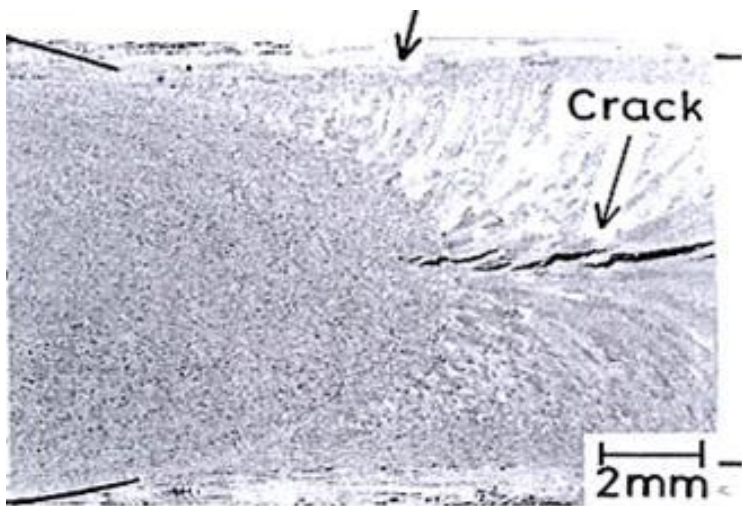
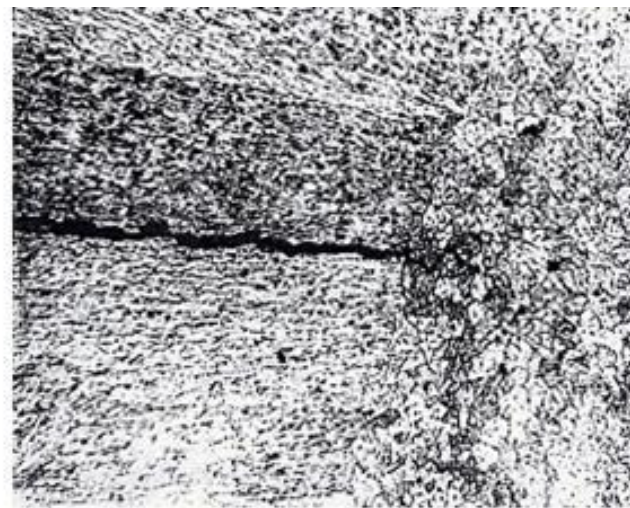


# Материалологические методы контроля

**Материалология** – метод контроля и исследования материалов который позволяет оценить структуру и химический состав металлов, керамик, пластиков, электронных компонентов и пр. с помощью визуального наблюдения при различном увеличении для прогнозирования поведения материалов в эксплуатационных условиях.



