



Матеріалознавство

«Фактори впливаючі на властивості металів і сплавів»

Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect2_1M_TKMIM_GDB_10.02.15



Факторы, влияющие на свойства металлов и сплавов

Влияние химического состава

Химический состав имеет очень большое влияние на свойства. Разные металлы существенно отличаются по своим свойствам (Fe, Al, Cu, Cr). Чистые металлы в технике используются редко, так как они имеют низкую прочность.

Основные конструкционные материалы – это металлические сплавы.

Таблица - Влияние примесей на свойстве металлов

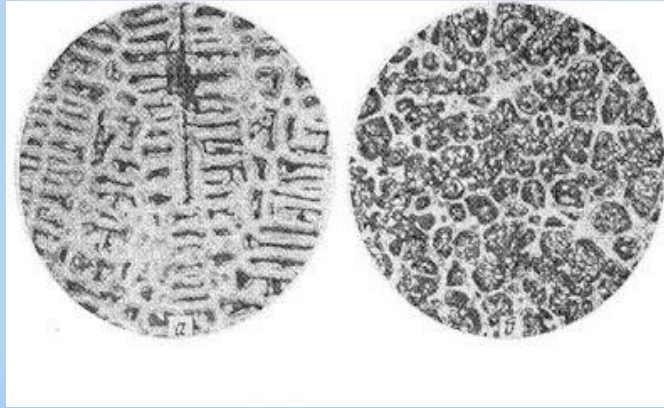
Материал	Граница текучести, (условная), $\sigma_{0.2}$, МПа	
Fe очень чистое (~ 0.001 % C) Fe + 0,005 % C Fe техн.(0,01 % C)	25,4 147 245	
Al техн. Дюралюм. (Al + Cu + Mg)	30 380	

Влияние макроструктуры

Макроструктурой называется внутреннее строение металла или сплава, которое видно невооруженным глазом при небольшом увеличении (до 30 раз)

Существуют два метода обнаружения макроструктуры- метод изломов ,и метод травления. Такие дефекты макроструктуры, как поры, раковины, трещины, неметаллические включения очень ухудшают все механические свойства

Неоднородность химического состава или структуры, которые возникают при различных видах обработки материала, могут оказать негативное влияние на свойства, например, ликвация, возникающая в процессе кристаллизации или образования различных структурных зон в сварном соединении



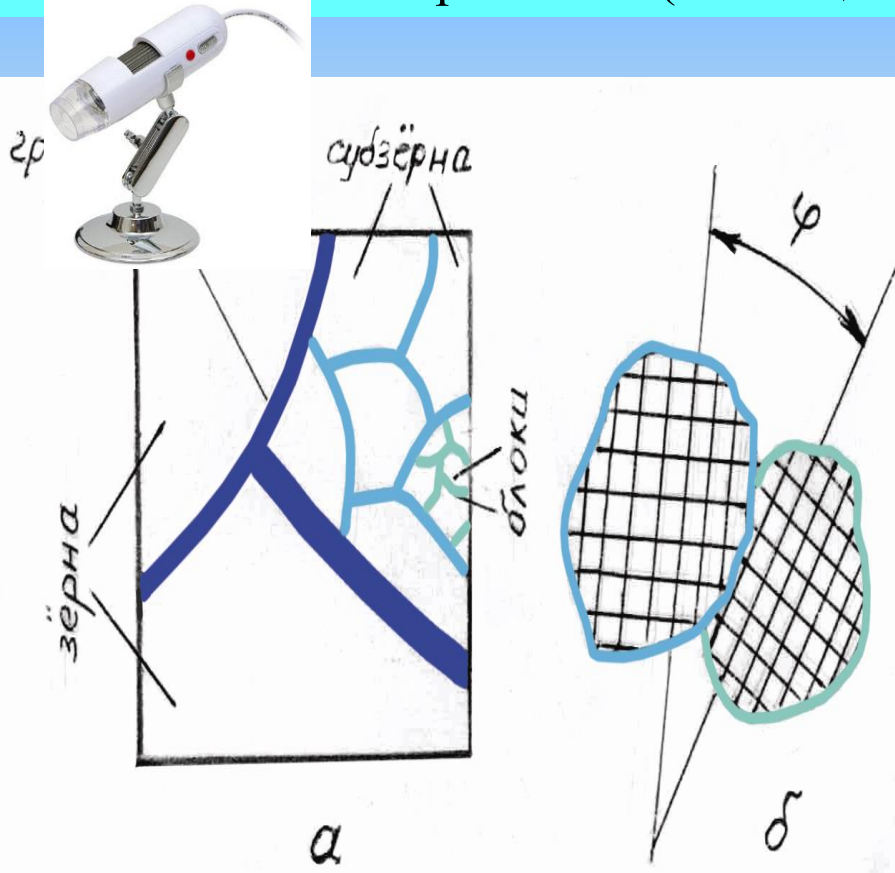
Волокнистое строение, которое возникает при горячей пластической деформации, приводит к анизотропии свойств. Волокна должны располагаться определенным образом относительно контура детали, чтобы обеспечить ее надежную работу

