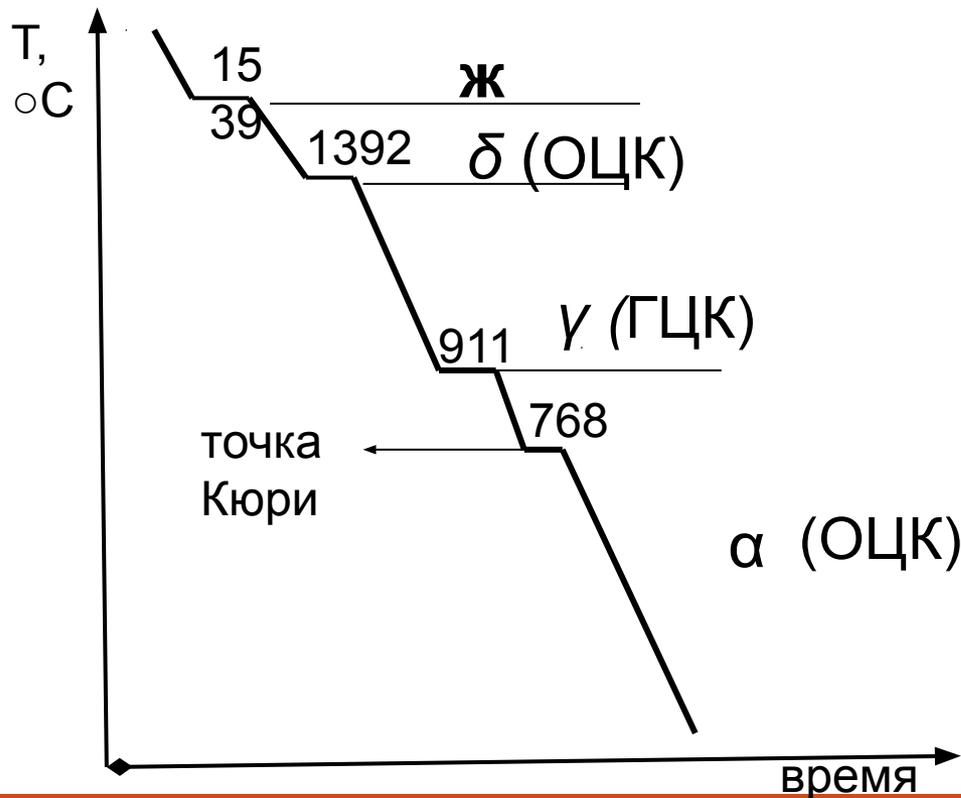
Диаграмма состояния железо – углерод дает основное представление о строении – сталей и чугунов.

Стали содержат $C < 2,14\%$, а чугун $2,14-6,67\%$ углерода.

Железо образует с углеродом химическое соединение – **цементит** Fe_3C . Устойчивое химическое соединение, которое рассматривают как компонент на диаграмме состояния. Это оправдано еще и тем, что на практике применяют металлические сплавы с содержанием углерода не более 5% .

Свойства и строение железа

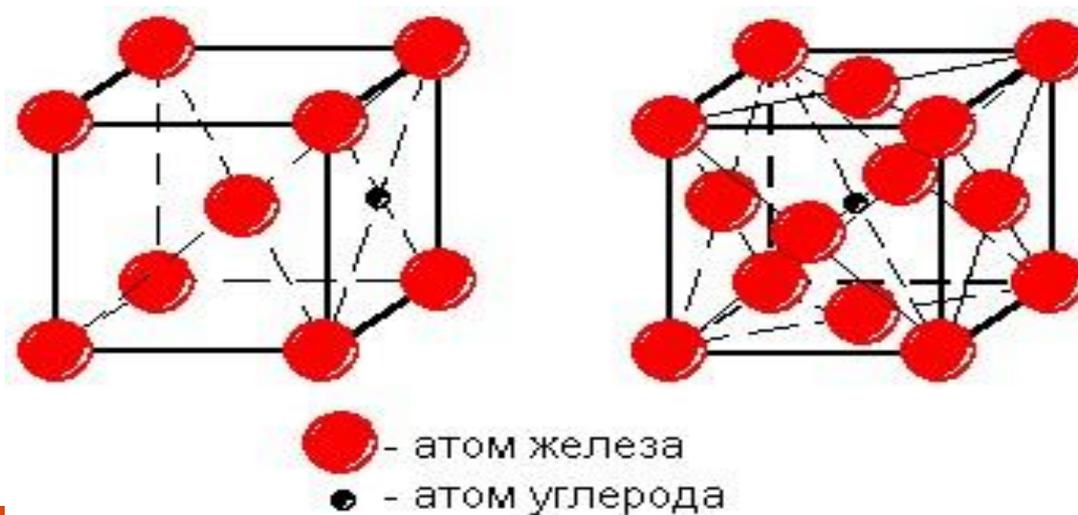
Железо – Fe: $T_{пл} = 1539^\circ \text{C}$; металл обладает невысокой твердостью и прочностью, но хорошей пластичностью. В твердом состоянии может находиться в двух полиморфных модификациях: α (δ -высокотемпературная модификация) - решетка ОЦК и γ - решетка ГЦК;



Точка Кюри – это критическая точка, в которой происходит магнитное превращение, т.е. железо переходит из ферромагнитного состояния в парамагнитное. Высокотемпературные модификации Fe парамагнитны, что позволяет легко обнаружить тот и другой вид решетки магнитным методом.

С углеродом железо образует растворы внедрения; твердый раствор углерода в α -Fe называют **ферритом**, а в γ -Fe – **аустенитом**. Различают низкотемпературный - феррит с растворимостью углерода до 0,02 % и высокотемпературный - феррит с предельной растворимостью углерода 0,1 %. Твердость и механические свойства феррита близки к таковым технически чистого железа.

Аустенит парамагнитен и атом углерода в решетке - Fe располагается в центре элементарной ячейки.



Цементит – химическое соединение углерода с железом (**карбид железа**) Fe_3C : $T_{\text{пл}} = 1250^\circ\text{C}$;

кристаллическая решетка крайне сложна (в элементарной ячейке расположено 12 атомов Fe и 4 углерода);

аллотропических превращений не испытывает
магнитные свойства теряет при 217°C ;

имеет практически нулевую пластичность;

при определенных условиях распадается с образованием свободного углерода (графита);

проявляет металлические признаки: блеск, высокую электропроводность;

значительная жаропрочность.

КОМПОНЕНТЫ И ФАЗЫ

Феррит – Предельная концентрация при нормальных условиях = 0.02%. Феррит - пластичный, мягкий.

Аустенит – Предельная растворимость углерода 2,14%. Более прочный и менее пластичный, чем феррит.

Цементит – химическое соединение Fe_3C . Структура твердая.

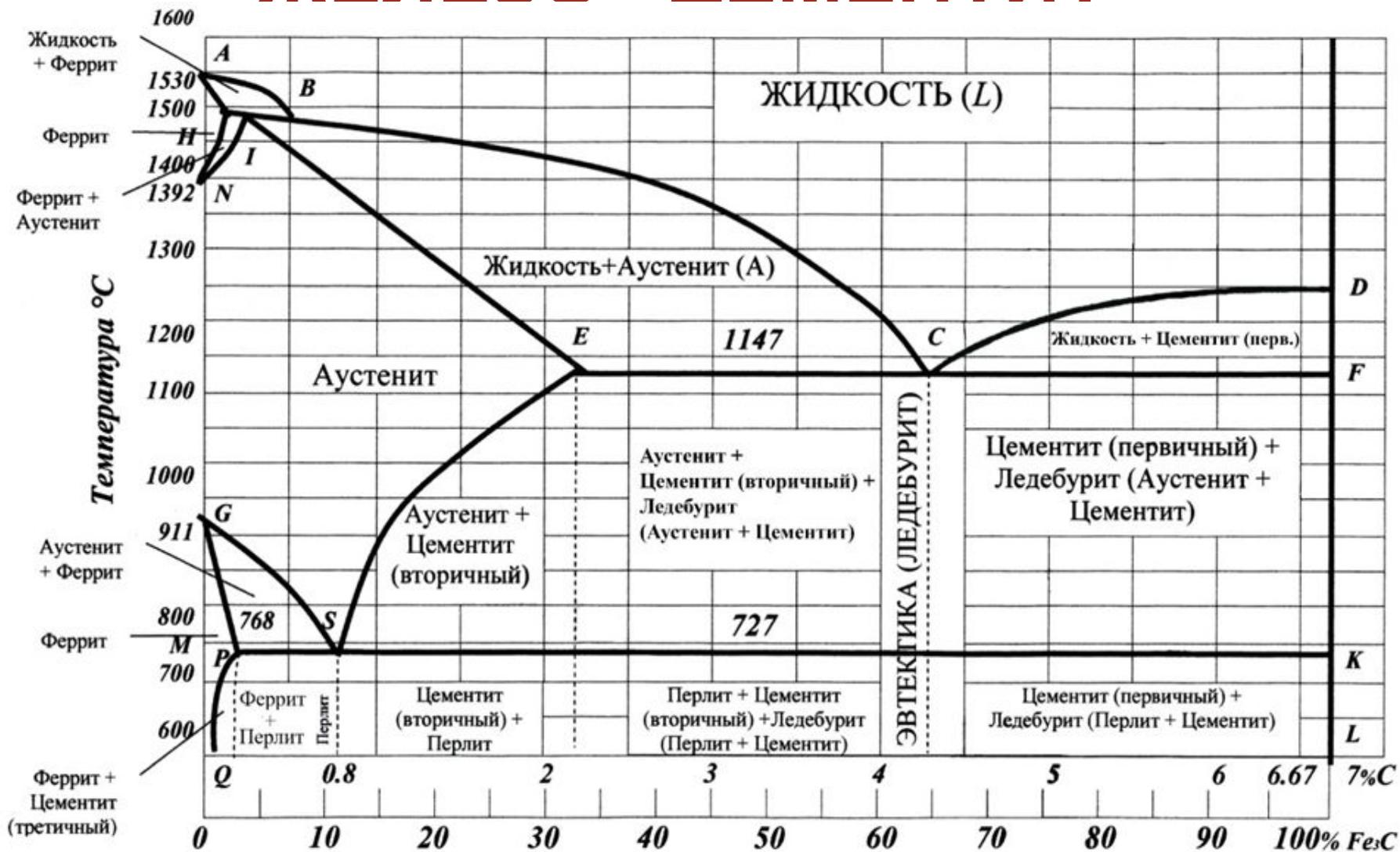
При концентрации углерода 0,8% образуется перлит, смесь пластин феррита и цементита.