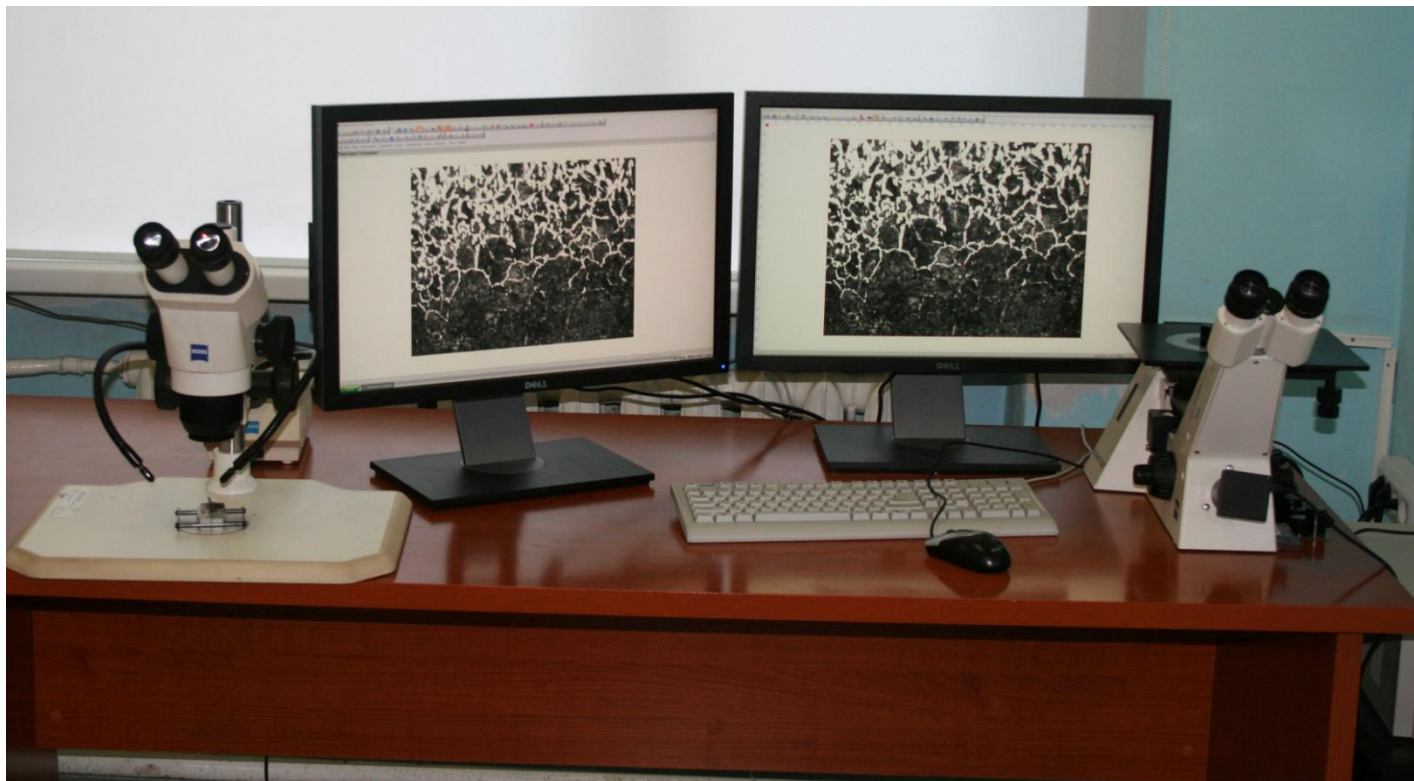
a)



б)

# Материалографические исследования позволяют выявить следующие дефекты:

- ✓ дефекты, нарушающие сплошность материала;
- ✓ определить химические неоднородности;
- ✓ определить неоднородности вследствие термической и химико-термической обработки.



# Этапы процесса материалографии

## 1 Вырезка образца

Абразивная резка (1 этап)

Отрезка прецизионными пилами (2 этап)

## 2 Монтирование образцов

С помощью клеящих веществ  
(клей, липкая лента, воск, замазка)

Закрепление в зажимах  
(струбцины)

Горячее запрессовывание  
(фенольный бакелит, акриловые смолы)

Заливка органическими веществами  
(полиэфирными, эпоксидными, акриловыми  
смолами, зубопротезной пастой и др.)



**3 Шлифование**



**4 Полирование**

**6 Травление микрошлифов**

**7 Металлографический анализ**



**Этапы с 1 по 6 называются пробоподготовкой.**

# Пробоподготовка

Образец материала, подготовленный для проведения контроля и анализа материала называется шлифом.

**Цель пробоподготовки** - последовательно создать поверхность требуемого качества для проведения контроля и анализа материала.

**Цель каждой следующей стадии обработки** - удалить повреждения поверхности, внесенного предыдущей обработкой.

Операции пробоподготовки не должны внести изменения внутренней структуры разрезаемого материала из-за внешних воздействий.

## **Требования к шлифу:**

- ✓ должен быть достаточно плоским для исследований при больших увеличениях;
- ✓ должен быть типичным для данного образца материала;
- ✓ на поверхности не должно быть полированных царапин, ям, пятен от взаимодействия с жидкостями;
- ✓ должны быть сохранены все неметаллические включения.

