

**Презентация по Материаловедению
на тему
«Строение, кристаллизация и превращения
в металлических материалах»**

**Выполнила студентка
группы АСУ14-1
Давыдова Е.А.
Проверил
Игнатьев Д.А.**

Основные задачи дисциплины -

- *установить* зависимость между составом, строением и свойствами,
- *изучить* термическую, химико-термическую обработку и другие способы упрочнения,
- *сформировать* знания о свойствах основных разновидностей материалов.

Классификация технических материалов.

□ По назначению:

- материалы приборостроения,
- машиностроительные материалы,
- более подробно, например стали для судостроения или мостостроения.

□ По типу структуры:

- аморфные,
- кристаллические,
- гетерофазные.

Материалы металлические, неметаллические, композиционные.

□ *Металлические* материалы подразделяются на цветные металлы, порошковые материалы.

□ *Неметаллические* материалы: резина, стекло, керамика, пластические массы, ситаллы.

□ *Композиционные* материалы являются составными материалами, в состав которых входят два и более материалов (стеклопластики).

История науки о металлах.

Знакомство человека с металлами началось с золота, серебра и меди, то есть с металлов, встречающихся в свободном состоянии на земной поверхности; впоследствии к ним присоединились металлы, значительно распространенные в природе и легко выделяемые из их соединений: олово, свинец, железо и ртуть. Эти семь металлов были знакомы человечеству в глубокой древности.

В средние века прибавились цинк, висмут, сурьма и в начале XVIII столетия мышьяк. С середины XVIII века число открытых металлов быстро возрастает и к началу XX столетия доходит до 65, а к началу XXI века — до 96.

Свойства металлов так характерны, что уже в самую раннюю эпоху золото, серебро, медь, свинец, олово, железо и ртуть составляли одну естественную группу однородных веществ, и понятие о «металле» относится к древнейшим химическим понятиям. Однако воззрения на их натуру в более или менее определенной форме появляются только в средние века у алхимиков. У них понятие о сложности металлов и вера в возможность превращать одни металлы в другие, создавать их искусственно, является основным понятием их мирозерцания.

Лишь Лавуазье выяснил роль воздуха при горении и показал, что прибавь в весе металлов при обжигании происходит от присоединения к металлам кислорода из воздуха, и таким образом установил, что акт горения металлов есть не распадение на элементы, а, напротив, акт соединения, вопрос о сложности металлов был решен отрицательно.

Металлы были отнесены к простым химическим элементам, в силу основной идеи Лавуазье, что простые тела суть те, из которых не удалось выделить других тел. С созданием периодической системы химических элементов Менделеевым элементы металлов заняли в ней своё законное место.

Методы исследования материалов

Структурные
методы

Методы
электронной
спектроскопии

Методы
абсорбционной
спектроскопии
электромагнитных
излучений

Методы
рассеяния ЭМИ и
корпускулярных
излучений

Методы
термического
анализа, масс-
спектроскопии и
хроматографии

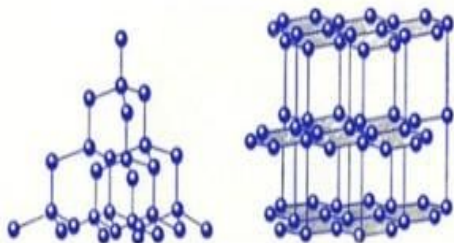
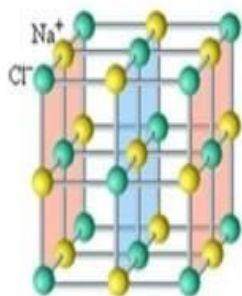
Атомно-кристаллическое строение металлов.

Под атомно-кристаллической структурой понимают взаимное расположение атомов, существующее в кристалле.

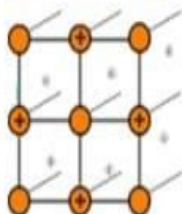
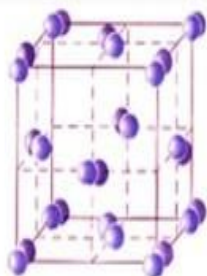
Атомы в кристалле расположены в определенном порядке, который периодически повторяется в трех измерениях. Для описания атомно-кристаллической структуры пользуются понятием кристаллической решетки.

