

# **«МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛОВ»**



# СОДЕРЖАНИЕ.

---

**1.Макроскопический анализ**

**2.Микроскопический анализ**

**3.Рентгеноструктурный анализ**

**4.Метод радиоактивных изотопов**

**5.Дефектоскопия**

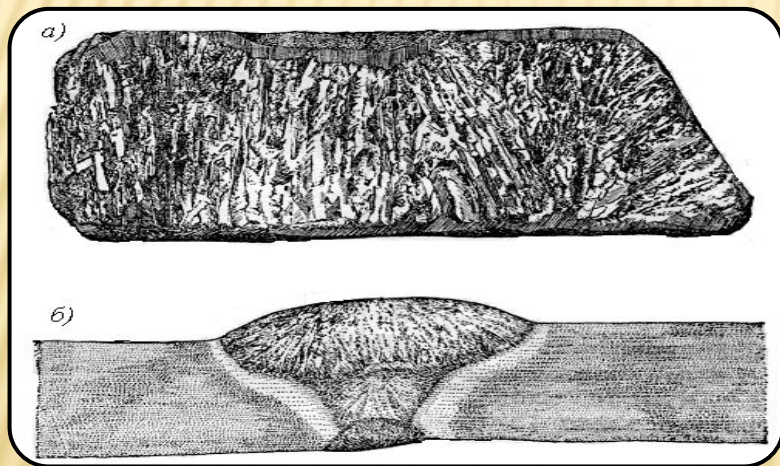
## МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

- ▣ **Макроструктурой** называют строение металла, видимое без увеличения или при небольшом увеличении (до 10-30 раз) с помощью лупы. Макроструктуру можно исследовать непосредственно на поверхности металла (отливок, поковок), в изломе или на макрошлифе. Для макроанализа готовят образец – шлиф или излом, по которому выявляют макроструктуру – строение металла или сплава, видимое невооруженным глазом или в лупу.

# МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

## ИЗЛОМ.

Наиболее простым методом выявления строения металла является изучение излома. В отличие от аморфного тела металлы имеют зернистый (кристаллический) излом (показ. на рис.). В большинстве случаев чем мельче зерно в изломе, тем выше механические свойства металла. По излому можно судить о размере зерна, особенностях литья и термической обработки, а также выявить отдельные дефекты.



Макроструктура:  
а) излом слитка сурьмы  
б) макроструктура сварного соединения

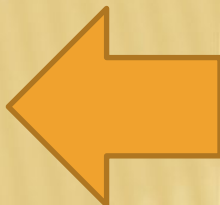


Сурьма - твердый металл  
серебристо-белого цвета с  
синеватым отливом

# МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

## МАКРОШЛИФ Ы

- Поверхность, подлежащую макроанализу, изучают непосредственно (по виду излома) или шлифуют и подвергают травлению специальными реактивами. На шлифованной поверхности не должно быть загрязнений, следов масла и тому подобного. Поэтому ее перед травлением протирают ватой, смоченной в спирте. Подготовленный образец называют *макрошлифом*.
- Большое значение для успешного выполнения макроанализа имеет правильный выбор наиболее характерного для изучаемой детали сечения или излома.
- Способы макроанализа являются различными в зависимости от состава сплава и поставленной задачи.



# МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

- Более тонким методом исследования структуры и пороков металлов является **микроанализ**, т. е. изучение структуры металлов при больших увеличениях с помощью металлографического микроскопа.
- **Микроструктурный анализ** – изучение поверхности при помощи световых микроскопов. Увеличение – 50...2000 раз. Позволяет обнаружить элементы структуры размером до 0,2 мкм.