## Вырезка образца. Абразивная резка

Применяется резка абразивными кругами.

На полученной поверхности образца не должно быть прижогов и деформаций



# Вырезка образца. Отрезка прецизионными пилами

## Финишная резка

На срезе не должно быть: завалов, выкрашивания, заливов, изменений микроструктуры

Отрезные круги для прецизионной резки должны быть очень тонкими, как лезвия, с алмазными абразивами,

Скорость резания зависит от материала и определяется в нормативной документации.



# Монтирование образцов

**Монтирование** - помещение образца в нейтральную, по отношению к нему, твердую среду с целью проведения последующей обработки как одного целого изделия.

**Монтирование образцов применяется для:**

- .тонкого листового материала, фольги, проволоки и т.п., если их механическая обработка затруднена из-за малых габаритов образца;
- .минералов.

При монтировании в плоскость шлифа должно попасть нужное сечение изделия.

**Преимущества монтирования образцов:**

- ✓Предотвращает завал краев образца
- ✓Обеспечивает необходимую ориентацию образца при исследованиях
- ✓Обеспечивает удобную маркировку и хранение образцов



# Шлифование

**Цель шлифования** - удаление материала, поврежденного в процессе резки и выравнивание поверхности образца.

Шлифование проводят абразивными кругами с заданным размером зерна.

На шлифованной поверхности не должно быть загрязнений, следов масла и т. П.



# Полирование

**Цель** - устранить повреждения, полученные на предыдущих стадиях обработки.

Полировка может осуществляться механическим, электролитическим или химическим способами.

## **Механическая, химическая, электролитическая полировка**

При механической полировке полировальный диск должен быть обтянут фетром, бархатом, сукном.

Полировальные материалы: смесь полировального порошка и жидкостей (воды, спирта, керосина, глицерина).

Электролитическая или химическая полировка применяются, если механическая полировка не дает удовлетворительных результатов (очень мягкие металлы и сплавы).

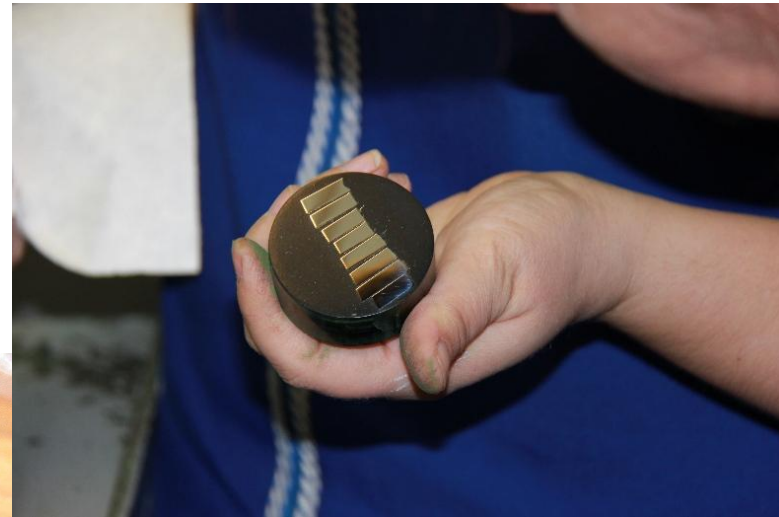
**Поверхность готового шлифа не должна иметь:**

царапин от шлифовки

посторонних загрязнений

Без посторонних загрязнений, которые могут быть приняты за неметаллические включения.

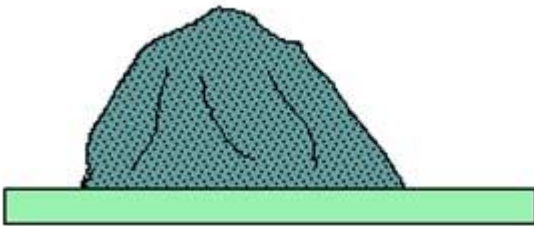
Поверхность шлифа должна быть плоской, небольшой «завал» краев шлифа допустим в случае, когда исследование краев не предполагается.