На машиностроительных заводах макроанализ проводится с целью контроля технологических процессов обработки материала или выяснения причины разрушения деталей при эксплуатации

Влияние микроструктуры

Микроструктура – это внутреннее строение металла или сплава, которое изучают при больших увеличениях (от 50 до 1500 раз) с помощью оптического или электронного микроскопов (на специальных микрошлифах).

Строение металла состоит из зерен, а каждая из них имеет свою структуру. Блок представляет собой набор кристаллических решеток. Чем мельче зерно, тем выше ударная вязкость, пластичность, ниже порог хладноломкости.



Зерна, фрагменты и блоки расположены под определенным углом по отношению друг к другу. Этот угол называется углом разориентации. Самый большой угол разориентации между зернами, самый маленький – между блоками.

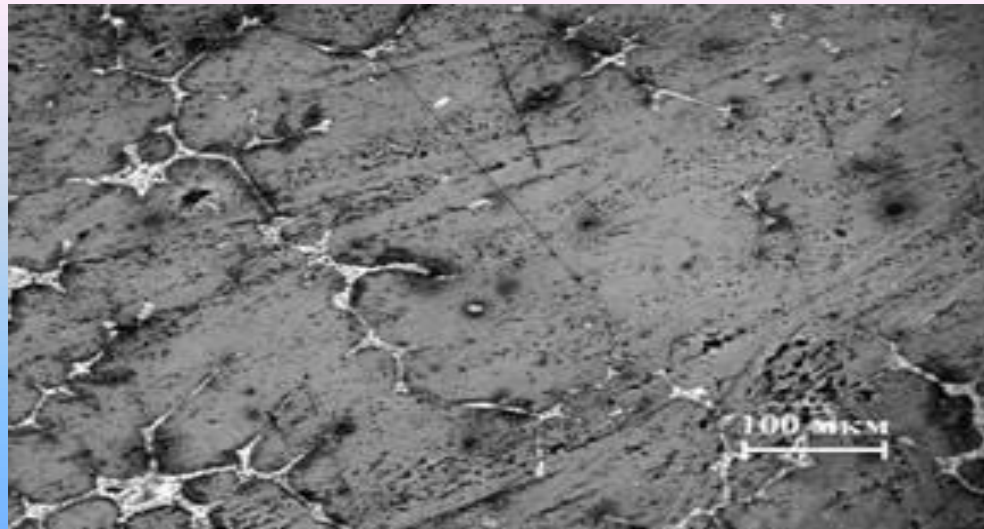
Измельчение зерна влияет положительно на механические свойства.

Влияние микроструктуры

Границы зерен- это преграды для перемещения трещин

Ударная вязкость, работа развития трещин, вязкость разрушения из раздроблением зерен значительно увеличивается, а порог хладноломкости и значительно снижается, что намного повышает надежность.

D, Мкм	Бв, МПа	КС, дж/см ²	Кт	T _{кр}
25↓	1330	↑в1.8	↑в1.4	+90
2-3↓	1670	раза	раза	-80