Кристаллическая решетка представляет собой воображаемую пространственную сетку, в узле которой располагаются атомы (ионы), образующие металл. Наименьший объем кристалла, дающий представление об атомной структуре металла во всем объеме, получил название элементарной кристаллической ячейки (решетки). Для характеристики элементарной ячейки задают шесть величин: три ребра ячейки a , b , c и три угла между ними β , γ , α . Эти величины называют параметрами кристаллической решетки.

Типы кристаллических решеток.



Кристаллические решетки алмаза (слева) и графита (справа)



Тип решетки	Примеры веществ	Физические свойства веществ
<u>Ионная</u>	Соли, оксиды и гидроксиды типичных металлов	Твердые, хрупкие, тугоплавкие, многие растворимы в воде, расплавы проводят электрический ток
<u>Атомная</u>	алмаз(С), графит(С), бор(В), кремний(Si), оксид алюминия (Al_2O_3), оксид кремния (IV)- SiO_2	Очень твердые, очень тугоплавкие, прочные, нелетучие, не растворимы в воде
<u>Молекулярная</u>	При обычных усл.–г/ж ($O_2, H_2, Cl_2, N_2, Br_2, H_2O, CO_2, HCl$) Сера S_8 , белый фосфор P_4 , йод I_2 ; органические вещества	Непрочные, летучие, легкоплавкие, способны к возгонке, имеют небольшую твердость
<u>Металлическая</u>	Металлы и сплавы	Ковкие, обладают блеском, пластичностью, тепло- и электропроводны

Анизотропия металлов.

Поликристаллические материалы (металлы, сплавы) , состоящие из множества кристаллических зёрен (кристаллитов), в целом изотропны или почти изотропны. Анизотропия свойств поликристаллического материала проявляется, если в результате обработки (отжига, прокатки) в нём создана ориентация отдельных кристаллитов в каком-либо направлении. Так, при прокатке листовой стали зёрна металла ориентируются в направлении прокатки, в результате чего возникает анизотропия (главным образом механических свойств) , например для прокатанных сталей предел текучести, вязкость, удлинение при разрыве, вдоль и поперёк направления проката различаются на 15-20% (до 65%).

Причиной естественной анизотропии является упорядоченное расположение частиц в кристаллах, при котором расстояние между соседними частицами, а следовательно, и силы связи между ними различны в разных направлениях . Анизотропия может быть вызвана также асимметрией и определённой ориентацией самих молекул.

Особенности строения реальных металлических материалов.

Металлы и сплавы имеют поликристаллическое строение. Эти кристаллы называются зернами. Каждое зерно имеет свою ориентировку кристаллической решетки, вследствие чего свойства реальных металлов усредняются, и явления анизотропии не наблюдается.

В кристаллической решетке реальных металлов имеются различные дефекты (несовершенства), которые нарушают связи между атомами и оказывают влияние на свойства металлов. Различают следующие структурные несовершенства: точечные - малые во всех трех измерениях; линейные - малые в двух измерениях и сколь угодно протяженные в третьем; поверхностные - малые в одном измерении.

Прочность металлов идеального строения и реальных металлов.

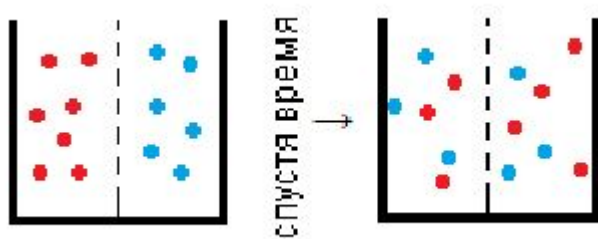
Прочность. Прочностью называют свойство твердых тел сопротивляется разрушению, а также необратимыми изменениями формы. Основным показателем прочности является временное сопротивление, определяемое при разрыве цилиндрического образца, предварительно подвергнутого отжигу.

По прочности металлы можно разделить на следующие группы:

- непрочные (временное сопротивление не превышает 50 МПа) - олово, свинец, висмут, а также мягкие щелочные металлы;
- прочные (от 50 до 500 МПа) - магний, алюминий, медь, железо, титан и другие металлы, составляющие основу важнейших конструкционных сплавов;
- высокопрочные (более 500 МПа) - молибден, вольфрам, ниобий и др.