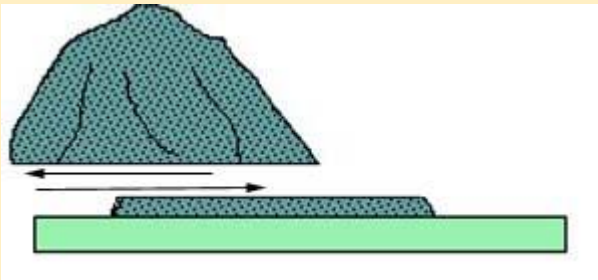
## Стадии изготовления прозрачного шлифа (для минералов) часть 1



Распиловка исходного образца и шлифование одной из поверхностей распила.

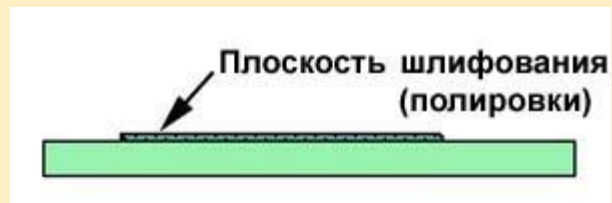


Наклейка образца шлифованной поверхностью на предметное стекло.

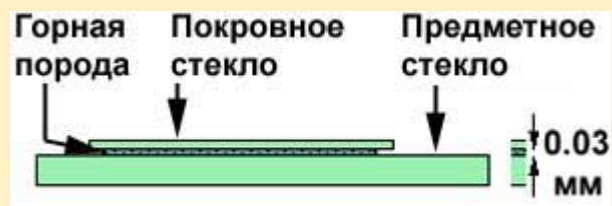


Отпиливание внешней части образца.

## Стадии изготовления прозрачного шлифа (для минералов) часть 2



Сошлифовывание внешней поверхности образца до нужной толщины.  
Полирование поверхности (для прозрачно-полированных шлифов)

