

Лабораторная работа  
№ 2



# «ТКМ и материаловедение»

## Изучение макроструктуры металлов и сплавов

Доцент Костина Л.Л.



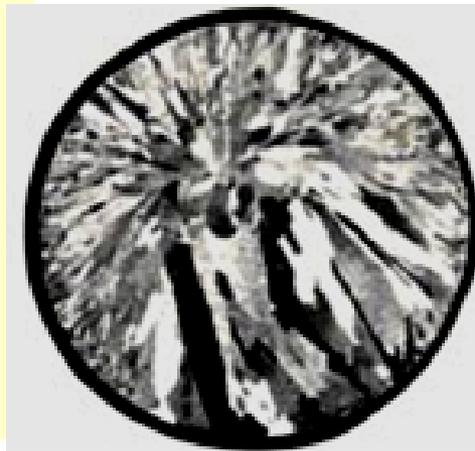
# Лабораторная работа №2

## Изучение макроструктуры металлов и сплавов

**Цель работы** - овладеть методами макроанализа и уяснить влияние макроструктуры на свойства металлов и сплавов..

### **Приборы и материалы:**

1. Образцы изломов.
2. Образцы шлифованные.
3. Наждачная бумага различной дисперсности.
4. Фильтровальная бумага.
5. Фотобумага.
6. Растворы кислот.
7. Проявитель, фиксаж.

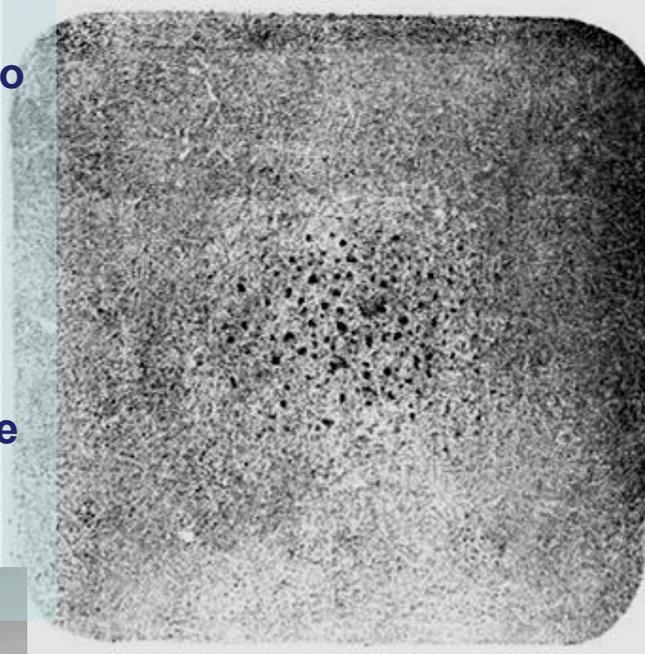


# Теоретические основы работы

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИЗЧЕНИЯ МАКРОСТРУКТУРЫ

Макроанализ состоит в изучении строения металла невооруженным глазом, а также с помощью лупы при небольших увеличениях (до 30 раз).

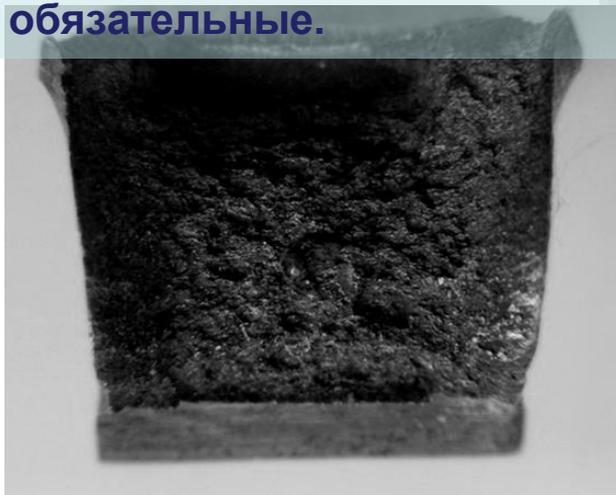
Макроструктурный анализ прост и не требует сложного оборудования. Ему может быть подвергнут малый и большой объем металла: или все изделие, или его основные части. Поэтому в ГОСТах на большинство металлоизделий различные виды макроанализа включены как обязательные.