При концентрации 4,3% образуется ледебурит, смесь аустенита и цементита.

т. S - эвтектоидная. Стали с содержанием углерода до 0,8 %- доэвтектоидные, с концентрацией 0,8% - эвтектоидные, больше 0,8%-заэвтектоидные.

т. C – эвтектическая.

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗО - ЦЕМЕНТИТ



ЛЕКЦИЯ №4

**КЛАССИФИКАЦИЯ И
МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ.
ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА
СВОЙСТВА СТАЛЕЙ.
ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЕЙ.**

Классификация сталей

По химическому составу: углеродистые и легированные;

По структуре: доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные;

По методу получения: мартеновские, конверторные и электростали;

По содержанию углерода: низкоуглеродистые ($C < 0,3\%$), среднеуглеродистые и высокоуглеродистые (более $0,7\%$);

По назначению: инструментальные, конструкционные и специальные;

По качеству: обыкновенные, качественные и высококачественные;

По раскислению: спокойные, полуспокойные и кипящие.

Раскислением называют последний этап выплавки стали, когда в расплав добавляют более активные, чем железо, металлы с целью восстановить его из оксида FeO.

Спокойная сталь – это хорошо раскисленная сталь. При выплавке в конце процесса осуществляется последовательно раскисление ее Mn, Si и Al.

Полуспокойная сталь раскисляется только Mn и Al. Поэтому из нее в меньшей степени удален кислород.

Кипящая сталь – это плохо раскисленная сталь. Раскисление в этом случае осуществляется только Mn. В стали к моменту разливки остается кислород, образующий с углеродом газообразный CO. Пузырьки CO поднимаются в жидкой стали к поверхности, создавая видимость «кипения» расплава. Они сохраняются в слитке стали при кристаллизации, ухудшая механические свойства.

Легированные стали бывают только спокойными, а углеродистые всех трех типов.

Углеродистые стали

Основной металлический материал промышленности – углеродистая сталь.

Помимо углерода в углеродистые стали при выплавке попадают посторонние примеси:

Технологические примеси: марганец, кремний и алюминий.

Постоянные примеси: сера, фосфор, кислород, азот, водород.

Случайные примеси: хром, никель, медь и др..

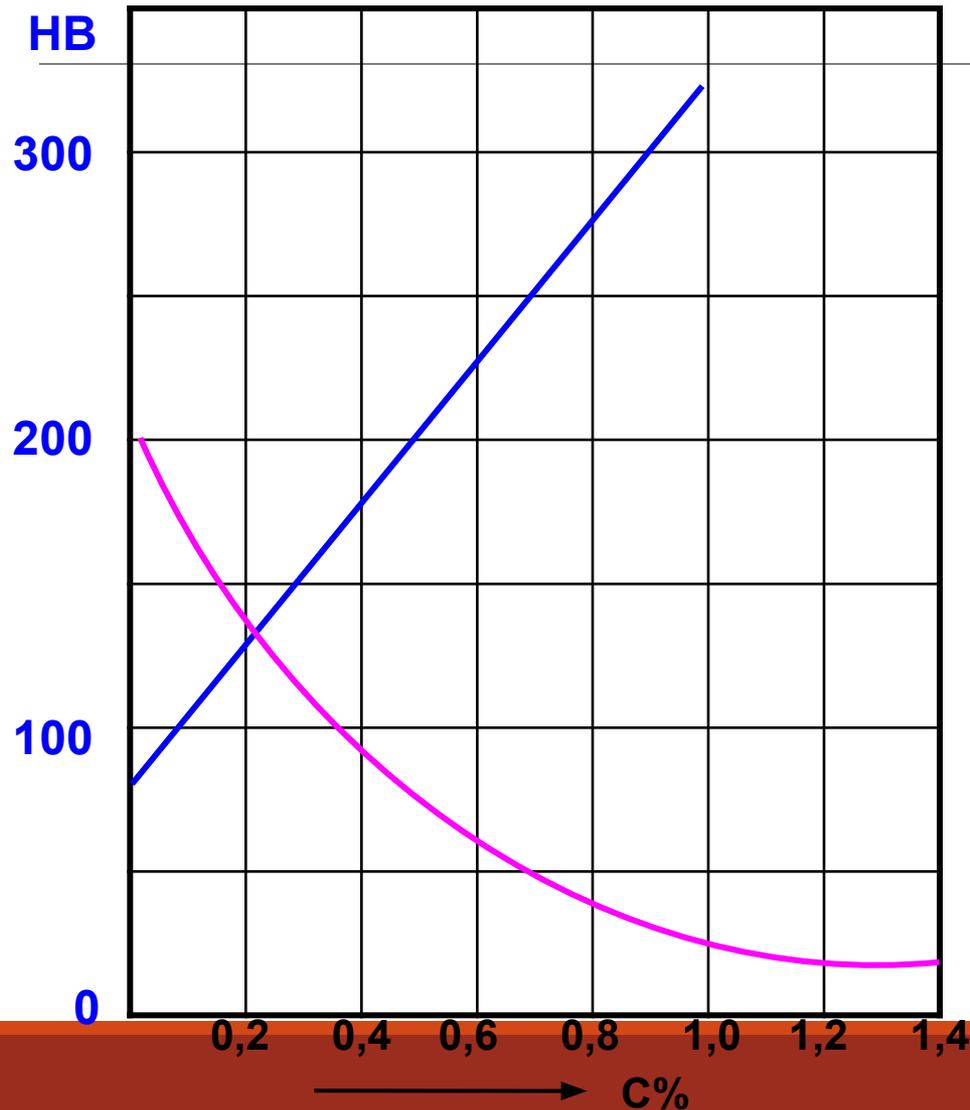
Влияние постоянных примесей на свойства стали

Фосфор – вредная примесь, попадает в сталь из руды и топлива; вызывает **хладноломкость стали** (склонность к хрупкому разрушению при понижении температуры); облегчает обрабатываемость стали резанием (в сталях содержание P до 0,15%). Его удаляют в процессе выплавки стали путем изменения состава шлама.

Сера – попадает в сталь из руды и печных газов; вызывает явление **красноломкости стали** (охрупчивание стали при температуре красного каления $\approx 800^\circ\text{C}$); облегчает обрабатываемость стали резанием (в сталях содержание серы до 0,3%). Введение в сталь Mn устраняет красноломкость: $\text{FeS} + \text{Mn} = \text{MnS} + \text{Fe}$

Газы – при большом количестве H_2 могут образоваться опасные **флокены** (внутренние надрывы); **кислород** и **азот** образуют неметаллические включения, которые охрупчивают сталь.

Влияние углерода на свойства сталей



δ% HV – твердость по Бринеллю – одна из характеристик прочности стали или сопротивления деформации.

δ% – относительное удлинение после разрыва – одна из характеристик пластичности стали.

Увеличение содержания С приводит к повышению прочности и снижению пластичности стали.

