

Лабораторная работа №2

Исследование структурного состояния конструкционных материалов методами оптической микроскопии.

1. Цель работы

Освоение приемов приготовления микрошлифов.
Ознакомление с методами металлографического анализа.

2. Теоретическое введение

Большинство свойств материалов зависит от их строения. Исследование внутреннего строения металлов и сплавов с помощью микроскопа при больших увеличениях называется микроанализом металлов.

Внутреннее строение, видимое при больших увеличениях с помощью микроскопа, называется микроструктурой.

Изучение микроструктуры позволяет выявить построение металлов и сплавов из большого числа зерен (кристаллов), их форму, размеры и взаимное расположение. Также можно выявить частицы неметаллических включений, различные фазы в металле, микродефекты (раковины, мелкие трещины) и дефекты кристаллического строения (например дислокации). По микроструктуре можно судить о характере и качестве термической обработки, сварки, литья и др.

Изучение микроструктуры производят на микрошлифах.

Микрошлиф – это специально подготовленный образец металла или сплава.

Изготовление металлографических шлифов состоит из вырезания образца, шлифовки и полировки.

Наиболее удобным считается микрошлиф с площадью поперечного сечения приблизительно 1 см² и высотой 10-15 мм. Однако на практике часто изготавливают шлифы и других размеров. Если образцы имеют небольшие размеры, то для приготовления шлифа их зажимают в струбцины или заливают в легкоплавкие материалы (сплав Вуда, полистирол и т.п.) (рис.1).

Поверхность образца, на которой должен быть подготовлен шлиф, предварительно выравнивают путем обработки на абразивном круге с периодическим его охлаждением. Для удаления грубого рельефа и наклепа на поверхности образца, получающихся после обработки на абразивном круге, производится шлифовка бумажной шкуркой. Ее нужно начинать с более крупнозернистого материала, последовательно переходя к более мелкозернистому. Абразивными материалами, используемыми для изготовления металлографических шлифов, могут быть электрокорунд, карбид кремния, стекло и др., которые наносятся на бумагу или ткань.

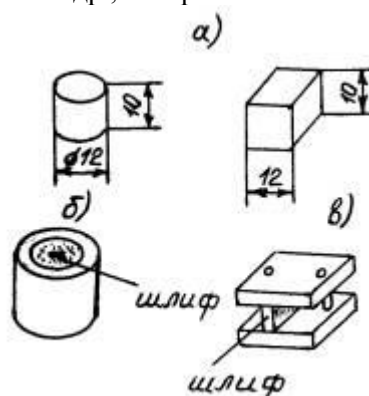


Рисунок 1. Металлографические шлифы: а – нормальные размеры шлифов; б – шлиф, залитый легкоплавким сплавом; в – шлиф, зажатый в струбцину

Шлифовать образцы можно вручную, на неподвижной шкурке, или на шлифовальных станках. Ручная шлифовка – медленный и трудоемкий процесс, однако при нем меньше разогреваются образцы и как следствие – меньше искажается структура поверхности.

При ручной шлифовке шлифовальную бумагу кладут на толстое ровное стекло либо на другую полированную поверхность. Шлиф необходимо плотно прижимать к бумаге и придавать ему

возвратно-поступательное движение. При переходе от более грубой шлифовальной бумаги к менее грубой необходимо очищать образец от абразива и менять направление шлифовки на 90 °. Обработку на каждом номере бумаги заканчивают после исчезновения перпендикулярных рисок от шлифования на предыдущей бумаге. Для шлифования мягких металлов шкурку предварительно смачивают керосином или натирают парафином, чтобы избежать вдавливания в поверхность образца абразивных частиц.

После шлифования поверхности образца проводят полирование с целью устранения рисок, оставшихся от воздействия абразивных частиц. Полировать шлифы можно также вручную и на полировальных станках. На вращающийся круг станка либо на гладкую поверхность натягивают полировальный материал – фетр, сукно, драп, бархат и др. и смачивают водной суспензией тонкодисперсного абразива (окись алюминия, хрома, магния и др.). Полировку заканчивают после исчезновения рисок от шлифовки на бумаге и при получении зеркальной поверхности шлифа.