Макроанализ дает возможность выявить и определить дефекты, возникшие на различных этапах производства заготовок и изделий; его используют также при определении причины разрушения реальных изделий или возможного ресурса их работы после некоторого периода эксплуатации.

Существует два метода выявления макроструктуры:

**метод травления и метод изломов.**



## МЕТОД ИЗЛОМОВ

Метод изломов позволяет провести первую оценку структуры, определить характер нагрузок и разрушения изделия, очаг разрушения и пр.



Авария на ГА2 Саяно-Шушенской ГЭС 2009 г.



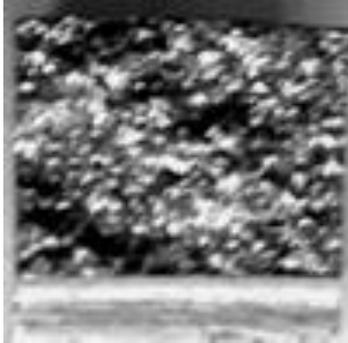
Рис. 12. Хрупкий излом верхних цапф стальных лопаток НА гидротурбины №2 СШГЭС

**Изучение свежего излома является первым этапом исследования причины разрушения (поломки)**

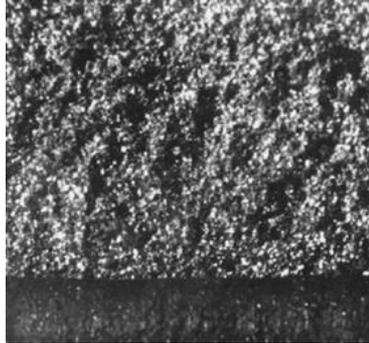


# МЕТОД ИЗЛОМОВ

Различают кристаллический блестящий, матовый волокнистый и смешанный изломы.



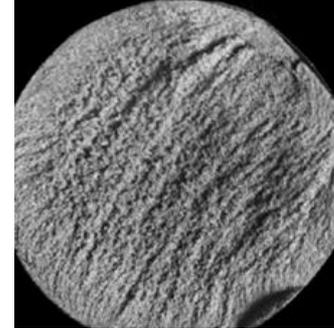
крупнозернистый  
(хрупкий)



мелкозернистый  
(«вязкий»)



матовый



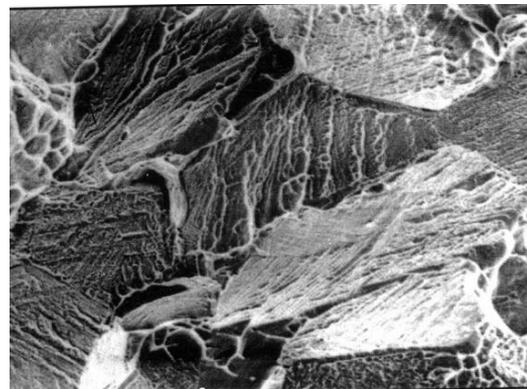
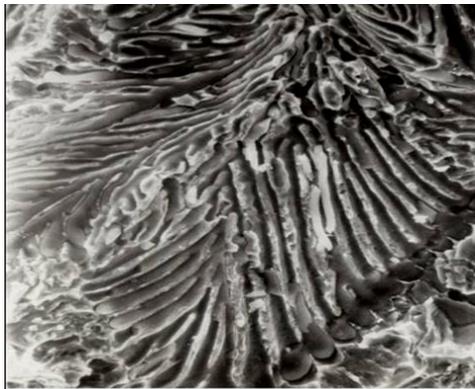
матовый  
волокнистый

Матовый излом характерен для вязких материалов и является следствием пластической деформации, которая предшествует и сопровождает процесс разрушения.

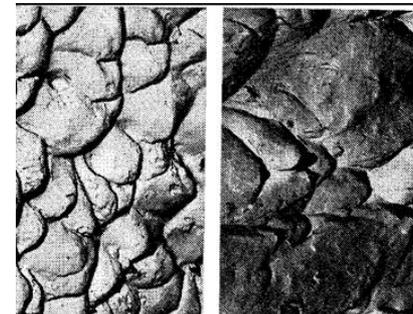
В результате пластической деформации на поверхности излома появляются очень мелкие уступы – волокна.