маркировка раскисленных групп углеродистых сталей обыкновенного качества

Группа А – с гарантируемыми механическими свойствами (сталь не подвергается горячей обработке у потребителя): маркируется буквами Ст и цифрами от 1-7, являющимися порядковым номером. Например, **Ст 3**.

Группа Б – с гарантируемым химическим составом (подвергается горячей обработке у потребителя): маркируется аналогично группе А, но с дополнительными буквами М, К, Б, что характеризует способ производства – мартеновский, конверторный, бессемеровский. Например, **МСт3, БСт4, КСт5**.

Группа В – с гарантируемыми механическими свойствами и химическим составом (подвергается сварке у потребителя) маркируется с буквой В. Например, **ВСт5**.

конструкционная углеродистые стали обыкновенного качества

Химический состав:

Марка стали	C%	S≤	P≤
Ст1	0,06-0,12	0,045	0,055
Ст2	0,09-0,15	0,045	0,055
Ст3	0,14-0,22	0,045	0,055
Ст4	0,18-0,27	0,045	0,055
Ст5	0,28-0,37	0,045	0,055
Ст6	0,38-0,49	0,045	0,055
Ст7	0,50-0,62	0,045	0,055

конструкционные углеродистые качественные стали

- Цифры в обозначении марки качественной стали показывают содержание углерода в сотых долях процента.

Химический состав, %

Марка стали	C	Mn	Si	P ≤	S ≤	Cr ≤	Ni ≤	Cu ≤	As ≤
ВСт5сп	0,28-0,37	0,50-0,80	0,15-0,35	0,04	0,05	0,3	0,3	0,3	0,08
Сталь 30	0,27-0,35	0,50-0,80	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,25	0,25	0,08

Углеродистые инструментальные стали

- Цифра в марке – показывает содержание **С** в десятых долях %
- Для обозначения высокого качества стали в конце марки ставят букву **А**.

Марка стали	С%	Mn%	Si%	S% ≤	P% ≤	Cr% ≤	Ni% ≤	Cu% ≤
У7А	0,66-0,73	0,17-0,28	0,17-0,33	0,018	0,025	0,20	0,20	0,20
У7	0,66-0,73	0,17-0,38	0,17-0,33	0,028	0,030	0,20	0,25	0,25

Применение: инструмент, который работает в условиях не вызывающих разогрев рабочей кромки – зубила, молотки, ножницы по металлу... (**У7**); фрезы, пилы продольные и дисковые, отвертки, стамески...(**У8**).

Конструкционные легированные стали

Система маркировки по ГОСТу

1. Первые цифры в обозначении показывают среднее содержание углерода **в сотых долях процента**.
2. Каждый легирующий элемент обозначается буквой.

Элемент	Условное обозначение		Элемент	Условное обозначение	
	в таблице Менделеева	в марке стали		в таблице Менделеева	в марке стали
Марганец	Mn	Г	Титан	Ti	Т
Кремний	Si	С	Ниобий	Nb	Б
Хром	Cr	Х	Ванадий	V	Ф
Никель	Ni	Н	Кобальт	Co	К
Молибден	Mo	М	Медь	Cu	Д
Вольфрам	W	В	Бор	B	Р
Селен	Se	Е	Азот	N	А
Алюминий	Al	Ю	Цирконий	Zr	Ц

1. Цифры, идущие после буквы, указывают на примерное содержание данного легирующего элемента **в процентах** (при содержании элемента менее 1% цифра отсутствует).
2. Буква **А** в конце марки стали показывает, что в ней ограничено содержание **серы** и **фосфора**, а в середине марки – азот;
3. Буква **Л** в конце марки стали – литейная сталь (точнее - улучшенные литейные свойства).



4. Примеры: 30ХМА; 10ГН2МФА; 20Х2Н4; 30ГСЛ и т. д.

Лекция №5

ЧУГУНЫ.

**ВИДЫ, СВОЙСТВА И
СТРУКТУРА.**

**ПРАВИЛА
МАРКИРОВКИ.**



Свойства чугуна

- Чугун **менее прочен и более хрупок**, чем сталь, но дешевле стали и хорошо отливается в формы. Поэтому чугун широко используют для изготовления литых деталей.
- Углерод в чугуне может содержаться в виде **цементита (Fe_3C)** или **графита**.
- Цементит имеет светлый цвет, обладает большой твердостью и трудно поддается механической обработке. Графит, наоборот, темного цвета и достаточно мягок.
- В зависимости от того, какая форма углерода преобладает в структуре, различают два основных вида чугуна: **белый и серый**.

Белые чугуны

Белый чугун – название получил по матово-белому цвету излома;

весь углерод находится в форме цементита;

высокая твердость и износостойкость, хрупкость, практически не поддается обработке режущим инструментом;

марки: ИЧХ3, ИЧХ5, ИЧХ15... (износостойкий хромистый чугун с содержанием хрома 3%, 5%, 15% соответственно...);

применение: детали, работающие в условиях интенсивного износа без ударных нагрузок (например, линейки направляющих, детали шаровых мельниц).

Серые чугуны

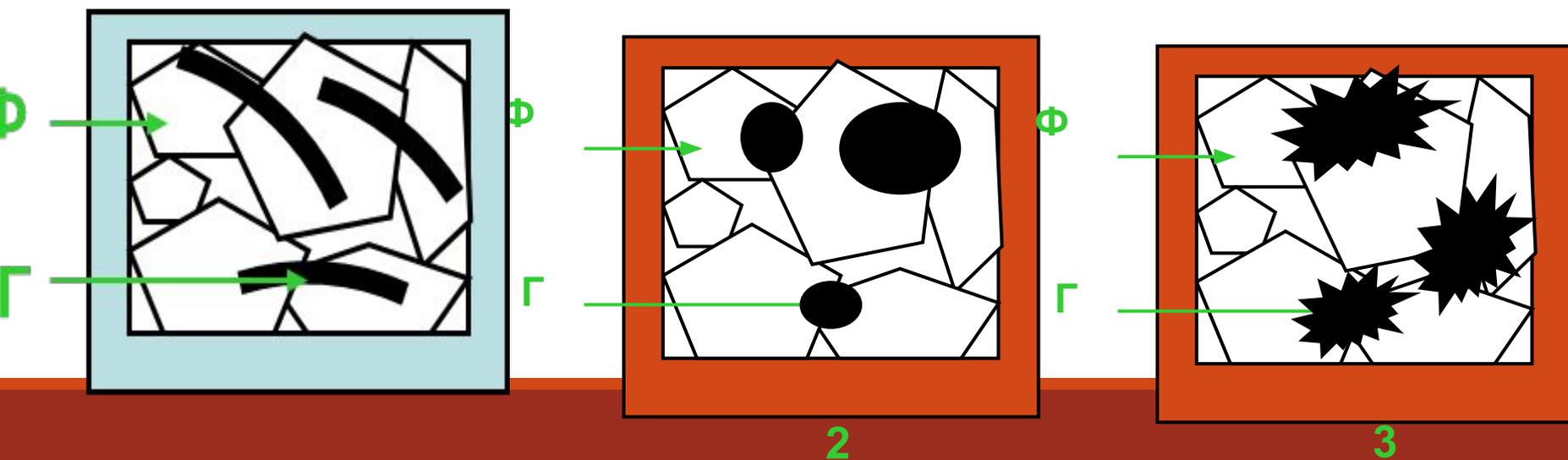
Обладает хорошими литейными свойствами. В структуре присутствует графит, количество, форма и размеры которого изменяются в широких пределах.

По строению металлической основы серые чугуны разделяют на: **перлитный** (0,8% С в виде цементита), **ферритно-перлитный** (менее 0,8 % в виде цементита) и **ферритный** (весь С в виде графита).

В **обычном сером чугуна** графит имеет пластинчатую форму (1).

В **высокопрочном сером чугуна** графит находится в форме шаровидного графита, который принимает такую форму благодаря присадке-модификатору магния в количестве 0,02-0,08% (2).

В **ковком сером чугуна** углерод находится в форме хлопьевидного графита (3), который образуется в процессе отжига белого чугуна.



Марки серых чугунов

Вид чугуна	Примеры маркировки	Свойства
Обычный серый	СЧ12-28 СЧ18-36	$\sigma_B = 12 \text{ кгс/мм}^2 = 120 \text{ МПа}$ $\sigma_{\text{и}} = 28 \text{ кгс/мм}^2 = 280 \text{ МПа}$ $\sigma_B = 18 \text{ кгс/мм}^2;$ $\sigma_{\text{и}} = 36 \text{ кгс/мм}^2$
Высокопрочный чугун	ВЧ50-1,5 ВЧ45-5	$\sigma_B = 50 \text{ кгс/мм}^2 = 500 \text{ МПа}$ $\delta\% = 1,5\%$ $\sigma_B = 45 \text{ кгс/мм}^2; \delta\% = 5\%$
Ковкий чугун	КЧ35-10	$\sigma_B = 35 \text{ кгс/мм}^2 = 350 \text{ МПа}$ $\delta\% = 10\%$

σ_B - предел прочности при растяжении; $\delta\%$ - относительное удлинение после разрыва; $\sigma_{\text{и}}$ - предел прочности при изгибе.