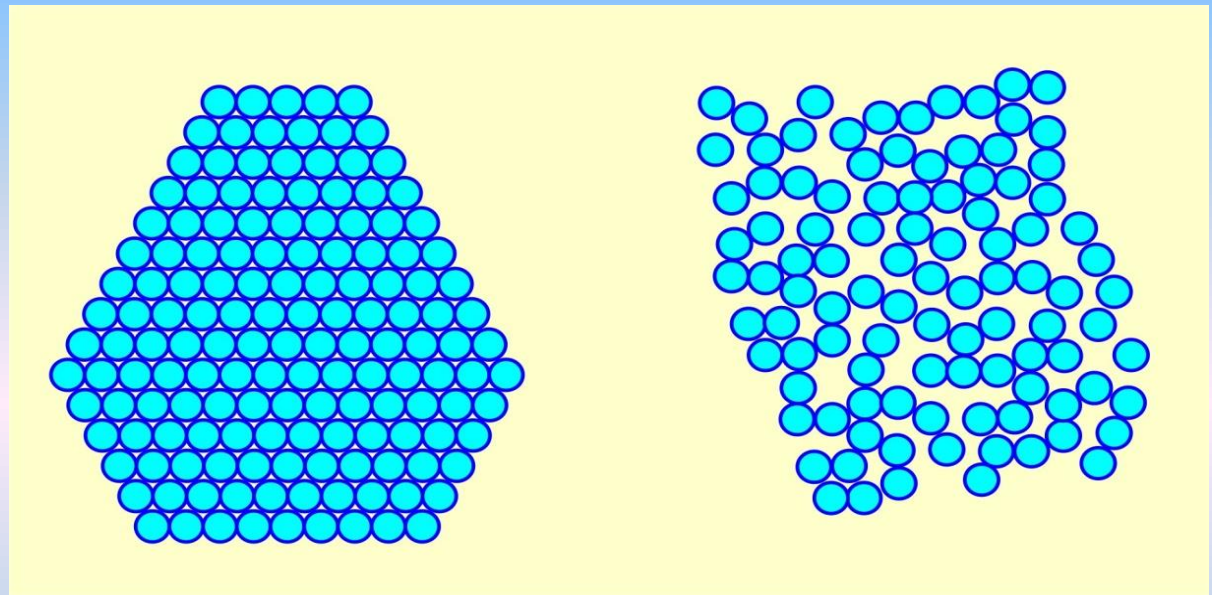
Обычно зерно имеет значение $d=25-50$ мкм. Если уменьшить его до размера 2-3 мкм, то все свойства значительно улучшаются.

Таким образом, дробление зерна- мощный фактор повышения прочности, надежности и в целом конструкционной прочности

Влияние атомно – кристаллического строения

Беспорядочное расположение атомов, когда они не занимают определенного места друг относительно друга. Такие тела называются *аморфными*.

В идеальном кристалле все атомы расположены в закономерном порядке. Реальные металлы обязательно имеют дефекты кристаллического строения, нарушения в закономерном размещении атомов.



а)

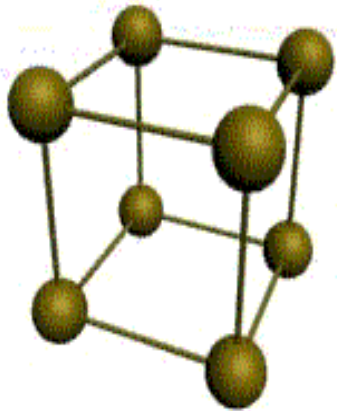
б)

Расположение атомов в кристаллическом (а) и аморфном (б) веществе

Внешние электронные орбиты атомов соприкасаются, так что *плотность упаковки* атомов в кристаллической решетке весьма велика.

Основные типы кристаллических решеток

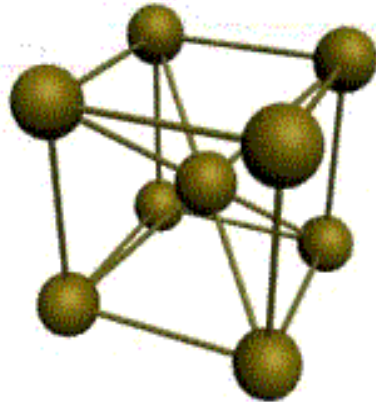
Тип решетки определяется формой элементарного геометрического тела, многократное повторение которого по трем пространственным осям образует решетку данного кристаллического тела.



кубическая

(1 атом на ячейку)

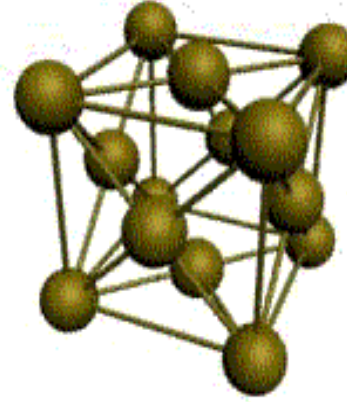
а)



объемно-центрированная кубическая (ОЦК)

(2 атома на ячейку)