## Вязкие изломы

## Кристаллические изломы



Хрупкие изломы: хрупкий и межзеренный



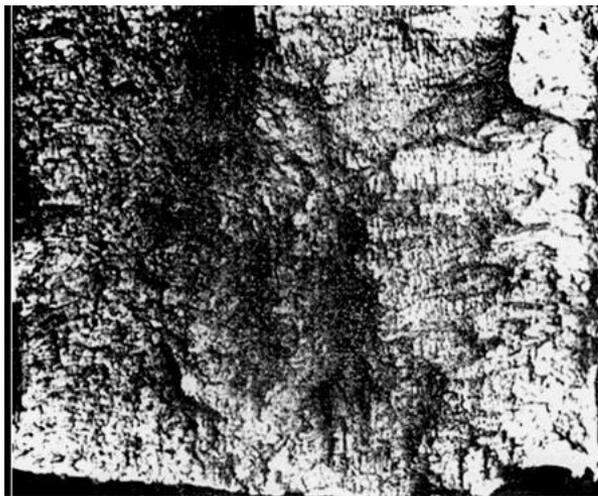
Фракто-  
графия  
вязкого  
излома

В практике чаще всего встречается смешанный излом: в одних участках - кристаллический блестящий, а в других - волокнистый матовый.



## МЕТОД ИЗЛОМОВ

Кроме того, изломы бывают дендритные, камневидные и усталостные.



дендритный излом

Дендритные и камневидные изломы свидетельствуют о том, что изделие наследует структуру литого металла и его неоднородность.



камневидный излом

В этом случае исправить структуру можно только переплавом



# МЕТОД ИЗЛОМОВ

## Усталостные изломы

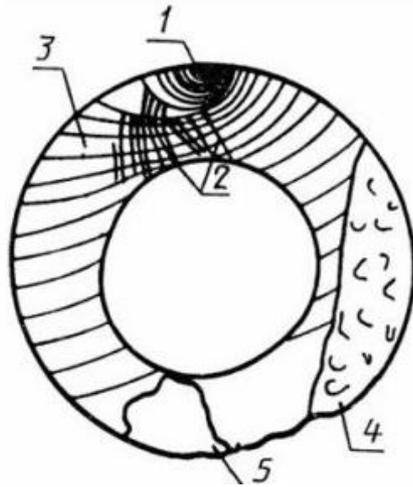
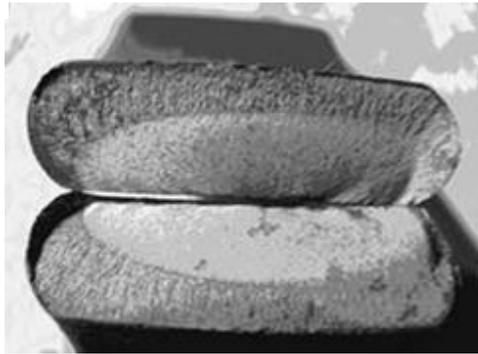
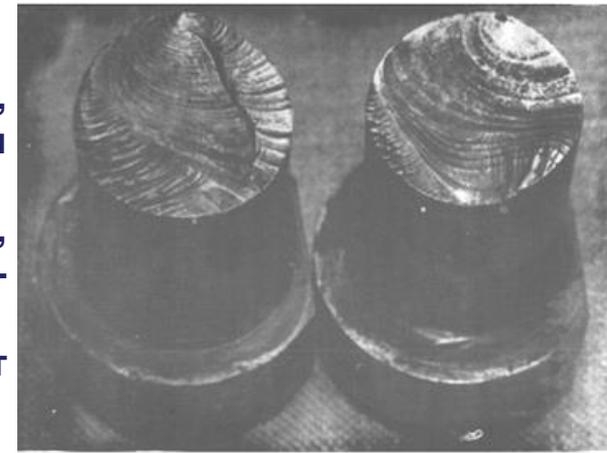


Схема усталостного излома:

- 1 – очаг разрушения;
- 2 – ступеньки и рубцы;
- 3 – усталостные линии;
- 4 – зона ускоренного развития трещины;
- 5 – зона долома



В деталях, работающих при многократных переменных, и, особенно, знакопеременных нагрузках имеет место усталостное разрушение.