Полированный образец промывают проточной водой и тщательно высушивают фильтровальной бумагой, прикладывая ее к шлифу, но не вытирая ею.

При проведении вышеописанной механической полировки возникает некоторое искажение поверхностного слоя металла, поэтому в ряде случаев проводят электрохимическую полировку.

Приготовленный микрошлиф исследуют под оптическим микроскопом при небольшом увеличении с целью определения качества его изготовления, наличия и распределения неметаллических включений (графита, сульфидов, окислов и т. д.).

Для исследования микроструктуры шлиф подвергают травлению. Перед травлением поверхность шлифа обезжиривают спиртом. Наиболее часто применяется травление методом избирательного растворения фаз. Он основан на различии физико-химических свойств отделенных фаз и пограничных участков зерен. В результате различной интенсивности растворения создается рельеф поверхности шлифа.

Для выявления микроструктуры применяются специально подобранные кислоты и щелочи различной концентрации, растворы солей. На поверхности шлифа происходит растворение одних фаз, окисление и окрашивание других. Химическое травление осуществляется путем погружения образца в травящий реактив или протирания образца с помощью тампона. Продолжительность травления чаще всего устанавливается опытным путем. В большинстве случаев признаком травления является потускнение поверхности, наступающее обычно через несколько секунд. После травления шлиф быстро промывают водой и сушат фильтровальной бумагой.

Если поверхность шлифа под микроскопом очень светлая и структура недостаточно выявлена, то шлиф недотравлен, и необходимо травление повторить. Если структура получена очень темной, шлиф перетравлен, и его необходимо вновь полировать, а затем травить.

Примеры рекомендуемых реактивов для выявления структуры различных металлов и сплавов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Травители и режимы для выявления микроструктуры некоторых металлов и сплавов

Состав травителя	Способ употребления	Область применения
Ниталь: азотная кислота – 1-5 мл; этиловый (или метиловый) спирт – 100 мл	Химическое травление от нескольких секунд до 1-2 мин	Для травления железоуглеродистых сплавов (сталей и чугунов)
Хлорное железо – 5 г; соляная кислота – 10 мл; вода – 85 мл	Химическое травление в течение 3-10 с	Для выявления микроструктуры медных сплавов
5-20%-ый раствор NaOH в воде или в метиловом спирте	Химическое травление	Для выявления микроструктуры алюминия и его сплавов

Подготовленный таким образом микрошлиф подвергается исследованию под металлографическим микроскопом.

Металлографический микроскоп – это оптический прибор, позволяющий рассматривать при увеличении непрозрачные тела в отраженном свете. Он состоит из оптической системы,

осветительного устройства и механической системы. Оптическая система состоит из объектива, окуляра, зеркала, призмы и т.п. (рис. 2).