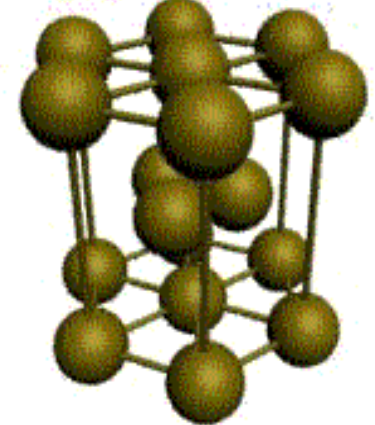
б)



гранецентрированная кубическая (ГЦК)

(4 атома на ячейку)

в)



гексагональная плотноупакованная (ГП)

(6 атомов на ячейку)

г)

Основные типы кристаллических решеток металлов

Дефекты кристаллической решетки металла

Все дефекты кристаллической решетки принято делить на точечные, линейные, поверхностные и объемные.

Точечные дефекты соизмеримы с размерами атомов. К ним относятся вакансии, т. е. незаполненные узлы решетки, межузельные атомы данного металла, примесные атомы замещения,

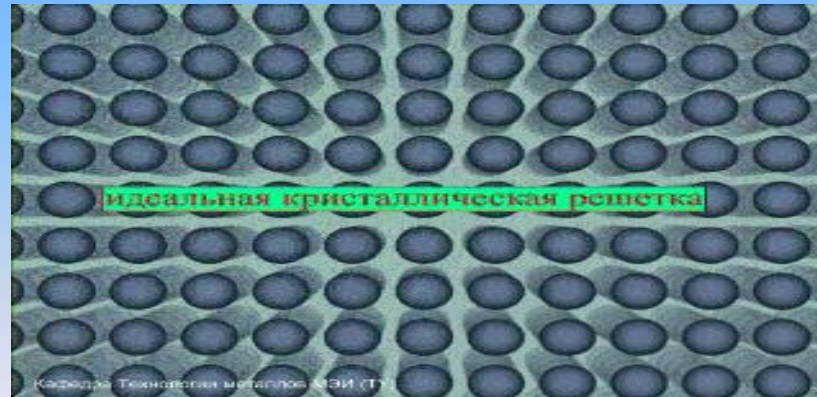
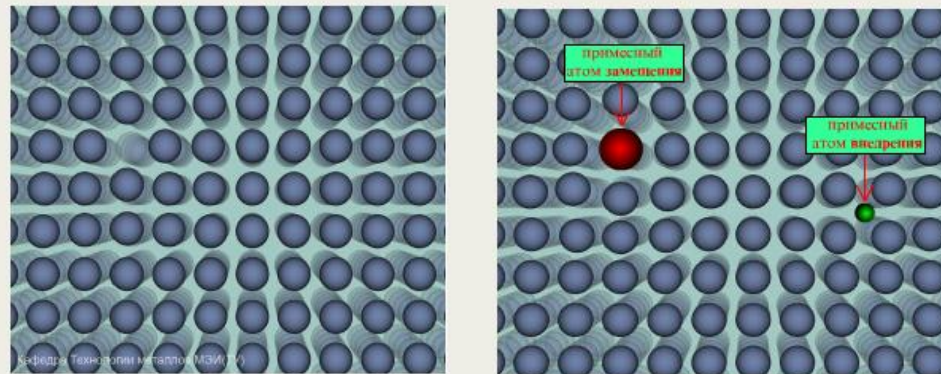


Схема образования пары вакансия-внедренный атом



Примесные атомы внедрения и замещения

то есть атомы, по диаметру соизмеримые с атомами данного металла и примесные атомы внедрения, имеющие очень малые размеры и поэтому находящиеся в междоузлиях.

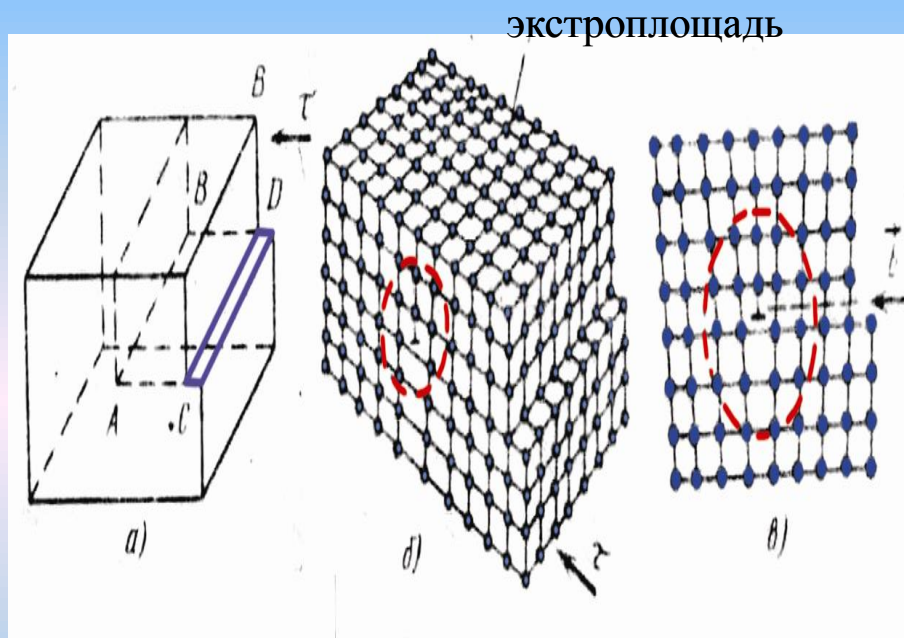
На механические свойства точечные дефекты оказывают несущественное влияние.