Диффузионные и бездиффузионные превращения.

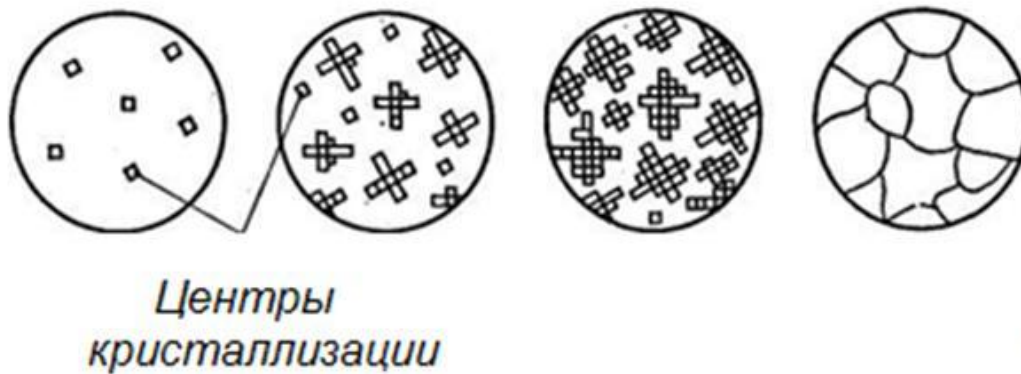
Под диффузией понимают перемещение атомов в кристаллическом теле на расстояния, превышающие средние межатомные расстояния данного металла.



При термической обработке стали наблюдаются бездиффузные, или аллотропические, превращения в процессе вторичной кристаллизации.

Термодинамические условия кристаллизации.

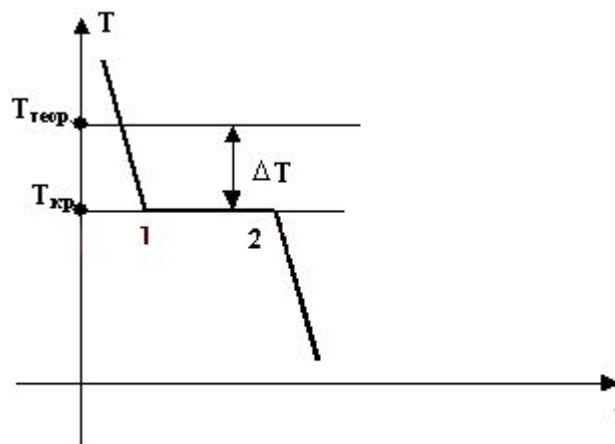
Кристаллизация - это переход жидкости в твердое состояние. Как всякий спонтанный процесс, кристаллизация протекает при термодинамических условиях, обеспечивающих снижение энергии Гиббса системы.



Условия: процесс кристаллизации может протекать только при переохлаждении металла ниже равновесной температуры кристаллизации вещества.

Кривые охлаждения чистых металлов.

$T_{\text{теор}}$ — теоретическая температура кристаллизации;
 $T_{\text{кр}}$ — фактическая температура кристаллизации.



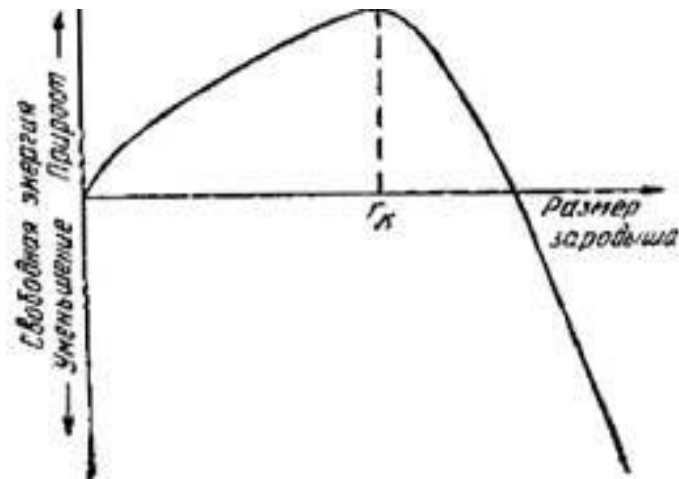
Процесс кристаллизации чистого металла. До точки 1 охлаждается металл в жидком состоянии, процесс сопровождается плавным понижением температуры. На участке 1 - 2 идет процесс кристаллизации, сопровождающийся выделением тепла, которое называется скрытой теплотой кристаллизации. Оно компенсирует рассеивание теплоты в пространство, и поэтому температура остается постоянной. После окончания кристаллизации в точке 2 температура снова начинает снижаться, металл охлаждается в твердом состоянии.