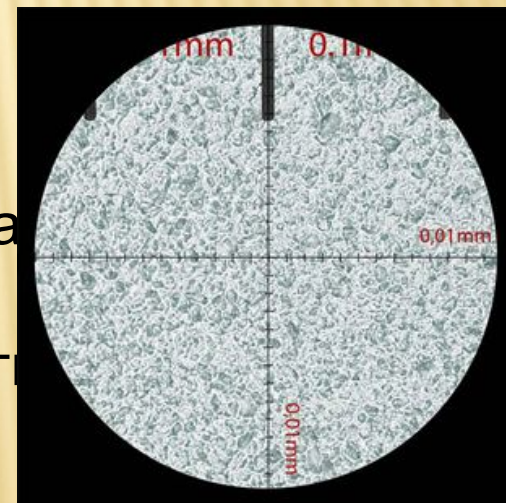


# МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для изучения микроструктуры также приготавливаются шлифы - микрошлифы, но после шлифования дополнительно производится полирование до зеркального блеска, затем производят травление шлифа.

Микроанализ позволяет выявить :

- ☀ величину, форму и расположение зёрен
- ☀ отдельные структурные составляющие сплава на основании которых можно определить химический состав отожженных углеродистых сталей
- ☀ качество тепловой обработки, например, глубину проникновения закалки
- ☀ такие дефекты, как пережог, обезуглероживание, наличие неметаллических включений.



# МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Металлографический микроскоп рассматривает металл в отражённом свете, чем и отличается от биологического микроскопа, где предмет рассматривается в проходящем свете. Значительно большее увеличение можно получить при помощи электронного микроскопа, в котором лучи света заменены потоком электронов (увеличение достигается при этом до 100 000 раз).

Широко применяют электронные микроскопы, в которых поток электронов проходит через изучаемый объект. Изображение является результатом неодинакового рассеяния электронов на объекте.

## **Различают косвенные и прямые методы исследования.**

При косвенном методе изучают не сам объект, а его отпечаток – кварцевый или угольный слепок (реплику), отображающую рельеф микрошлифа, для предупреждения вторичного излучения, искажающего картину.

При прямом методе изучают тонкие металлические фольги, толщиной до 300 нм, на просвет. Фольги получают непосредственно из изучаемого металла.

Растровые микроскопы. Изображение создается за счет вторичной эмиссии электронов, излучаемых поверхностью, на которую падает непрерывно перемещающийся по этой поверхности поток первичных электронов. Изучается непосредственно поверхность металла. Разрешающая способность несколько ниже, чем у просвечивающих микроскопов.