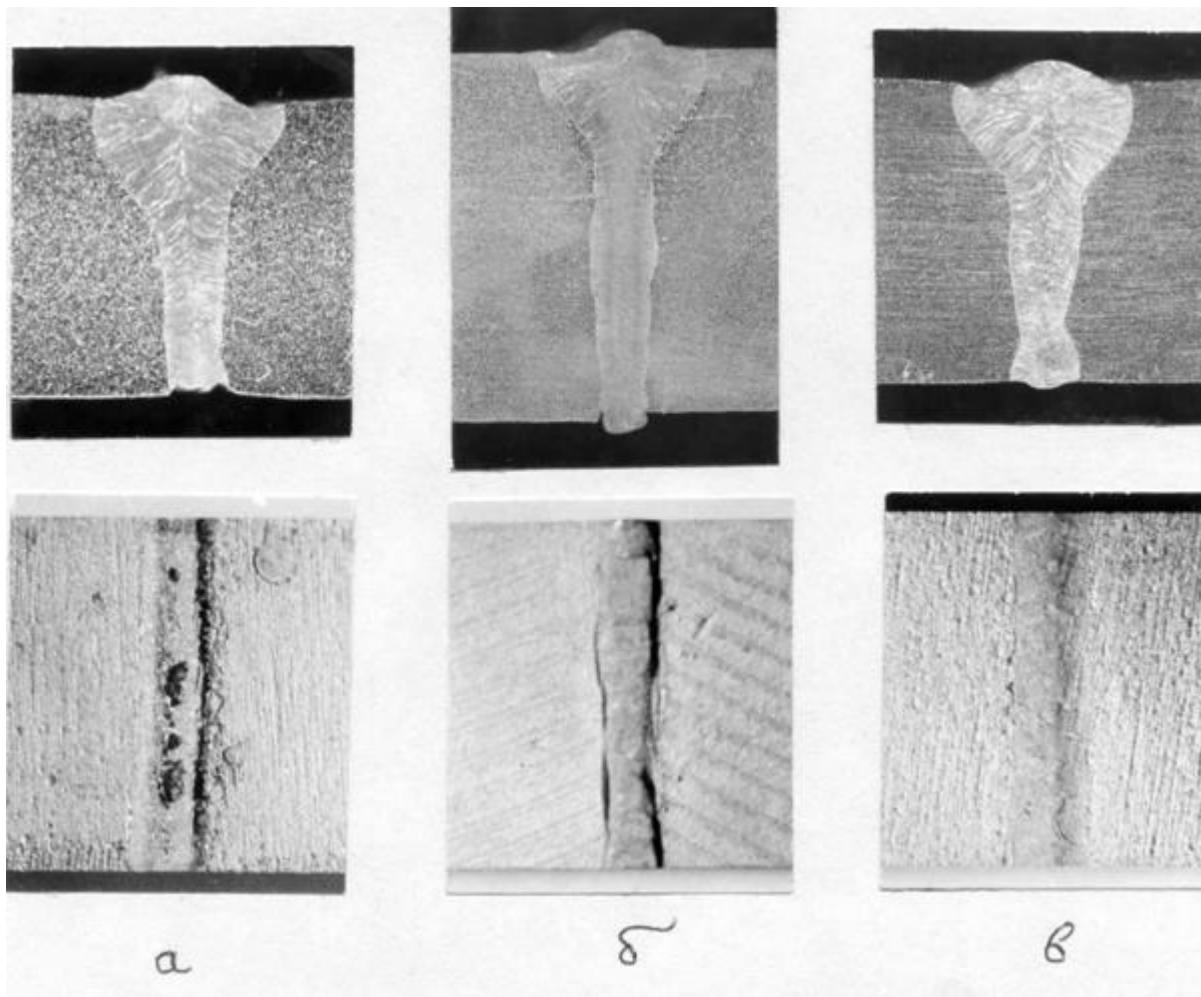


Наклеивание покровного стекла (для обычных шлифов)

# Шлифы образцов



Прозрачно-полированный  
шлиф.



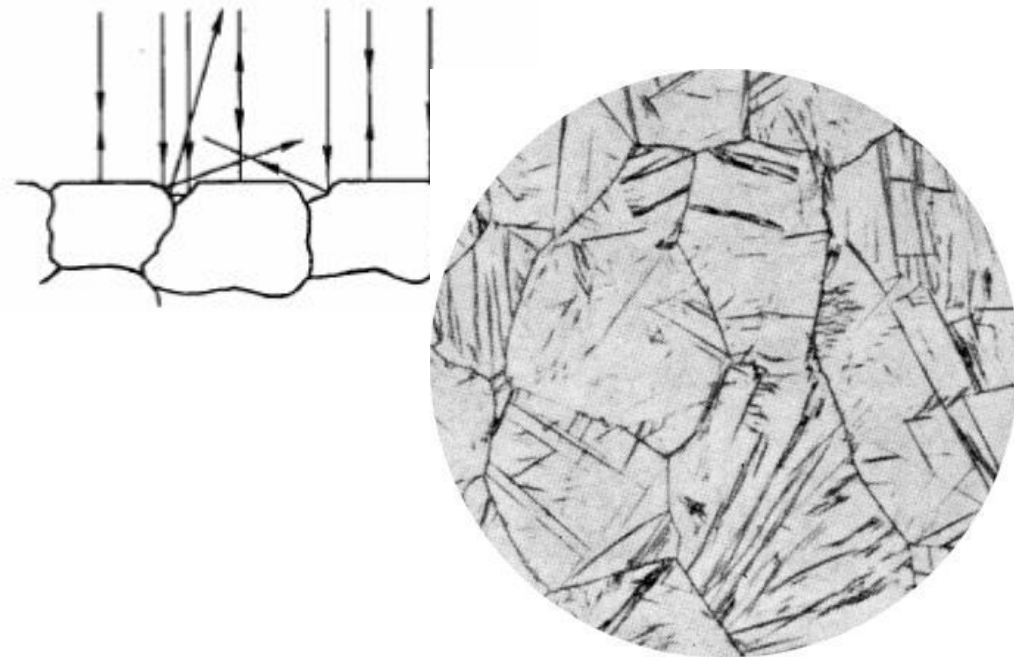
Макрошлифы и внешний вид поверхности  
обратного валика сварных швов,

# Травление микрошлифов (при необходимости)

**Цель травления микрошлифов** - выявление структурных составляющих материала, вследствие различного окрашивания и (или) растворения отдельных составляющих сплава.