Линейные дефекты

Линейные дефекты имеют значительный размер только в одном направлении.
Линейные дефекты – это дислокации.

Дислокации в кристалле

«Dislokation» – английское слово, которое означает сдвиг, смещение. Дислокации появляются при кристаллизации, пластической деформации, при структурных превращениях в твердом состоянии.



А - сдвиг, вследствие которого образовалась дислокация;
Б - пространственная схема дислокации;
В - схемы расположения атомов возле дислокации

Дислокация – это линейный дефект кристаллической решетки, который связан с тем, что в одной части кристалла на одну атомную плоскость больше, чем в другой. Эта лишняя плоскость называется экстраплощадью (рис.).

Вследствие искажения решетки вблизи дислокаций последняя перемещается вдоль плоскости, перпендикулярной к экстраплощадке.

Линейные дефекты

К ним относятся **дислокации**, т. е. дефекты, образующиеся в решетке в результате смещений кристаллографических плоскостей.

Дислокации бывают двух видов.

Наиболее характерной является **краевая дислокация**. Она образуется в результате возникновения в решетке так называемой **экстраплоскости**.

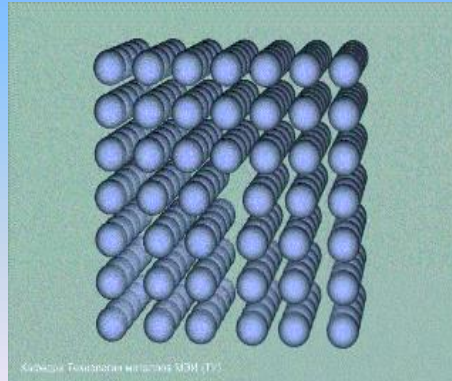


Схема краевой дислокации в идеальном кристалле

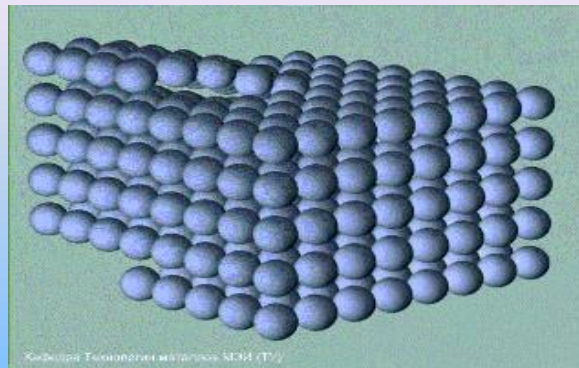


Схема винтовой дислокации

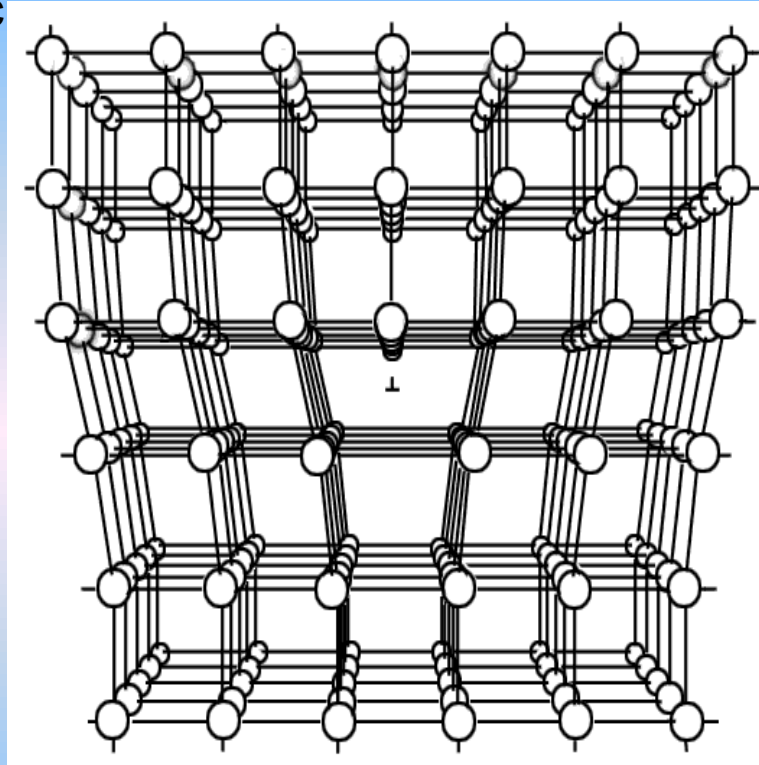