Примеси

- ◆ Марганец - повышает твердость чугуна.
- ◆ Кремний – повышает прочность и вязкость чугуна, улучшает литейные свойства.
- ◆ Сера – понижает прочность, ухудшает литейные свойства чугуна.
- ◆ Фосфор – повышает хрупкость.



Марки стали и чугуна

№№	
1	МСтЗсп
2	30ХГСА
3	15Х17АТ4
4	СЧ15
5	КЧ30-6

Расшифровка

1	МСтЗсп	Углеродистая сталь обыкновенного качества спокойная полученная мартеновским способом 3 состава
2	30ХГСА	Сталь легированная конструкционная с содержанием С=0,3%, Cr, Mn, Si менее 1% высококачественная
3	15Х17АТ4	Сталь легированная конструкционная с содержанием С=0,15%, Cr=17%, N менее 1%, Ti=4%
4	СЧ15	Серый чугун с сопротивлением при растяжении 150 кгс/см ²
5	КЧ30-6	Ковкий серый чугун с пределом прочности 30 кгс/см ² и относительным удлинением после разрыва 6%

Лекция №6

**ОБЩИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ
СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ.**

**МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ
МЕТАЛЛОВ И
СПЛАВОВ.**

Свойства металлических материалов

Аспекты выбора материалов для изготовления деталей машин и механизмов:

- 1. Механические (конструкционные) свойства материалов** – прочность, упругость, пластичность, ударную вязкость, твердость и выносливость.
- 2. Технологические свойства материалов.** Это часть общих физико-химических свойств, по которым на основании практического опыта проектируют и реализуют процесс получения деталей машин с наилучшими служебными свойствами. К числу важнейших относятся: свариваемость, паяемость, упрочняемость, обрабатываемость резанием, литейные свойства и технологическая деформируемость.
- 3. Экономические параметры,** связанные с затратами при изготовлении деталей.

Механические свойства материалов

Детали должны выдерживать различные нагрузки: статические, динамические, циклические и др.

Способность материала в конструкции сопротивляться внешним воздействиям, т.е. свойства материала, **принято оценивать механическими характеристиками**. Один и тот же материал при различных внешних условиях (температура, скорость нагружения и т.д.) может иметь различные механические свойства.

Количественная оценка механических свойств материалов производится путем испытаний образцов в специальных испытательных машинах при определенных условиях.

Нагрузка вызывает в твердом теле **напряжение** и **деформацию**.

к единице площади поперечного сечения
испытуемого образца (А).

Деформация – изменение формы и размеров твердого тела под влиянием приложенных внешних сил. Деформация может быть **упругой**, исчезающей после снятия нагрузки, и **пластической**, остающейся после снятия нагрузки.

Пластичность – свойство твердых тел, не разрушаясь, необратимо изменять свои внешние формы (пластически течь) под действием внешних сил или внутренних напряжений.

- Чем больше в металле плоскостей и направлений скольжения, тем выше его способность к пластической деформации. Металлы, имеющие кристаллическую решетку ОЦК и ГЦК пластичны.

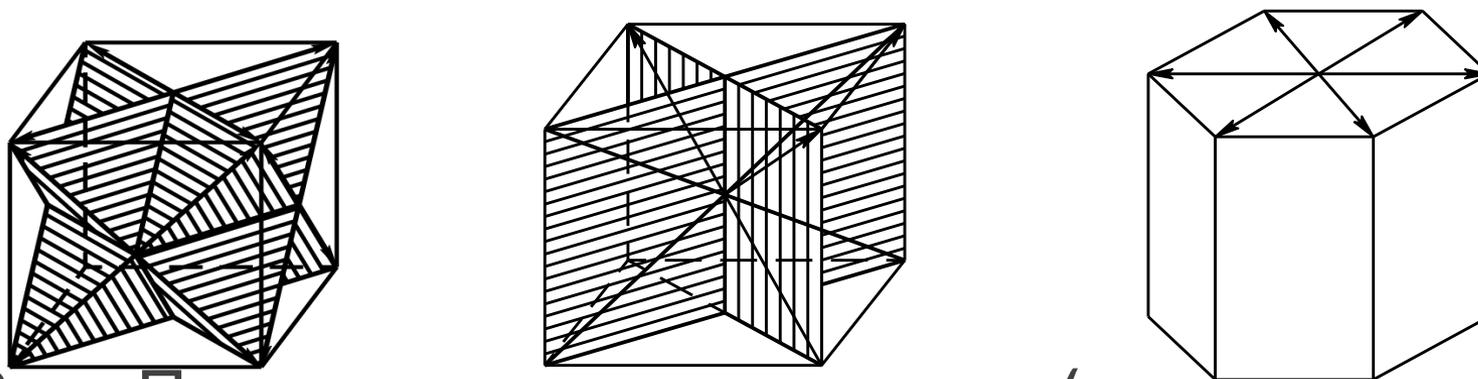


Рис. Плоскости и направления (заштрихованные) скольжения в решетке: а – ГЦК; б – ОЦК; в – ГПУ.
Скольжение – последовательное перемещение одной части кристалла по отношению к другой в результате перемещения уже имеющих в кристалле дислокаций или только возникающих.

Виды деформации

РАЗЛИЧАЮТ ДВА ВИДА ДЕФОРМАЦИИ:
ВНУТРИКРИСТАЛЛИТНУЮ (ПО ЗЕРНУ) И
МЕЖКРИСТАЛЛИТНУЮ (ПО ГРАНИЦАМ ЗЕРЕН).

- ВНУТРИКРИСТАЛЛИТНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ
ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПУТЕМ СДВИГА, СКОЛЬЖЕНИЯ, КАК В
МОНОКРИСТАЛЛЕ.

- МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ
ПУТЕМ ПОВОРОТА, ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОДНИХ ЗЕРЕН
ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ.

ОБА ВИДА ДЕФОРМАЦИИ ПРОТЕКАЮТ ОДНОВРЕМЕННО.

ПРИ БОЛЬШОЙ ДЕФОРМАЦИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОЦЕССОВ
СКОЛЬЖЕНИЯ ЗЕРНА МЕНЯЮТ СВОЮ ФОРМУ,
ВЫТЯГИВАЮТСЯ В НАПРАВЛЕНИИ ГЛАВНОЙ ДЕФОРМАЦИИ
И ОБРАЗУЮТ ВОЛОКНИСТУЮ ИЛИ СЛОИСТУЮ СТРУКТУРУ,
КОТОРУЮ НАЗЫВАЮТ **ТЕКСТУРОЙ**, ПРИВОДЯЩЕЙ К
АНИЗОТРОПИИ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА.

МЕТАЛЛЫ С ГЦК - РЕШЕТКОЙ УПРОЧНЯЮТСЯ СИЛЬНЕЕ,
ЧЕМ С ОЦК- РЕШЕТКОЙ.

Методы испытания металлов и сплавов

ОБРАЗЦЫ ИЗ ИССЛЕДУЕМОГО МАТЕРИАЛА ПОДВЕРГАЮТ **СТАТИЧЕСКИМ** И **ДИНАМИЧЕСКИМ** ИСПЫТАНИЯМ.

СТАТИЧЕСКИМИ НАЗЫВАЮТСЯ ИСПЫТАНИЯ, ПРИ КОТОРЫХ ПРИЛАГАЕМАЯ К ОБРАЗЦУ НАГРУЗКА ВОЗРАСТАЕТ МЕДЛЕННО И ПЛАВНО.

К СТАТИЧЕСКИМ ИСПЫТАНИЯМ ОТНОСЯТ ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ, СЖАТИЕ, КРУЧЕНИЕ, ИЗГИБ, А ТАКЖЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ.