**Для выявления структуры необходимо:**

- .создать рельеф поверхности
- .окрасить в различные цвета структурные составляющих материала



**На шлифе после травления:**

Основной материал (сталь) - светлый тон.

Неметаллические включения - более темные участки чем светлое поле шлифа.

Дефекты сплошности - темный цвет.

# Материаллографический анализ

**Материаллографический анализ** - это комплекс оптических исследований макроструктуры и микроструктуры материалов, металлов и сплавов с помощью визуального наблюдения при различном увеличении.

```
graph TD; A[Материаллографический анализ] --> B[Макроанализ]; A --> C[Микроанализ];
```

**Материаллографический анализ**

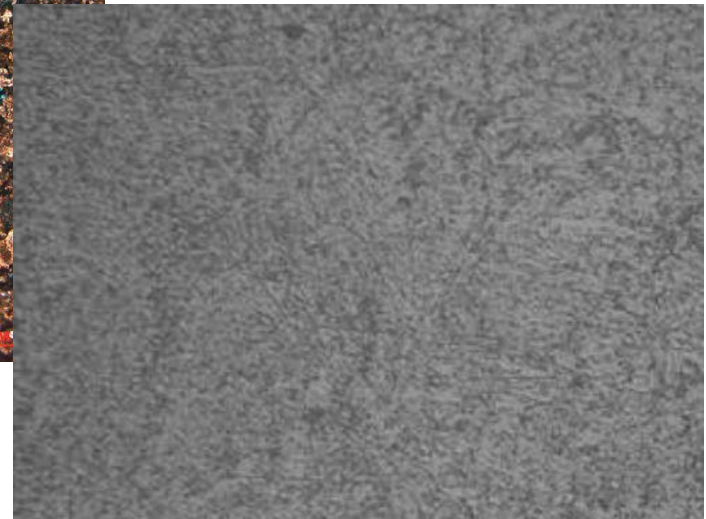
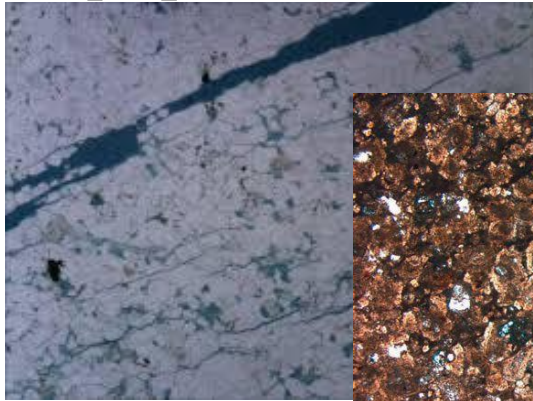
**Макроанализ**

**Микроанализ**



# Микроскопический анализ

**Микроскопический анализ** - это исследование структуры материалов, измерение размеров зерна металлов, контроль загрязнений сталей неметаллическими включениями с помощью оптического микроскопа (использующего обычное белое или ультрафиолетовое излучение) или электронного микроскопа.



# Макроскопический анализ

**Макроскопический анализ** – это анализ шлифа материала для получения информации о его структуре, наличии дефектов и характере разрушений.