Другим типом дислокации является **винтовая дислокация**, которая представляет собой некоторую условную ось внутри кристалла, вокруг которой закручены атомные плоскости.

Нижний ряд экстраплоскости собственно и принято называть дислокацией.

Происхождение дислокаций

Дислокации в металле появляются при таких условиях:

1. При кристаллизации с жидкого состояния. Центры кристаллизации зарождаются и растут до столкновения. В месте столкновения образуются нарушения кристаллической решетки-дислокации. Дислокации могут образовываться из скоплением вакансий



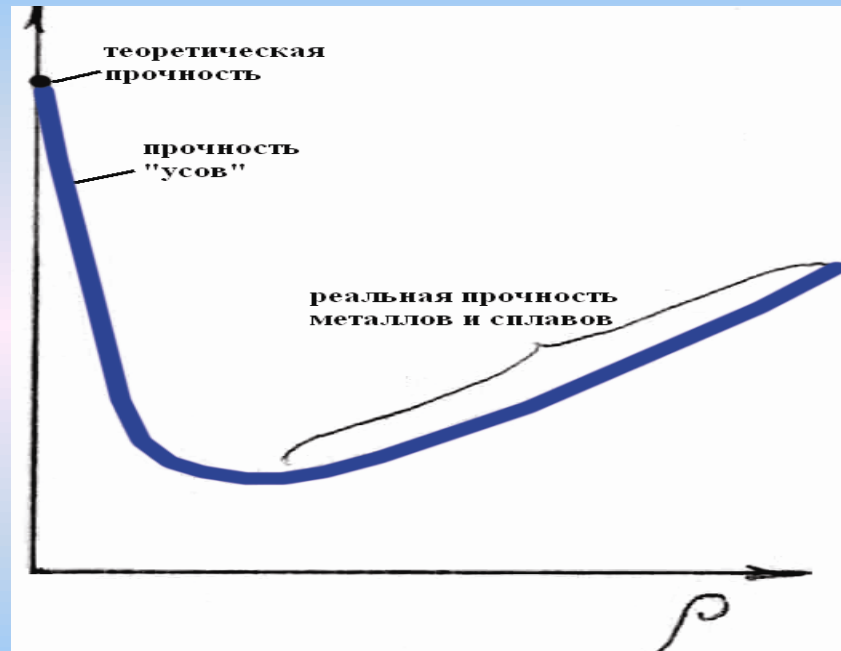
2. При фазовых преобразованиях, особенно если они происходят с значительной сменой объема

3. При пластической деформации, в процессе которой дислокации размножаются.

Плотность дислокаций

Дислокации влияют не только на прочность и пластичность, но и на другие свойства кристаллов. С увеличением плотности дислокаций возрастает внутреннее, изменяются оптические свойства, повышается электросопротивление металла.

Для количественной оценки дислокаций вводится такой критерий, как плотность дислокаций – это суммарная протяженность дислокаций, выраженная в см, которая содержится в 1 см³ и обозначается она ρ [см⁻²]. Между временным сопротивлением σ_v и плотностью дислокаций ρ существует экстремальная зависимость.