Более 80% всех разрушений деталей машин - это разрушение от усталости.

Усталостное разрушение начинается с появления в поверхностном слое изделия субмикроскопической трещины в местах концентрации напряжений возле дефектов конструктивного (острый надрез, отверстие), технологического (раковина, шлаковое включение) или монтажного (риска, перекос, забоина) происхождения. Трещина в процессе эксплуатации детали постепенно развивается, а когда действующие напряжения в оставшемся сечении превысят временное сопротивление разрушению (предел прочности), произойдет мгновенное разрушение - долом изделия.



# МЕТОД ТРАВЛЕНИЯ

Метод травления позволяет обнаружить и наблюдать:

- нарушение сплошности металла (усадочную рыхлость, газовые пузыри, раковины, пустоты в литом металле);
- неоднородность строения сплава;
- волокнистую структуру, образующуюся в процессе пластической деформации
- непровары в сварных соединениях;
- строение сварного шва и зоны термического влияния;
- и др.

Для изучения структуры методом травления образец шлифуют.

## Нарушение сплошности металла



Межкристаллитные трещины

Усадочная раковина  
и усадочная  
пористость в  
стальном слитке



# МЕТОД ТРАВЛЕНИЯ

## Неоднородность строения сплава

### Поверхностные слои



макроструктура  
валика, закаленного с  
нагревом токами  
высокой частоты

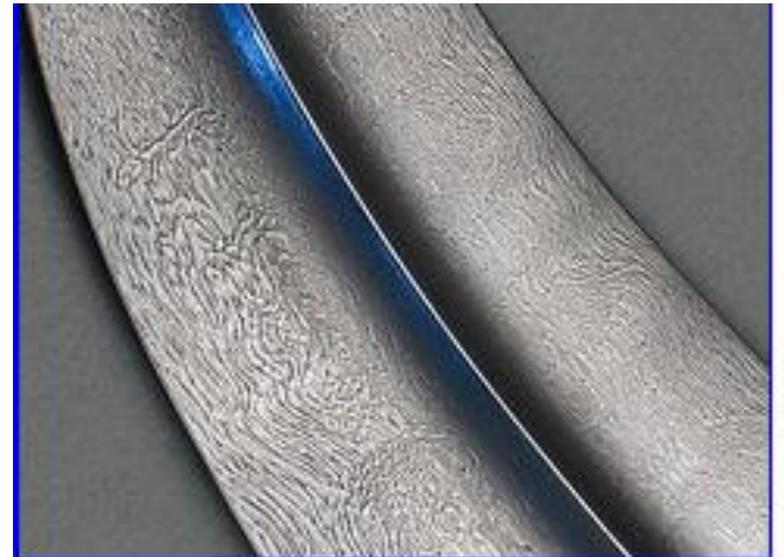


обезуглероженный  
слой после  
сильного перегрева  
металла



твердый  
поверхностный  
слой шестерни  
после цементации

### Структура «булатной» стали

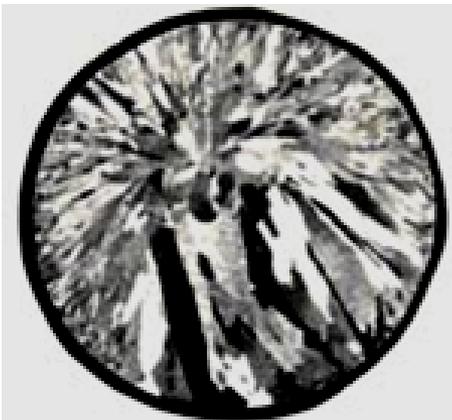


# МЕТОД ТРАВЛЕНИЯ

Неоднородность строения сплава



макроструктура литого образца медного сплава

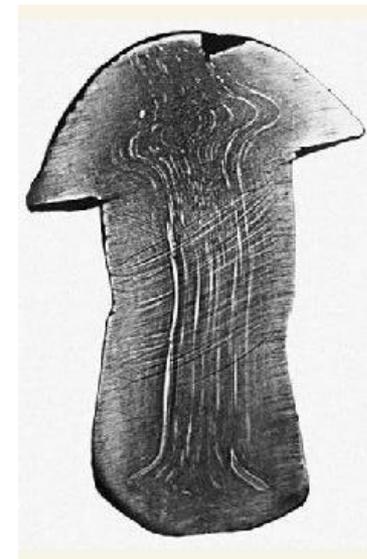


макроструктура литого образца стального сплава

Волокнистая структура, образующаяся в процессе пластической деформации

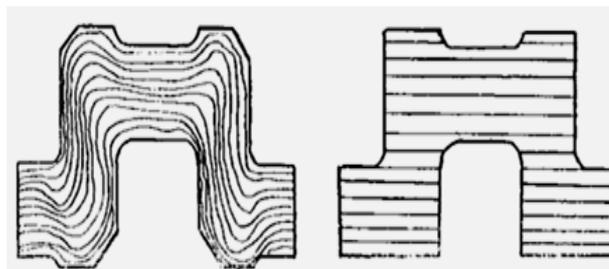


макроструктура блока шестерен



болт, полученный штамповкой

**Неправильное расположение волокон свидетельствует о нарушении технологии ОМД и снижает свойства изделия**



правильное

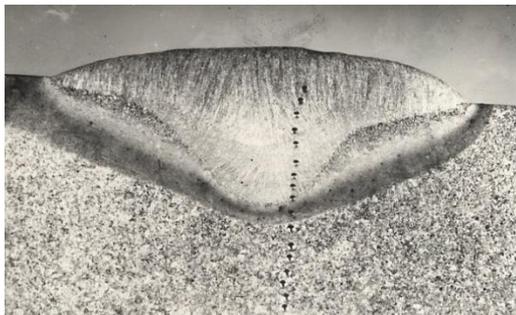
неправильное

расположение волокон в детали после ОМД

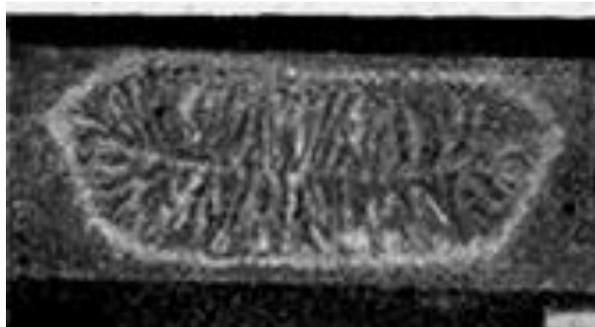


# МЕТОД ТРАВЛЕНИЯ

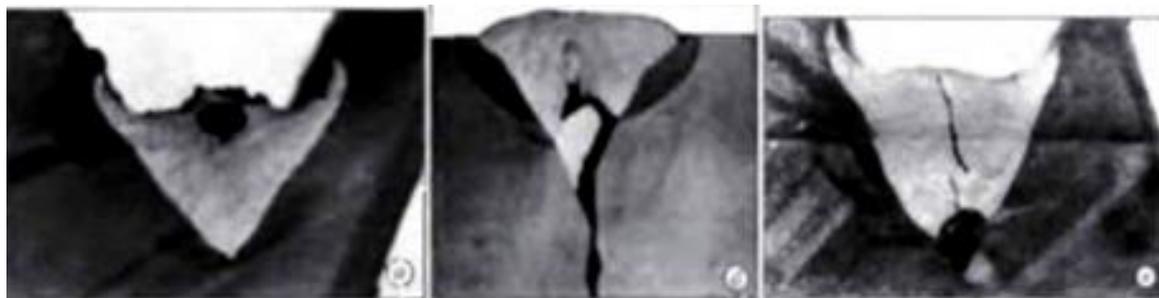
## Строение сварного шва и зоны термического влияния