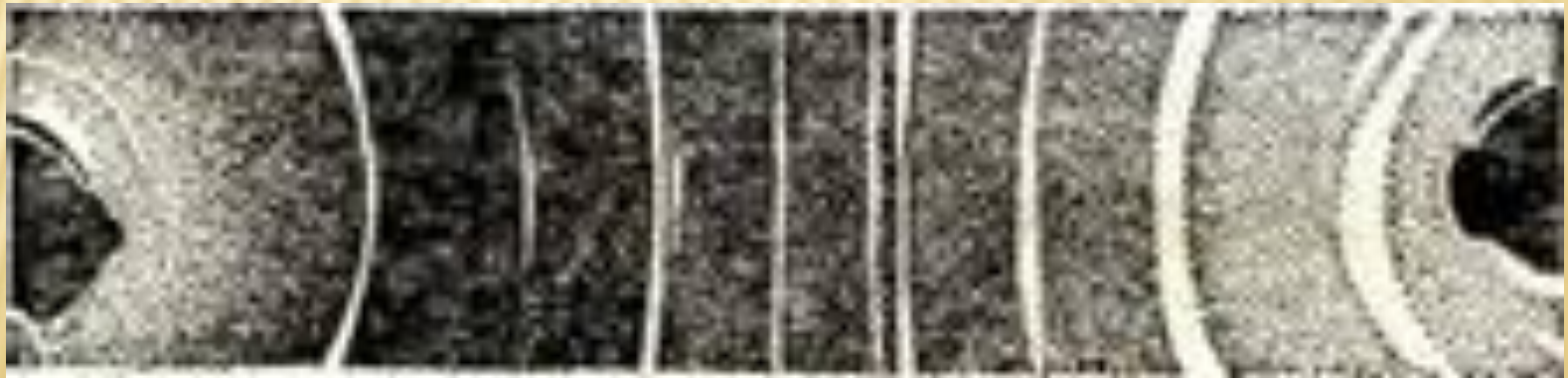


## РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

- Рентгеноструктурный анализ применяют для использования внутреннего строения кристаллов, т.е. расположение атомов в кристаллической решетке.
- Для этого используют рентгеновские лучи, образующиеся в рентгеновской трубке при торможении быстродвижущихся электронов на ее аноде.
- Рентгеновские лучи представляют собой электромагнитные колебания с очень малой длиной волны- от 0.2 до 0.0005 Нм(от 2 до 0.005 А)

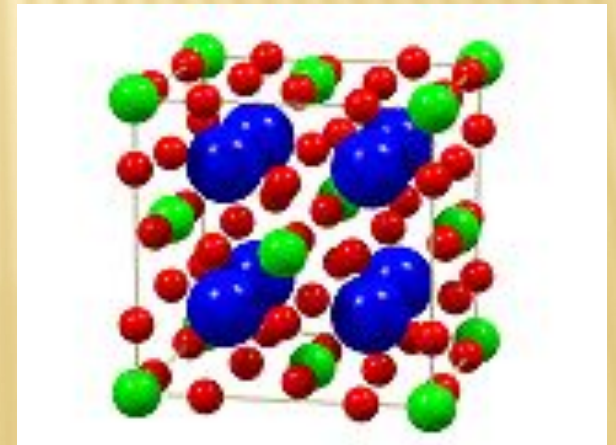
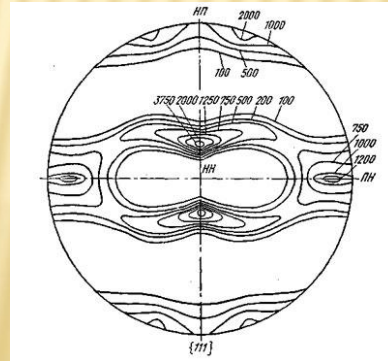
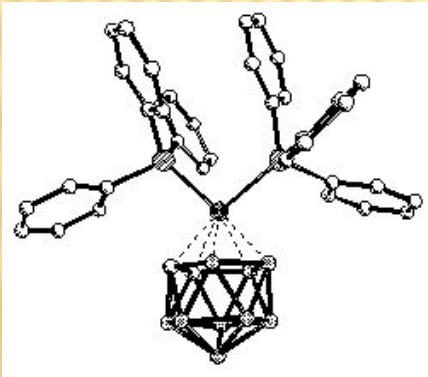
# РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

- Направляя рентгеновские лучи на исследуемый объект (кристалл) и фиксируя на фотопленке возникающие отражения от кристаллографических плоскостей, получают рентгенограммы, по которым рассчитывают порядок расположения атомов в металле и определяют тип кристаллической решетки.



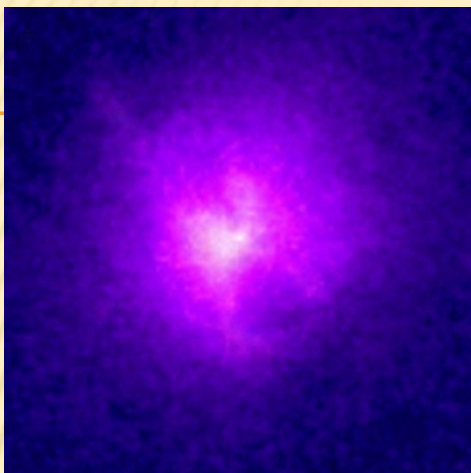
# РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

По дифракционной картине, даваемой рентгеновскими лучами при их прохождении сквозь кристаллы, удается установить порядок расположения атомов в пространстве – структуру кристаллов.