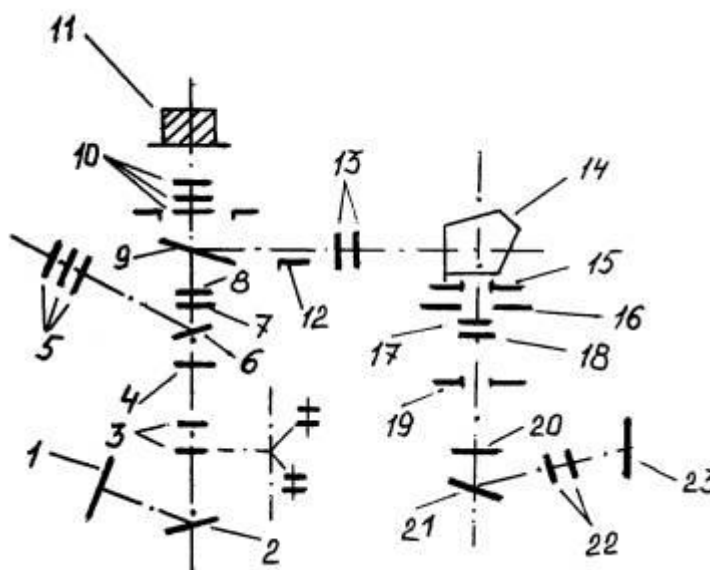


Рисунок 2. Оптическая система вертикального металлографического микроскопа МИМ-7: 1 – матовое стекло фотокамеры; 2 – зеркало; 3 – оптическая система фотоокуляра; 4 – рамка; 5 – оптическая система окуляра; 6 – зеркало; 7 – ахроматическая линза; 8 – анализатор; 9 – зеркало; 10 – оптическая система объектива; 11 – образец; 12 – откидная диафрагма; 13 – линза; 14 – отражательная призма; 15 – полевая диафрагма; 16 – фотозатвор; 17 – вкладной анализатор; 18 – линза; 19 – апертурная диафрагма; 20 – светофильтр; 21 – зеркало; 22 – коллектор; 23 – осветительная лампа.

Объектив – это система линз, дающая действительное увеличенное обратное изображение шлифа.

Окуляр – это система линз, обращенная к глазу наблюдателя, которое исправляет оптические дефекты и дает мнимое увеличенное изображение.

Шлиф освещается через объективы посредством применения специальной осветительной системы, состоящей из источника света, серии линз, светофильтров и диафрагм.

Механическая система микроскопа состоит из штатива, тубуса и предметного столика (рис.3).

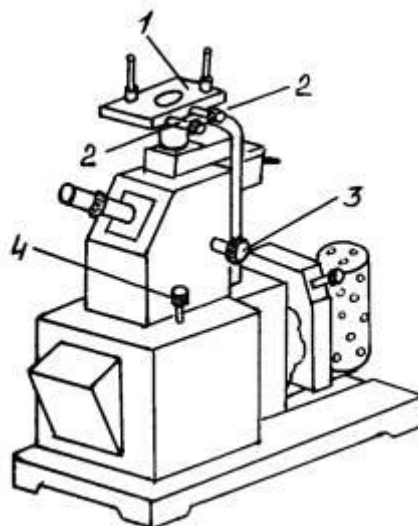


Рисунок 3. Схема вертикального металлографического микроскопа МИМ-7

Шлиф устанавливают на предметный горизонтальный столик 1, который можно передвигать в двух взаимно перпендикулярных горизонтальных плоскостях с помощью винтов 2, что позволяет просматривать микроструктуру в различных участках шлифа.

Для получения четкого изображения шлиф наводят на фокус при помощи макрометрического винта 3. Точное фокусирование достигается микрометрическим винтом 4.

Качество металлографического микроскопа определяется разрешающей способностью, качеством изображения объекта, общим увеличением микроскопа.

Под разрешающей способностью понимают наименьшее расстояние между двумя точками, при котором они видны раздельно.

По устройству различают микроскопы вертикальные и горизонтальные.

3. Содержание и порядок выполнения работы

1. Отшлифовать вырезанный образец.
2. Отполировать вырезанный образец.
3. Протравить приготовленный шлиф реактивом, выбранным по табл. 1.
4. Исследовать протравленный шлиф под металлографическим микроскопом.
5. Зарисовать исследуемую микроструктуру.

4. Форма рабочего журнала (отчет)

Отчет должен содержать:

- Цель работы.
- Краткое описание приготовления микрошлифа (на примере сделанного во время лабораторной работы).
- Схема рассмотренной микроструктуры.
- Вывод по работе.

5. Контрольные вопросы

1. Почему важно изучение микростроения металлов и металлических сплавов?
2. Чем отличается изображение шлифа, наблюдаемого невооруженным глазом и с помощью микроскопа?
3. Как определяют увеличение микроскопа?
4. Покажите принципиальную схему получения изображения в оптическом металлографическом микроскопе.
5. Назовите последовательность операций при приготовлении микрошлифа.
6. Почему при шлифовании и полировании образца не рекомендуется применять большие усилия нагружения?
7. На чем основано выявление зернистого строения металла, структурных составляющих и разных фаз на шлифах?

6. Список литературы

1. Практическая металлография / Р.И. Малинина [и др.]. – М.:Интермет Инжиниринг, 2002. – 240 с.
2. Панченко, Е.В. Лаборатория металлографии: учеб. пособие /Е.В. Панченко [и др.]; под ред. Б.Г. Лившица. 2-е изд. – М.: Металлургия, 1965. – 440 с.
3. Атлас типичных микроструктур.