обычный сварной шов



сварной шов при точечной сварке



непровары и шлаковые включения в сварных соединениях

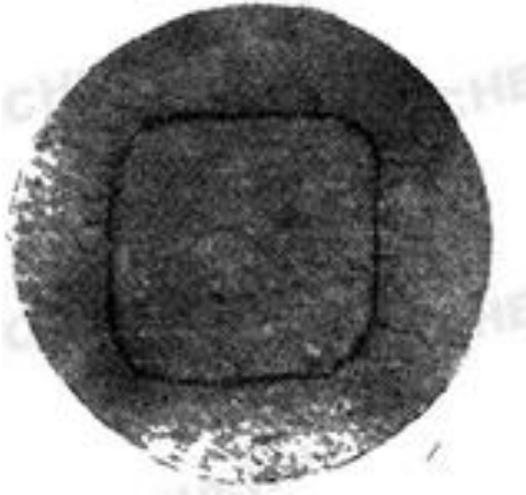
Макроструктура показывает количество валиков при сварке и качество их выполнения, а также размеры зоны термического влияния.

При наличии шлаковин и непроваров шов подрубают и поваривают.

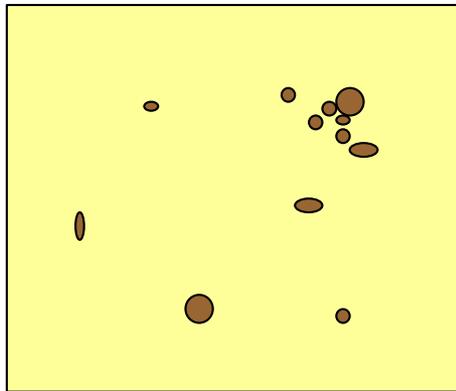


# МЕТОД ТРАВЛЕНИЯ

## Химическая неоднородность (ликвация)



ликвационный квадрат



вид серного отпечатка

Неоднородность распределения химических элементов (примесей) в металле изделия приводит к неоднородности свойств, а иногда и к охрупчиванию и разрушению изделия. Определяют неоднородность распределения элементов различными реактивами.

В частности, неоднородность распределения серы определяют методом серных отпечатков по Бауману при травлении 3-5 % водным раствором серной кислоты. Травление проводят следующим способом. Засвеченную фотобумагу пропитывают раствором серной кислоты, прикладывают к поверхности исследуемого макрошлифа и после небольшой выдержки фиксируют в фиксаже. В результате взаимодействия сернистых соединений, находящихся в сталях и чугунах, с серной кислотой образуется сероводород, который вступает в реакцию с бромистым серебром фотоэмульсии и образуется сернистое серебро  $Ag_2S$  темного цвета. По расположению темных пятен судят о степени ликвации серы.



# ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассмотреть изломы, зарисовать их и дать оценку.
2. Приготовить микрошлифы: образцы шлифовать, протравить, промыть и просушить.
3. Зарисовать полученные макроструктуры и описать их.
4. Получить серный отпечаток с макрошлифа и описать степень ликвации серы.
5. Оформить отчет по работе, который должен включать: цель работы, краткое изложение ее содержания, рисунки различных видов изломов с их описанием, рисунки макрошлифов с их описанием, серный отпечаток с указанием характера ликвации серы.



# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое макроструктура?
- 2) Какими методами изучают макроструктуру?
- 3) Какие сведения о металле получают, используя метод травления?
- 4) Какие травители применяют для выявления макроструктуры?
- 5) Как изучают ликвацию серы и фосфора?
- 6) Какие сведения получают, изучая вид излома?
- 7) Какой излом называется камневидным?
- 8) Какой вид имеет излом при хрупком разрушении?
- 9) Какой вид имеет излом при вязком разрушении?
- 10) Какие особенности усталостного разрушения?



# ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Изучить методы определения ликвации фосфора и кремния в сталях и чугунах.

2. Ознакомиться со стандартами определения макроструктуры

## Литература:

1. **Материаловедение: Учебник для вузов/Под ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г.Мухина.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-646с.**
2. **Коваленко Е.Н. Металлографические реактивы: М., Машиностроение, 1978.- 327 с.**





# Кафедра технології металів и матеріалознавства

## Костина Людмила Леонидовна

E-mail: [kost19533591@mail.ru](mailto:kost19533591@mail.ru)

г. Харків, ул. Петровського, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М

Tel.(8-057 )707-37-92