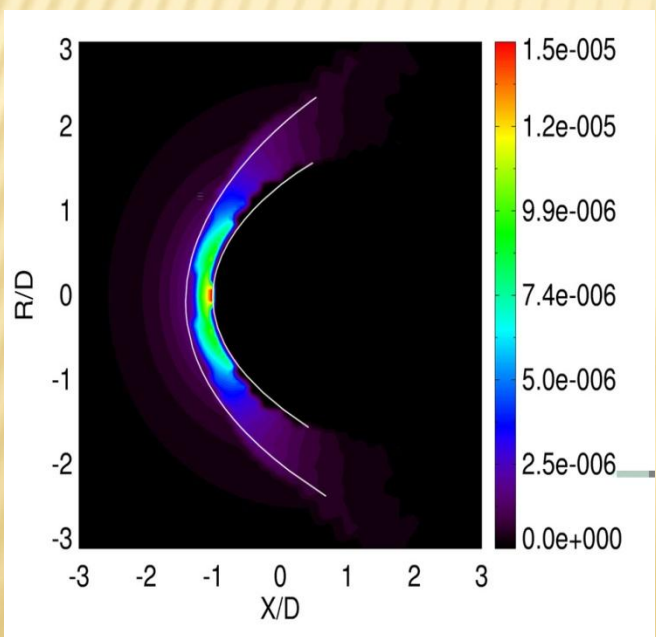


## РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

- Рентгеноструктурный анализ дает возможность установить типы кристаллических решеток металлов и сплавов, а так же их параметры. Определение структуры металлов, размещение атомов в кристаллической решетке и измерение расстояния между ними основано на дифракции рентгеновских лучей рядами атомов в кристалле, т.к. длина воли этих лучей соизмерима с межатомными расстояниями в кристаллах. Зная длину волн рентгеновских лучей, можно вычислить расстояние между атомами и построить модель расположения атомов.



Кроме того, при помощи рентгеновских лучей может быть определен **химический состав вещества**. В электроннолучевом микроскопе анализируемое вещество облучается электронами или X-лучами, при этом атомы ионизируются и излучают **характеристическое рентгеновское излучение**. Этот аналитический метод называется **рентгенофлюоресцентным анализом**.



## РЕНТГЕНОВСКИЙ КОНТРОЛЬ

- Рентгеновский контроль основан на проникновении рентгеновских лучей сквозь тела, непрозрачные для видимого света. Проходя сквозь металлы, рентгеновские лучи частично поглощаются, причем сплошным металлом лучи поглощаются сильнее, чем в тех местах, где находятся газовые, шлаковые включения или трещины. Величину, форму и род этих пороков можно наблюдать на светящемся экране, установленном по ходу лучей за исследуемой деталью. При установке на место экрана кассеты с фотопластинкой или пленкой получают снимок исследуемого объекта. Рентгеновским исследованием можно обнаружить внутри детали даже микроскопические дефекты .

# РЕНТГЕНОВСКАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

- Метод обнаружения раковин в отливках, трещин в рельсах, проверки качества сварных швов и т.д.
- Основана на изменении поглощения рентгеновских лучей в изделии при наличии в нем полости или инородных включений.

Рентгеновский  
дефектоскоп



# МЕТОД РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ

Метод радиоактивных и изотопов основан на том, что атомы введенных в металл радиоактивных изотопов претерпевают радиоактивное превращение, сопровождающееся излучением, которое легко обнаружить.

Излучение радиоактивных изотопов действует на фотопленку, как и свет. После фотографической обработки получается негатив, который с помощью микроскопа увеличивают и получают микрорадиограмму.

Широкое распространение с помощью меченых атомов получили методы изучения процессов диффузии в сплавах.