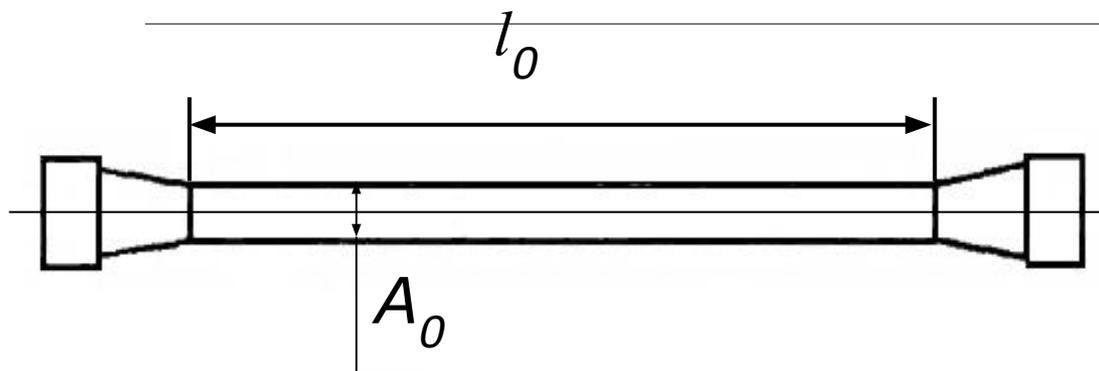
Испытание на растяжение.

Испытание проводится на специальных разрывных машинах.



Испытание на растяжение

Образец для испытаний



Относительное

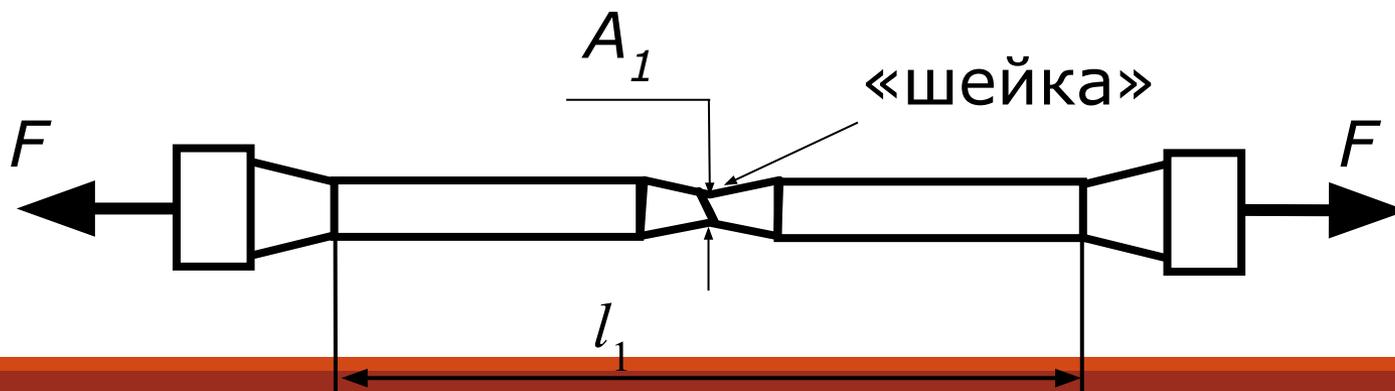
- удлинение

$$\delta = \frac{\Delta l_1 - \Delta l_0}{\Delta l_0} \cdot 100\%$$

- сужение

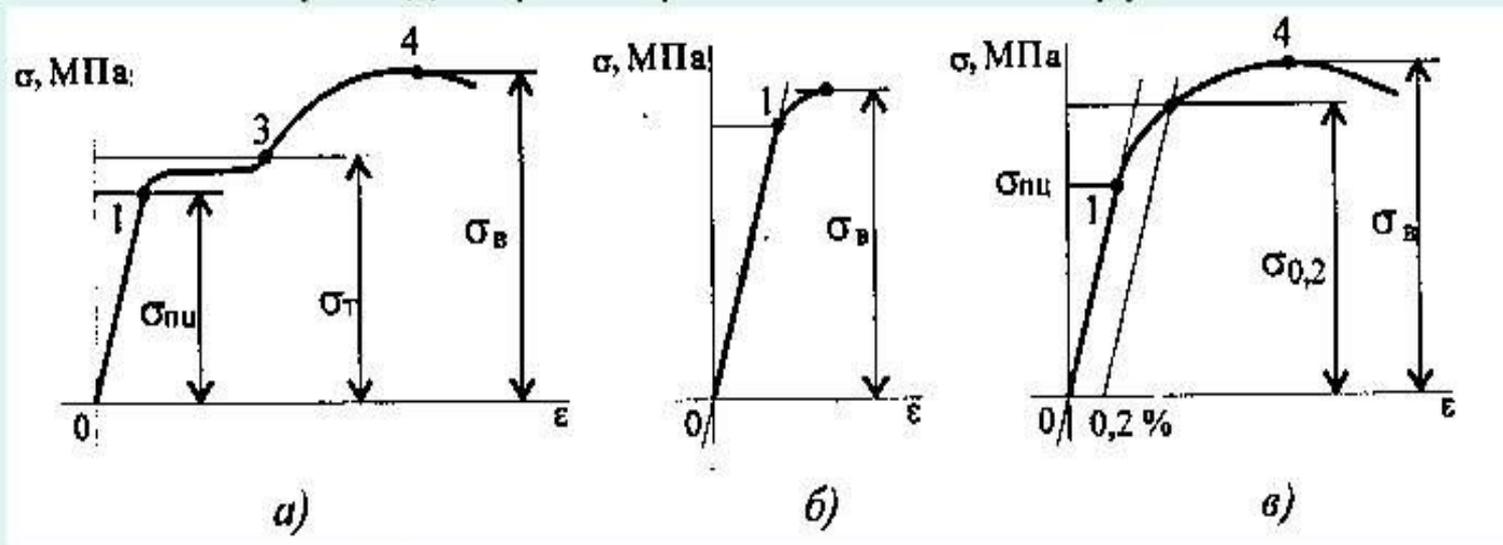
$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%$$

Разрушение образца из
пластичного материала



Виды диаграмм растяжения

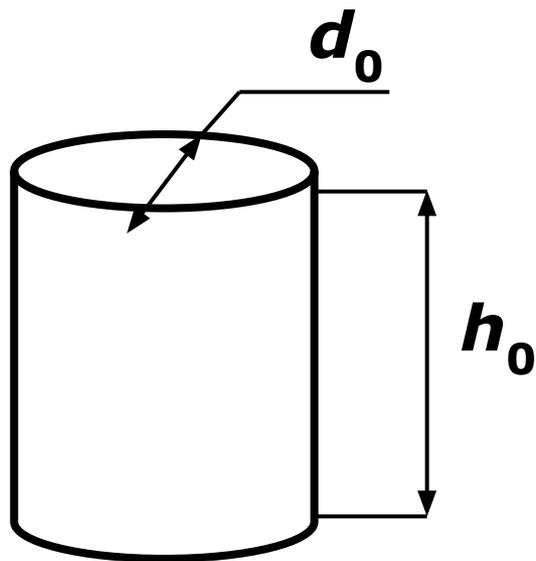
Различные материалы по-разному ведут себя под нагрузкой, характер деформаций и разрушения зависит от типа материалов. Принято делить материалы по типу их диаграмм растяжения на 3 группы :



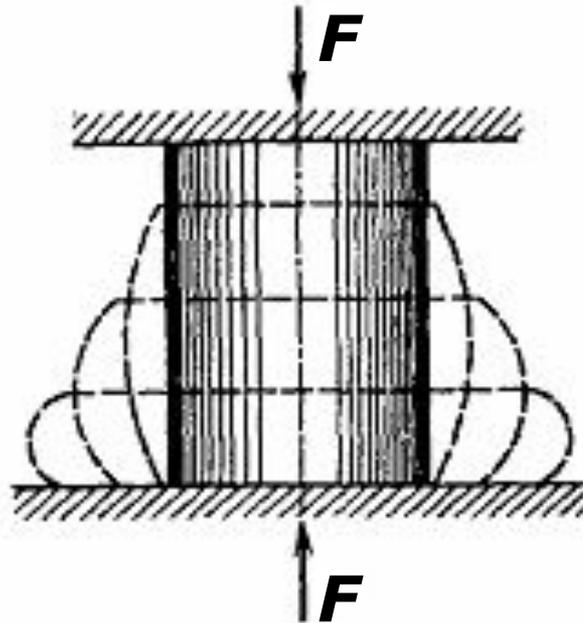
- **пластичные материалы**, эти материалы *имеют* на диаграмме растяжения *площадку текучести*
- **хрупкие материалы**, эти материалы мало деформируются, разрушаются по «хрупкому типу». На диаграмме *нет площадки текучести*
- **пластично-хрупкие материалы**, материалы, *не имеющие площадки текучести*, но значительно деформирующиеся под нагрузкой. Это недопустимо при работе конструкции, поэтому их деформацию ограничивают и считают максимально возможной относительную деформацию 0,2%