Механизм и законы процесса кристаллизации.

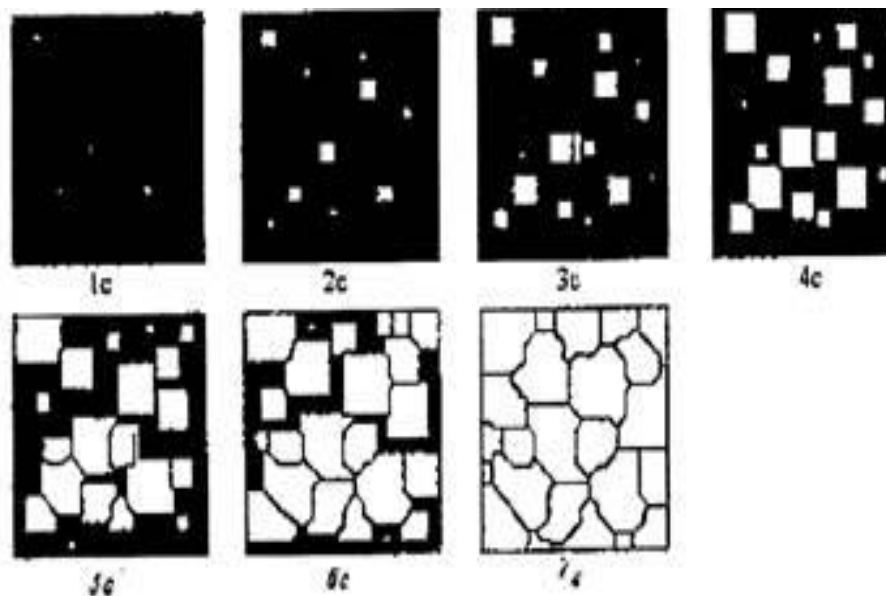
При соответствующем понижении температуры в жидком металле начинают образовываться кристаллики – центры кристаллизации, или *зародыши*. Для начала их роста необходимо уменьшение свободной энергии металла, в противном случае зародыш растворяется.

Минимальный размер способного к росту зародыша называется критическим размером, а зародыш – устойчивым.

Переход из жидкого состояния в кристаллическое требует затраты энергии на образование поверхности раздела жидкость – кристалл. Процесс кристаллизации будет осуществляться, когда выигрыш от перехода в твердое состояние больше потери энергии на образование поверхности раздела.



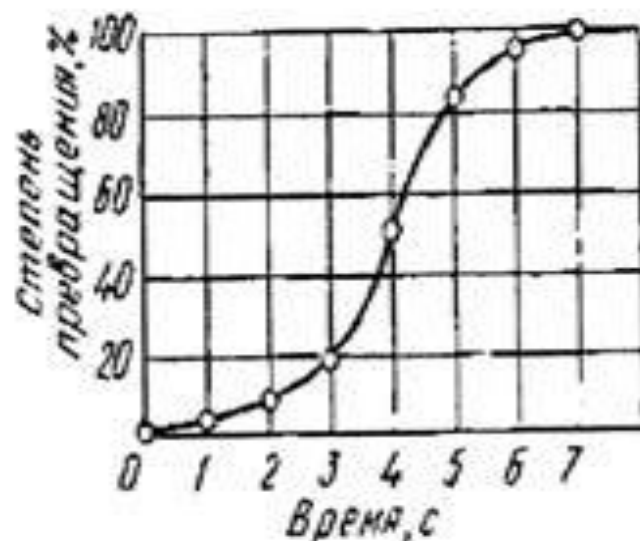
Зависимость энергии системы от размера зародыша твердой фазы.



Модель процесса кристаллизации.

Центры кристаллизации образуются в исходной фазе независимо друг от друга в случайных местах. Сначала кристаллы имеют правильную форму, но по мере столкновения и срастания с другими кристаллами форма нарушается. Рост продолжается в направлениях, где есть свободный доступ питающей среды. После окончания кристаллизации имеем поликристаллическое тело.