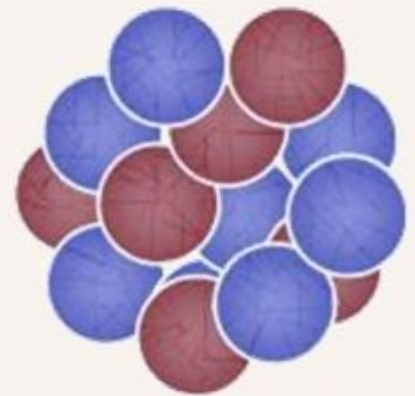
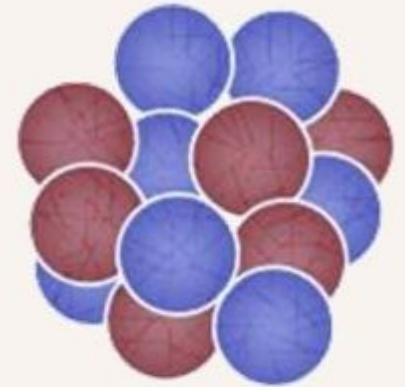




# МЕТОД РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ

Применение радиоактивных изотопов (меченых атомов). В металлургии и металловедении радиоактивные изотопы применяют для разных целей. Например, в шлак вводят радиоактивные изотопы фосфора, серы, марганца и изучают скорость перехода этих элементов в металл и скорость восстановления их равновесного распределения между металлом и шлаком в металлургических плавках при изменении температуры или состав шлака. Введение радиоактивного углерода в железо при цементации позволяет изучить скорость диффузии и распределения углерода в нем.

Радиоактивные изотопы помогают следить за износом кладки металлургических печей, деталей машин и т.д. При пользовании радиоактивными изотопами необходимо строго соблюдать правила предосторожности от опасного облучения



# ДЕФЕКТОСКОПИЯ

## МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

**Магнитная  
дефектоскопия  
служит  
для выявления :**

- трещин
- волосовин
- пузырей
- 

**неметаллических  
включений**



# МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

---

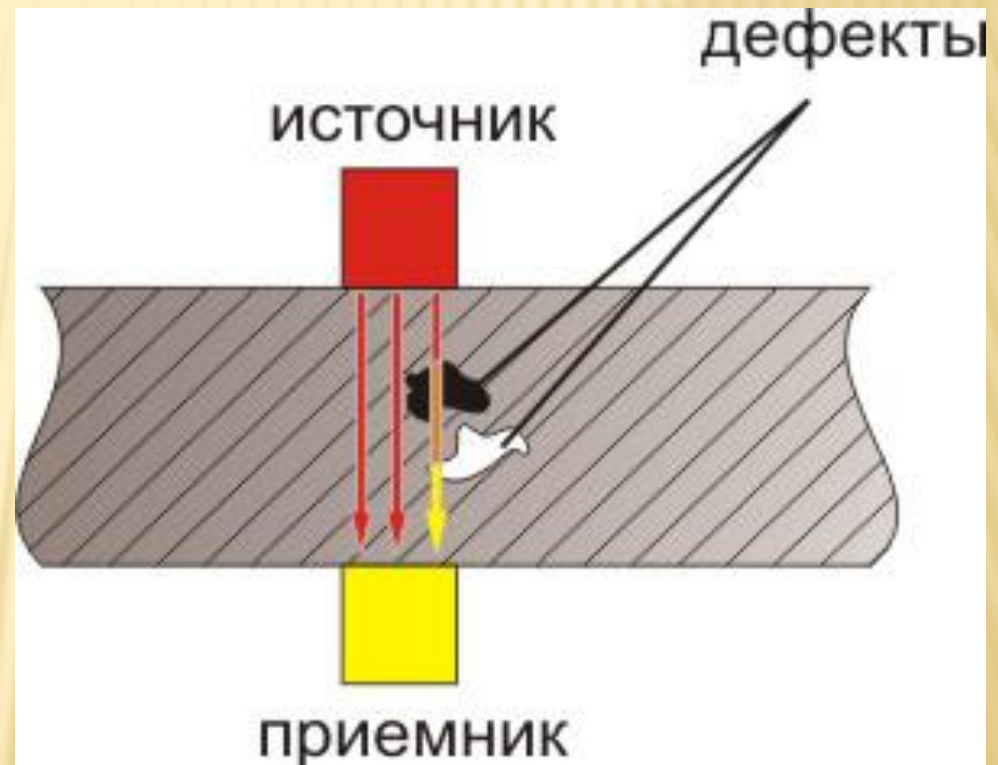
У намагниченных изделий с пороками магнитные силовые линии, стремясь обогнуть места пороков, ввиду их пониженной магнитной проницаемости выходят за пределы поверхности изделия и затем входят в него, образуя неоднородное магнитное поле. Поэтому при порошками частицы порошков располагаются над пороком, образуя резко очерченные рисунки.