Испытание на сжатие

Образец для
испытаний

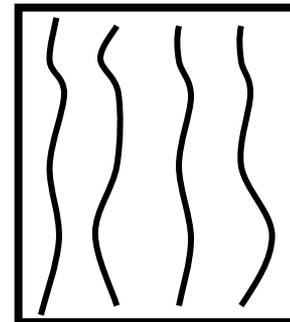
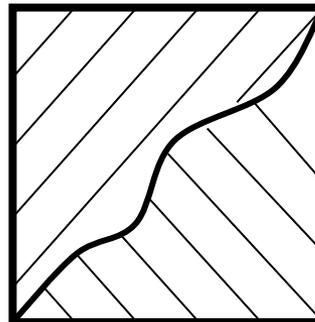


$$\frac{h_0}{d_0} = 1 \div 3$$

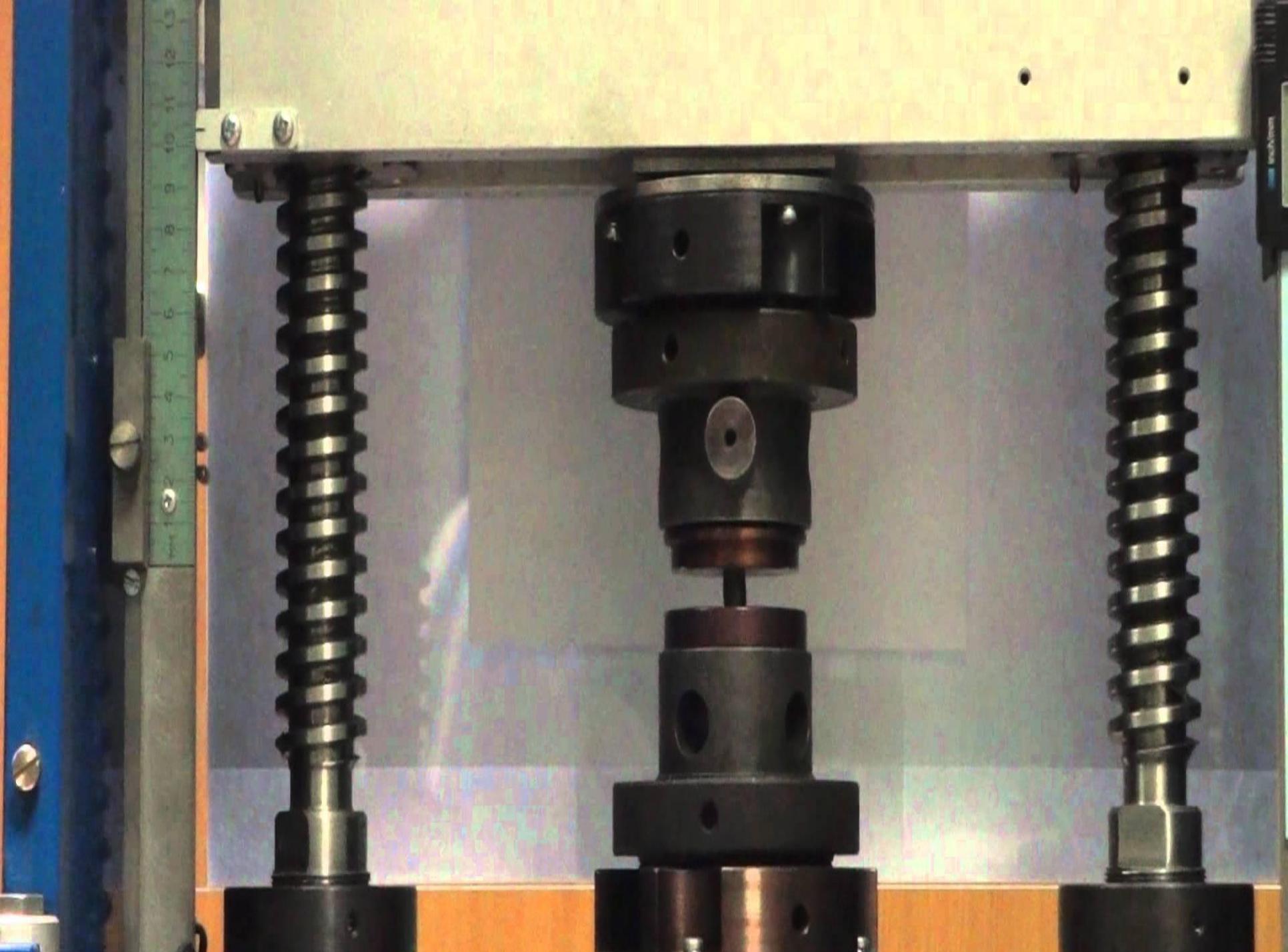


Деформация
образца

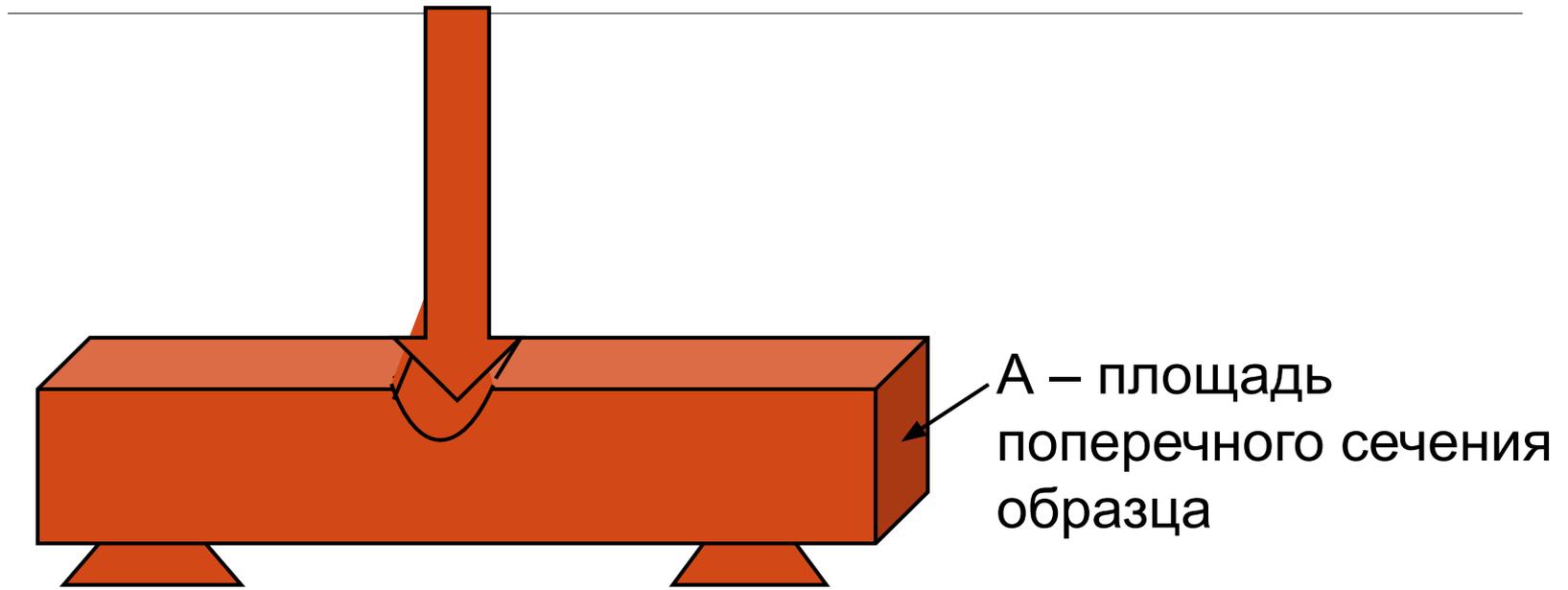
из пластичного
материала



из хрупкого
материала



Испытания на изгиб



$\sigma_{и}$ – предел прочности при изгибе

$$\sigma_{и} = F_{кр} / A$$



Методы определения твердости

Твердость – способность металла сопротивляться деформации при внедрении в него более твердого тела, которое называется **индентором**.

Метод Бринелля: в испытуемый материал под действием силы P внедряется шарик (индентор) диаметром D ; число твердости по Бринеллю – **HB** = P / S , где S – сферическая поверхность отпечатка с диаметром d .

Метод Роквелла: индентор – алмазный конус (при вершине 120°); числом твердости считают величину обратную глубине вдавливания h ; прибор имеет две шкалы: **HRA** и **HRC** при вдавливании алмазного конуса с различной нагрузкой.

Метод Виккерса: индентор – алмазная пирамида (с углом между гранями 136°); критерий числа твердости **HV** – диагональ отпечатка d .