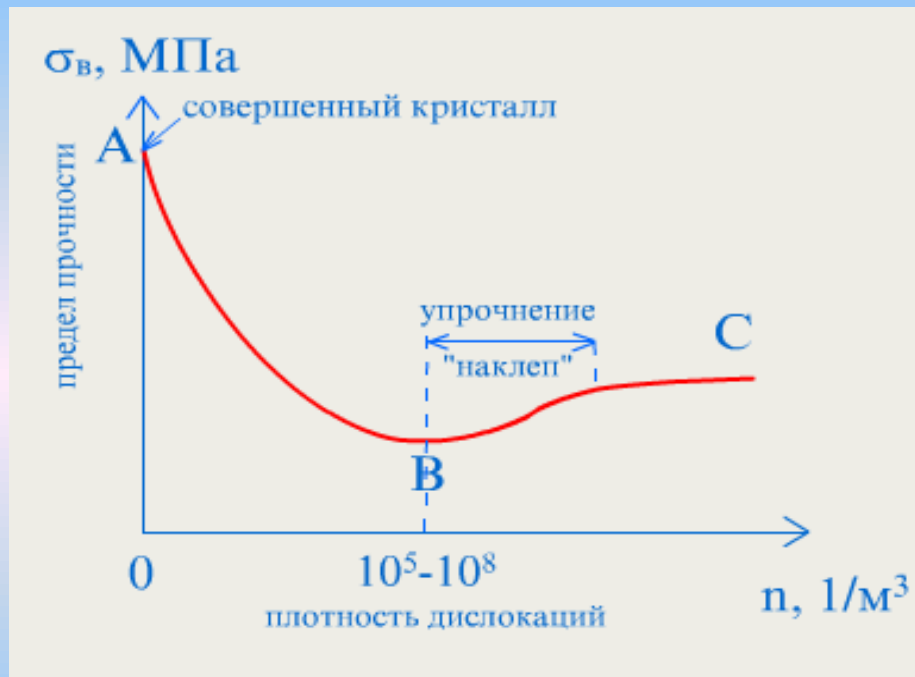
Влияние плотности дислокаций на свойства металлов

С повышением плотности дислокаций до $\cdot 10^6 \dots 10^9$ см⁻² прочность уменьшается. С дальнейшим увеличением ρ до $10^{11} \dots$ см⁻² прочность возрастает.

Плотность дислокаций

Упрочнение металла в процессе пластической деформации (наклеп) объясняется увеличением числа дефектов кристаллического строения (дислокаций, вакансий, межузельных атомов).

При плотности дислокаций $10^6 - 10^7 \text{ см}^{-2}$ (точка *B* на 1 фивой), прочности минимальна, и на участке *BC* происходит ее рост



Это объясняется тем, что с ростом плотности дислокаций их передвижение происходит не только по параллельным, но и по пересекающимся плоскостям, что существенно затрудняет процесс деформирования зерен.

Поэтому существуют 2 основных пути упрочнения материалов за счет дислокаций:

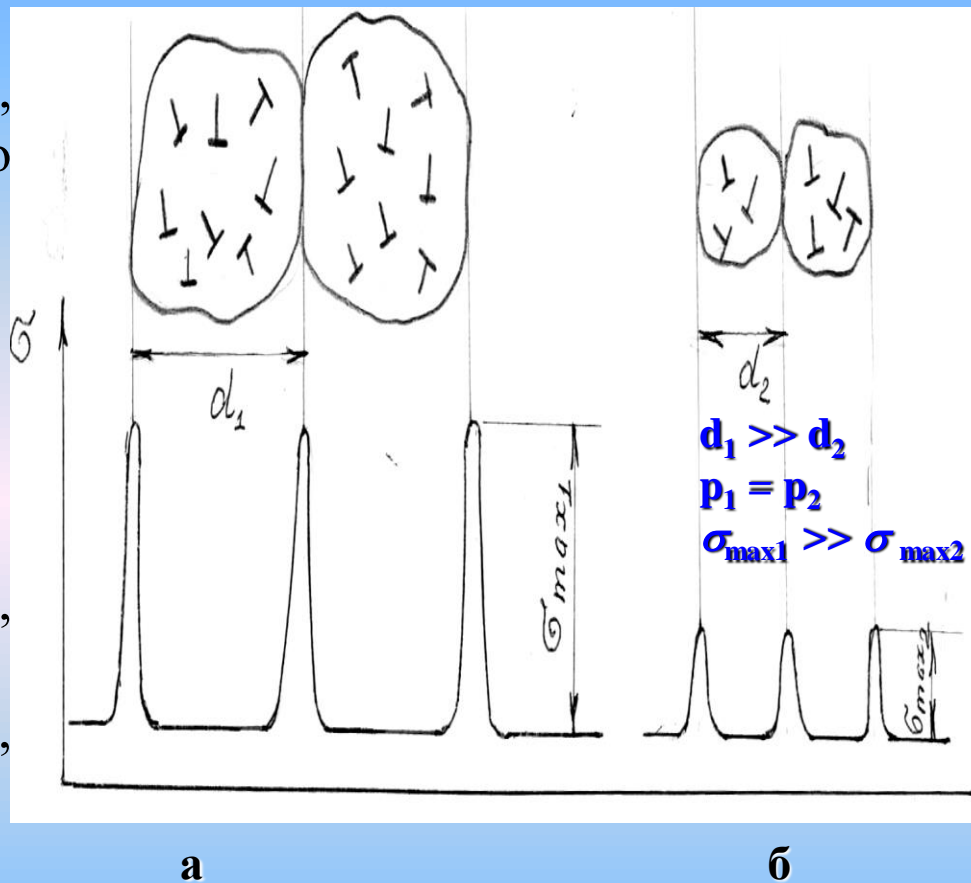
1-й путь – получение бездислокационных кристаллов или кристаллов с малой плотностью дислокаций;