Магнитные испытания складываются из трех основных операций:

- \* Намагничивание изделий
- \* Покрытие их ферромагнитным порошком;
- \* Наружный осмотр и размагничивание изделий.

# УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

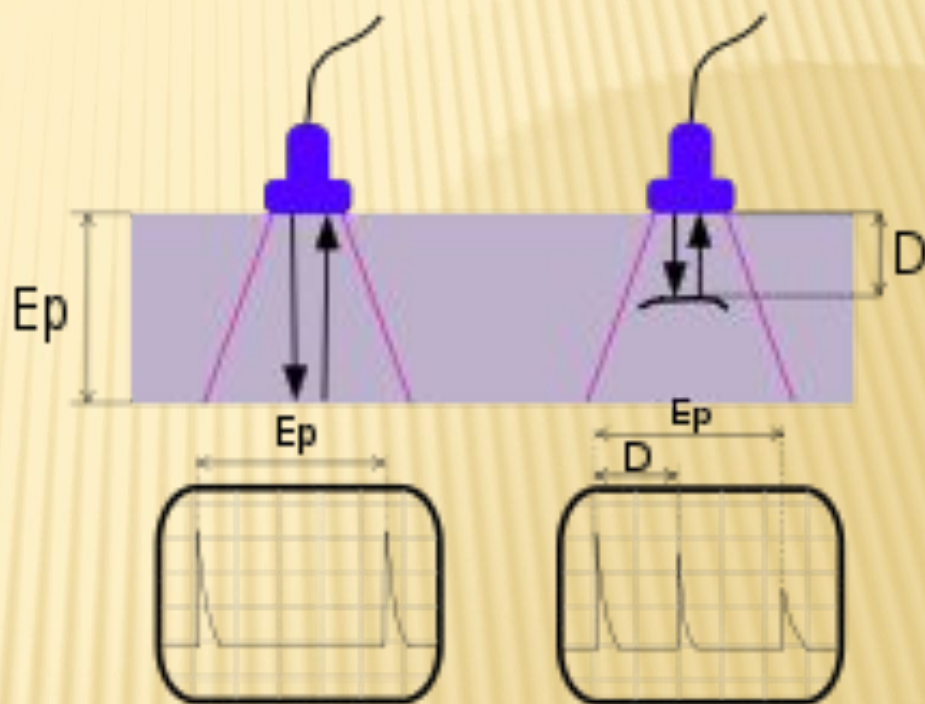
Ультразвуковая дефектоскопия позволяет испытывать любые металлы (ферромагнитные и парамагнитные) и выявлять пороки в толще металла на значительной глубине, где они не могут быть обнаружены магнитным методом.



# УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Для исследования металлов применяют ультразвуковые колебания с частотой от 2 до 10 МГц.

При такой частоте колебания распространяются в материале подобно лучам, почти не рассеиваясь по сторонам. Ими можно «просвечивать» материалы на глубину свыше 1 м.



# УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

**Ультразвук  
отражается на  
поверхности раздела  
разнородных сред.  
Поэтому,  
распространяясь в  
металле, ультразвук  
не проходит через  
трещины, раковины,  
неметаллические  
включения, образуя  
акустическую тень.**



# ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

---

1. Солнцев Ю.П., Вологжанина С.А., Иголкин А.Ф. «Материаловедение», М., издательский центр «Академия», 2016 год
2. А.М. Адашкин, В.М. Зуев «Материаловедение», М., издательский центр «Академия», 2014 год
3. Моряков О.С «Материаловедение», М., издательский центр «Академия», 2008 год
4. В.М. Никифоров «Технология металлов и конструкционные материалы», Л., «Политехника», 2003 год