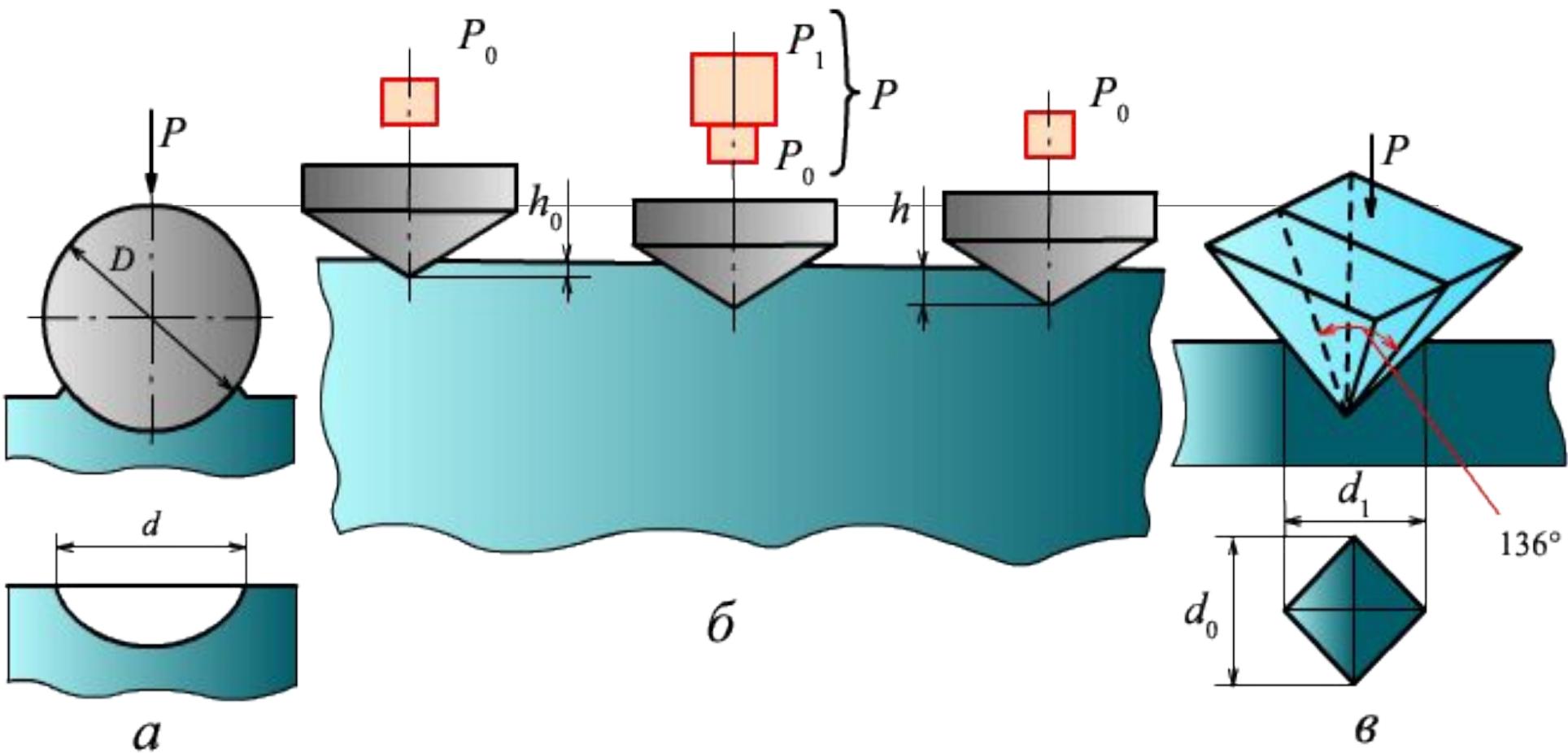


Рис. Схемы испытания на твердость:
 а – по Бринеллю; б – по Роквеллу;
 в – по Виккерсу

Связь между методами

Метод **НВ** применяют для мягких материалов; **НРС** - для твердых материалов (например, закаленных сталей); методы **НВ** и **НРА** - для тонких слоев (листов).

Между различными методами существует примерная корреляция. По соответствующим таблицам можно перевести значение твердости, полученное одним из методов в значения твердости соответствующие другим методам.

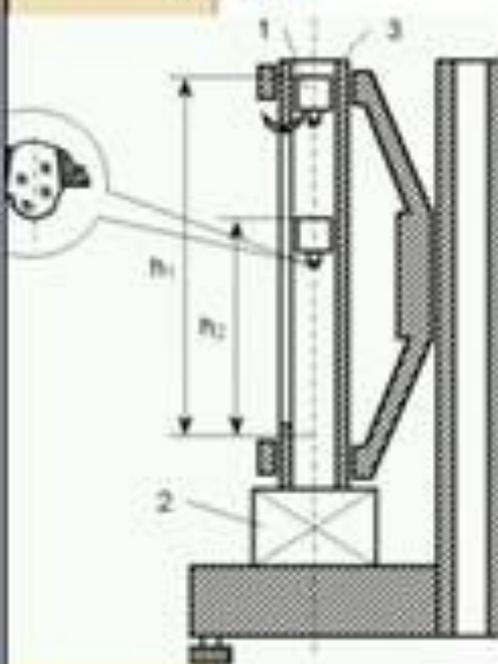
Метод определения *микротвердости Н* применим для определения твердости отдельных структурных составляющих на металлографическом микроскопе. Индентор – алмазная пирамида при очень небольшой нагрузке (до 100г).

Метод Шора - экспресс-метод определения твердости (**HSD**) крупных изделий в условиях производства по отскоку стального шарика.

Метод измерения твердости по Шору (метод отскока)

Метод определения твердости очень твердых материалов, преимущественно металлов, по высоте, на которую после удара отскакивает специальный боёк (осн. часть склероскопа Шора), свободно и вертикально падающий с определённой высоты. Твердость по этому методу оценивается в условных единицах, пропорциональных высоте отскокивания бойка.

Схема
склероскопа
Шорра



Обозначается HS_x , где H — Hardness, S — Shore и x — латинская буква, обозначающая тип шкалы, использованной при измерении. Например: 85HSD.

Метод не дает точных показаний, так как высота отскокивания бойка зависит не только от твердости испытуемого металла, но и от множества других причин: от толщины металла, от степени шероховатости его поверхности, внутренней структуры и т. д. Однако этот метод, вследствие его простоты и оперативности, часто применяется в заводской практике — преимущественно для быстрого контроля результатов термической обработки стальных изделий (заковки и отпуска). Он так же позволяет производить измерения прямо на готовых изделиях, крупногабаритных деталях и криволинейных поверхностях.

Определение надежности:

Для оценки надежности материала проводят динамические испытания (испытания при высокой скорости приложения нагрузки)

Испытание на удар:

- определяют **ударную вязкость**;
- оценивают склонность металла к хрупкому разрушению;
- **не** применяют для многих литых сплавов и цветных деформируемых сплавов
- Её определяют как удельную работу разрушения призматического образца с концентратором (надрезом) посередине одним ударом маятникового копра.

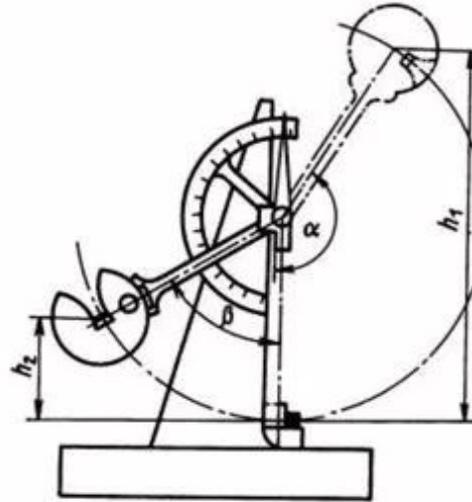


Рис. 60. Схема копра для испытания на удар

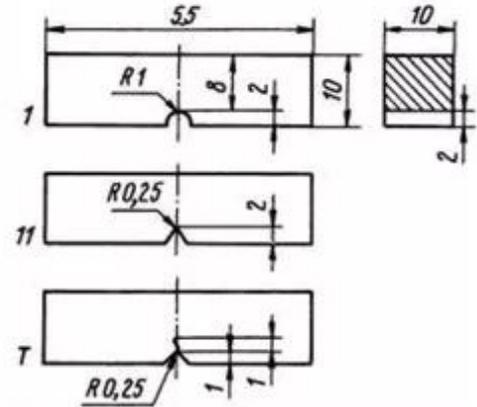


Рис. 61. Образцы для испытания на удар

Испытанием на удар при понижающейся температуре определяют **порог хладноломкости**

Лекция №7

**ВИДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ.
ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ
И
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ
ОБРАБОТКА.**

Термическая обработка

Технология металлов включает в себя:

1. Металлургию – получение металла заданного состава;
2. Механическую технологию – получение из металла изделий заданной формы;
3. **Термическую обработку** – совокупность операций нагрева металла до определенной температуры, выдержки при этой температуре и охлаждения с определенной скоростью. Ее целью является придание металлу необходимых механических и физических свойств в результате изменения внутреннего строения (структуры) металла.