Макроскопический анализ проводится невооруженным глазом или с помощью оптических средств (лупа, микроскоп) при небольших увеличениях — до 30 раз, в результате чего получают информацию о наличии дефектов и характере разрушения

## **Объекты макроскопического анализа:**

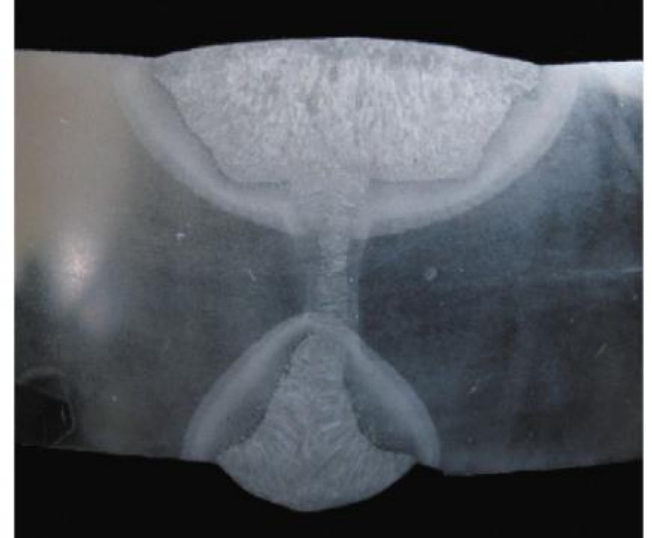
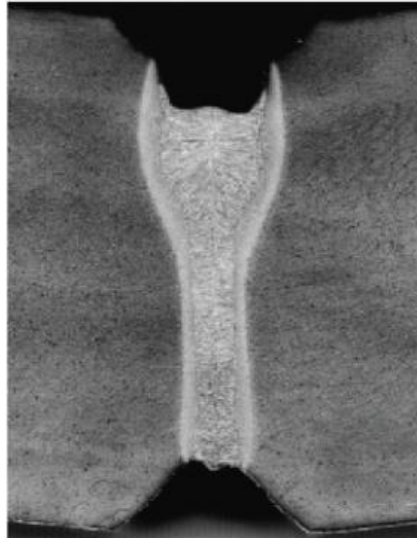
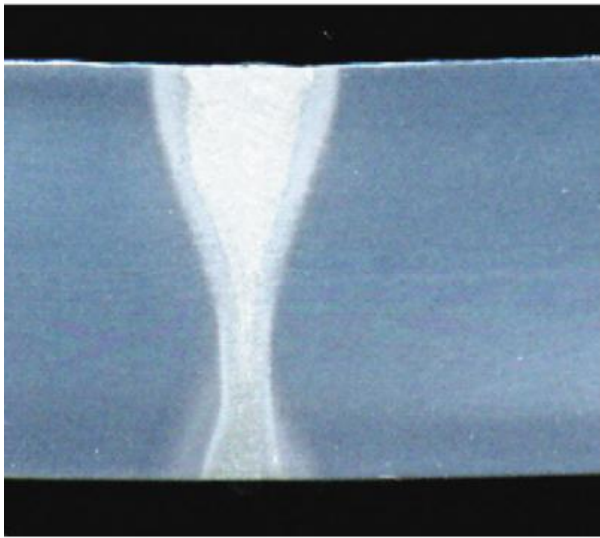
- ✓ специально подготовленной поверхности (шлифа)
- ✓ излома, полученного при механических испытаниях
- ✓ аварийного излома материала.

## **С помощью макроанализа можно определить:**

- ✓Нарушение сплошности металла: усадочную рыхлость, газовые пузыри и раковины, пустоты, образовавшиеся в литом металле, трещины, возникшие при горячей механической или термической обработке, флокены, дефекты сварки (в виде непровара, газовых пузырей, пустот);
- ✓Химическую неоднородность сплава;
- ✓Неоднородность строения сплава, вызванную обработкой давлением: полосчатость, а также линии скольжения (сдвигов) в наклепанном металле;
- ✓Неоднородность, созданную термической или химико-термической обработкой.

## Металлография сварного шва

- . Поперек шва произвести вырез образца,
- . Провести механическую шлифовку, полировку и травление плоскости на разрезе.
- . За счет травления выявляются неоднородность структуры, дефекты сварного шва, попавшие в плоскость шлифа.
- . Процедура осмотра происходит под микроскопом и с использованием лупы.



Микрошлифы сварных соединений

**Спасибо за внимание!**