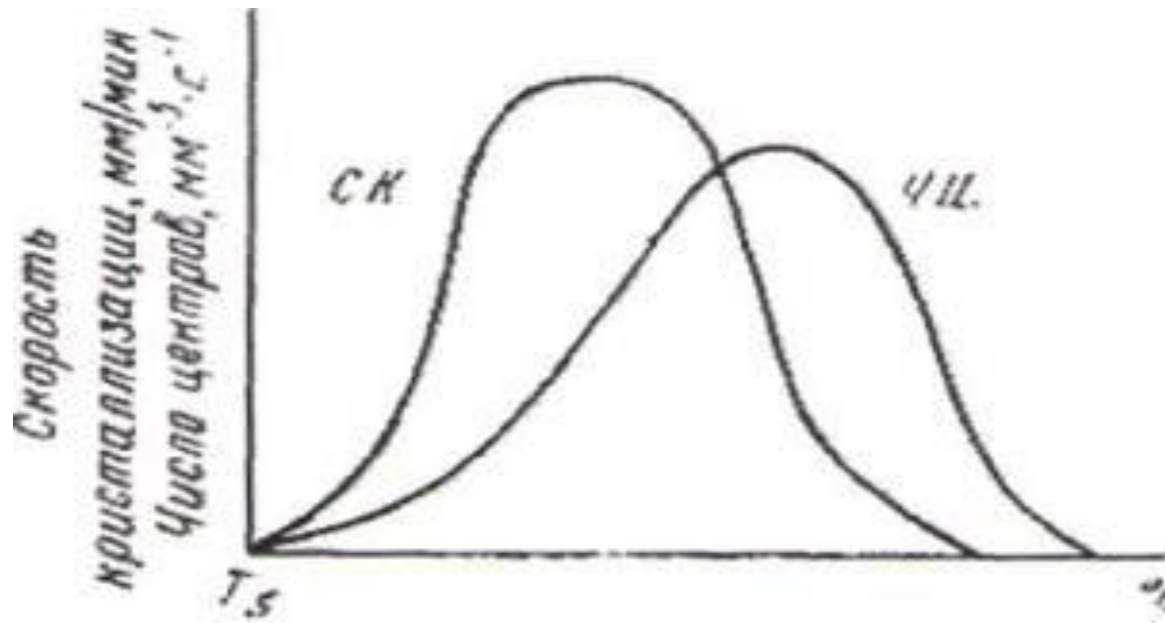
Качественная схема процесса кристаллизации.



Процесс вначале ускоряется, пока столкновение кристаллов не начинает препятствовать их росту. Объем жидкой фазы, в которой образуются кристаллы, уменьшается.

После кристаллизации 50 % объема металла скорость кристаллизации будет замедляться.

Таким образом, процесс кристаллизации состоит из образования центров кристаллизации и роста кристаллов из этих центров. В свою очередь, число центров кристаллизации (ч.ц.) и скорость роста кристаллов (с.к.) зависят от степени переохлаждения.



Размеры кристаллов зависят от соотношения числа образовавшихся центров кристаллизации и скорости роста кристаллов при температуре кристаллизации.

При равновесной температуре кристаллизации T_s число образовавшихся центров кристаллизации и скорость их роста равняются нулю, поэтому процесса кристаллизации не происходит. При небольших степенях переохлаждения, когда зародыш критического размера велик, а скорость образования зародышей мала, при затвердевании формируется крупнокристаллическая структура.

Если металл очень сильно переохладить, то число центров и скорость роста кристаллов равны нулю, жидкость не кристаллизуется, образуется аморфное тело. Для металлов, обладающих малой склонностью к переохлаждению, экспериментально обнаруживаются только восходящие ветви кривых.

Модифицирование как способ повышения прочности металлов и сплавов.

Модифицирование металла - добавление в жидкий металл модификаторов.

Металл находится в жидком состоянии при достижении температуры плавления, поэтому модификаторы вводятся в процессе плавления металла. В результате процесса модифицирования химические свойства металла не меняются - только механические.

Модификаторы - вещества, введение в металл которых в небольшом количестве приводит к изменению структуры, а значит механических свойств металла.

В качестве модификаторов применяется магний, ферросилиций, титан, соли натрия и калия и др.