2-й путь – увеличение плотности дислокаций до ... 10^{11}

Поверхностные дефекты

К поверхностным дефектам следует отнести границы зерен, субзерен, блоков.

Это места, где много нарушений кристаллического строения. Здесь сосредоточены вакансии, межузельные атомы, дислокации.



Схематическое изображение пиков напряжений
возле границ
больших (а) и мелких (б) зерен

Поверхностные дефекты малы
только в одном измерении;

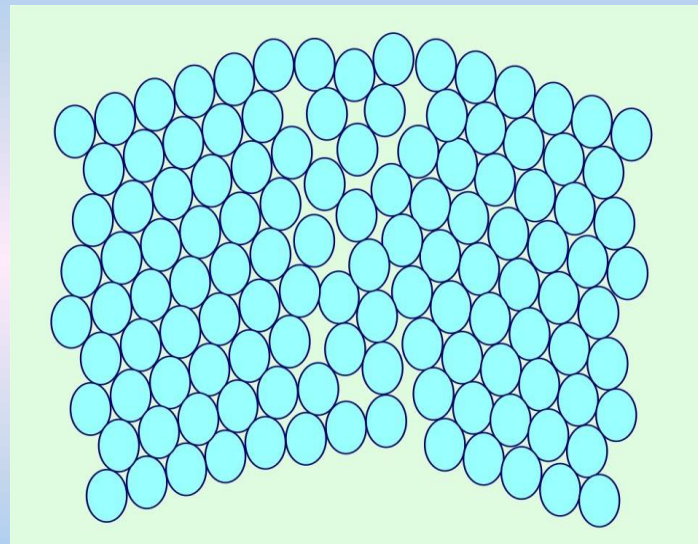
В этом случае роль дислокаций большая.

Поверхностные дефекты включают в себя главным образом границы зерен. На границах кристаллическая решетка сильно искажена. В них скапливаются перемещающиеся изнутри зерен дислокации.

Объемные дефекты

К ним относятся скопления вакансий, образующие поры и каналы; частицы, оседающие на различных дефектах (декорирующие), например пузырьки газов, пузырьки маточного раствора; скопления примесей в виде секторов (песочных часов) и зон роста.

Объемные дефекты кристаллической решетки включают трещины и поры. Наличие данных дефектов, уменьшая плотность металла, снижает его прочность.



Структура границы двух соседних кристаллических зерен

К объемным дефектам относятся микропоры, микротрещины. Они отрицательно влияют на все механические свойства.

В некоторых случаях (например, при дисперсионном твердении) объемные дефекты специально вводят в материал, для модификации его физических свойств.

На самостоятельную работу выносятся:

1. Объяснение влияния размера зерен на условный предел текучести, ударную вязкость, пластичность. [1] с.14-18
2. Определение вектора Бюргерса.[2] с. 26-28
3. Качественная связь между макроструктурой и свойствами металлических материалов [1] с.14-16

Литература

Гладкий И.П. Технология конструкционных материалов и материаловедение /И.П. Гладкий,В.И.Мощенок,В.П.Тарабанова - Х.:ХНАДУ,2014.-576с.

Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебн. для машиностроительных вузов/Ю.М.Лахтин,В.П.Леонтьева.-М.:Машиностроение,1990.-528с.

<http://dl.khadi.kharkiv.edu/course/view>. Логин: glushkova639



Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lect2_1M_TKMIM_GDB_10.02.15**