Параметры термической обработки:

1. Максимальная температура нагрева – t_{\max} .
2. Время выдержки сплава при температуре нагрева - $T_{\text{в}}$.
3. Скорость нагрева - $V_{\text{нагр}}$.
4. Скорость охлаждения – $V_{\text{охл}}$.

Обработка металла и сплава подразделяется:

- **на термическую**, которая заключается только в термическом воздействии на металл или сплав;

- **на химико-термическую** – сочетание термического и химического воздействия;

- **на термо - механическую** (или деформационно-термическую) — в сочетании термического воздействия и пластической деформации.

Термическая обработка включает следующие виды:

-отжиг **1-го и 2-го** рода;

-закалка

-отпуск

-старение.

1. **Отжиг** – термическая обработка, заключающаяся в нагреве металла до определенной температуры, выдержки и охлаждении с отключенной печью (т.е. с минимально возможной скоростью, порядка 50-100 град/час).

- **Отжиг I рода** – применяется для любых металлов и сплавов. Его проведение не обусловлено фазовыми превращениями в твердом состоянии. Нагрев, повышая подвижность атомов, частично или полностью устраняет химическую неоднородность, уменьшает внутренние напряжения. Основное значение имеет температура нагрева и время выдержки.

- **Отжиг II рода** – отжиг металлов и сплавов, испытывающих фазовые превращения в твердом состоянии. Отжиг второго рода проводят с целью получения равновесной структуры и подготовки ее к дальнейшей обработке.

нагревом до температур выше критических и высокими скоростями охлаждения.

- **Закалка без полиморфного превращения** применима к любым сплавам, в которых при нагревании избыточная фаза полностью или частично растворяется в основной фазе. Скорость охлаждения должна быть настолько большой, чтобы избыточная фаза не успела выделиться, это условие выполняется, если дуралюмин и медные сплавы закалывают в воде. Алюминиевые сплавы с магнием закалывают для повышения прочности; у бериллиевой бронзы же после закалки прочность оказывается ниже, а пластичность выше, чем после отжига, и закалку этой бронзы можно использовать для повышения пластичности перед холодной деформацией. Основное назначение закалки без полиморфного превращения — подготовка сплава к старению.

- **Закалка с полиморфным превращением** применима к любым металлам и сплавам, в которых при охлаждении перестраивается кристаллическая решётка.

3. Отпуск – термообработка, которой подвергают сплавы, главным образом стали. Основные параметры процесса — температура нагрева и время выдержки, а в некоторых случаях и скорость охлаждения (для предотвращения отпускной хрупкости).

4. Старение - термообработка, которая применяется к сплавам, которые были подвергнуты закалке без полиморфного превращения. Перенасыщенный твёрдый раствор в таких сплавах термодинамически неустойчив и склонен к самопроизвольному распаду.

Сложные виды термической обработки

Химико-термическая обработка – нагрев сплава в соответствующих химических реагентах для изменения состава и структуры поверхностных слоев. В данном случае используется способность металлов растворять различные, окружающие их поверхность элементы, атомы которых, при повышенных температурах, могут диффундировать в металлы.

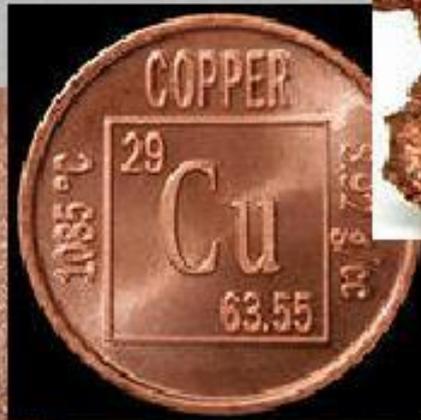
Термомеханическая (термопластическая) обработка – деформация и последующая термическая обработка, сохраняющая в той или иной форме результаты наклепа

Лекция №8

СПЛАВЫ МЕДИ,
МАГНИЯ И
АЛЮМИНИЯ.

Медь и ее сплавы

Медь представляет собой металл красного цвета с температурой плавления $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$, плотностью 8940 кг/м^3 . Обладает высокой электропроводностью, используется как проводниковый материал. В бытовых изделиях применяют сплавы меди — латуни, бронзы и др.



Сплавы меди

Латуни – сплавы меди с цинком до 45%.

Свойства латуней:

Сплав обладает высокой пластичностью, которая достигает максимального значения при 30% Zn. Латуни легко поддаются пластической деформации.

Литейные свойства латуней: хорошая жидкотекучесть; склонность к образованию концентрированной усадочной раковины.

Механические свойства латуней: невысокая прочность – $\sigma_{\text{в}} = 300 - 350$ МПа при $\delta\% = 20\% - 40\%$.

Марки латуней:

Двойные (простые) латуни: Л62 (62%Cu; 38% Zn) Л68; Л70; в том числе ювелирные латуни (томпаки): Л80; Л85; Л96.

Специальные латуни (легированные) : ЛС59-1 – автоматная латунь (59%Cu; 1% Pb; 40% Zn); морская латунь – ЛО60-1 (60%Cu; 1%Sn; 39% Zn); латунь с повышенной прочностью – ЛАН59-3-2 (59%Cu; 3%Al; 2%Ni; 36%Zn).

Сплавы меди

Оловянистые бронзы – сплавы меди с оловом.

Свойства оловянистых бронз:

Бронзы, содержащие более 5% Sn обладают низкой пластичностью, их не куят и не прокатывают, а применяют в литом виде.

Высокие литейные свойства бронз определяются прежде всего малой усадкой (менее 1%) при довольно низкой жидкотекучести.

Бронзы обеспечивают высокую стойкость против истирания.

Высокая химическая стойкость.

Применение:

Отливки сложной формы, в т.ч. художественное литье.

Вкладыши подшипников.

Арматура (паровая, водяная и др.)

Сплавы меди

Сплавы меди с алюминием, кремнием, бериллием и др. элементами также называют **бронзами: алюминиевыми, кремнистыми, бериллиевыми и т. д.**

Эти бронзы не имеют такой низкой усадки как оловянистая бронза, но превосходят ее по механическим свойствам (алюминиевая, кремнистая), по химической стойкости (алюминиевая), по жидкотекучести (кремнистая), по твердости и упругости (бериллиевая).

Марки бронз

БрО10 90%Cu; 10%Sn

БрОЦСН 3-7-5-1 84%Cu; 3%Sn; 7%Zn; 5%Pb; 1%Ni

БрАЖН 10-4-4 82%Cu; 10%Al; 4%Fe; 4%Ni

Сплавы алюминия

Алюминий - металл серебристо-белого цвета, $T_{пл} = 600^{\circ}\text{C}$, $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$. Обладает высокой электропроводимостью.

Для упрочнения Al применяют: Cu, Mn, Si, Mg и др.

Алюминиевые сплавы делят на деформируемые (листы, плиты, прутки) и литейные (фасонное литье).

Алюминиевые сплавы разделяют на деформируемые и литейные. Те и другие могут быть не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой.

Деформируемые алюминиевые сплавы хорошо обрабатываются прокаткой, ковкой, штамповкой. Их марки приведены в ГОСТ 4784-74. К деформируемым алюминиевым сплавам, не упрочняемым термообработкой, относятся сплавы системы *Al-Mn* и *Al-Mg*: *АМц*, *АМцС*, *АМг1*, *АМг4*, *АМг5*, *АМг6*. Аббревиатура включает в себя начальные буквы входящих в состав сплава компонентов и цифры, указывающие содержание легирующего элемента в %.

К деформируемым алюминиевым сплавам, упрочняемым термической обработкой, относятся сплавы системы *Al-Cu-Mg* с добавками некоторых элементов (дуралюмины, ковочные сплавы), а также высокопрочные и жаропрочные сплавы сложного химсостава. Дуралюмины маркируются буквой “Д” и порядковым номером, а ковочные сплавы - “АК” и порядковым номером, например: *Д1*, *Д12*, *Д18*, *АК4*, *АК8*.

Сплавы магния

Магний- светло-серый металл, $T_{пл} = 651 \text{ }^\circ\text{C}$, с ГПУ решеткой, $\rho = 1,74 \text{ г/см}^3$, с хорошей пластичностью. На воздухе легко воспламеняется. Используют в пиротехнике и химической промышленности.

Используют сплавы магния с алюминием, цинком, цирконием и др.

Деформируемые сплавы - для изготовления штамповок, профилей, прутков и др (МА).

Литейные сплавы - для нагруженных деталей двигателей, кронштейнов, корпусов и др (МЛ).

После букв указывается цифра соответствующая порядковому номеру сплава.