

## Матеріалознавство

**Викладач. Мельник І.М.**

**Дата проведення. 24.03.2020**

**Тема уроку. Ознайомлення з макро- і мікроструктурою різних металів і сплавів**

Мікроскопічний аналіз (мікроаналіз) металів і сплавів полягає в дослідженні будови (мікроструктури) металу за допомогою оптичного (при збільшенні від 50 до 1500 разів) або електронного (при збільшенні до 100000 разів) мікроскопа. Між мікроструктурою металів та їх властивостями існує чіткий зв'язок. Мікроаналіз дозволяє визначити форму і розміри окремих зерен і фаз, а також їх вміст, відносне розташування, виявити наявність у металі включень, мікродофектів і судити про властивості металів і сплавів, про попередню обробку цих матеріалів (лиття, деформування, термічна обробка). Мікроаналізу піддають спеціально підготовлені зразки, які називають мікрошліфами.

Мікрошліфи готують у такий спосіб. Місце вирізання зразка вибирають залежно від задач дослідження (у ряді випадків порядок і місце вирізання строго регламентуються Держстандартами). У випадку з'ясування причин руйнації деталей під час експлуатації зразки вирізають поблизу місця руйнації ножівкою, фрезою, різцем, алмазними, вулканітовими кругами або електроіскровим методом. При вирізанні і наступному шліфуванні зразка неприпустиме значне нагрівання (вище 150 °С), тому що воно може викликати суттєві структурні зміни металу.

Зазвичай зразки мають форму циліндра або чотиригранника з лінійними розмірами 10...20 мм. У випадку, коли розміри мікрошліфів малі (дріт, тонкий лист, дрібні деталі), останні закріплюють у спеціальних затискачах (струбцинах) або заливають в оправки такими матеріалами як сплав Вуда (50 % Ві, 25 % Рб, 12,5 % Sn, 12,5 % Cd) з температурою плавлення 68 °С, епоксидні або акрилові смоли, пластмаси.

Поверхню зразка роблять плоскою і шліфують вручну або на верстатах наждачним папером різної зернистості (різних номерів): спочатку, для чорнового шліфування, беруть більш грубий папір (номери 12 ... 6), а потім, для чистового, заключного шліфування – папір номерів 5 ... 3 (номер визначає приблизний розмір абразивних зерен в сотих частках міліметра). Якщо шліфування ведуть вручну, шліфувальний папір кладуть на рівну плоску поверхню (наприклад, на товсте скло) і зразок переміщують по ньому в одному напрямі, перпендикулярному до слідів (рисок), що залишилися після попередньої обробки до повного зникнення цих слідів. Після шліфування залишки абразиву змивають водою з поверхні шліфа. Потім для видалення дрібних рисок, що залишилися після шліфування найдрібнішою шкуркою, зразок полірують.

Існуючі способи полірування засновані на механічному або електрохімічному способі видалення матеріалу, або ж на їх комбінації. Механічне полірування ведуть на полірувальному верстаті, диск якого обтягнутий тканиною (фетр, оксамит, тонке сукно). Тканину періодично поливають водною суспензією, що містить дрібні абразивні частки оксидів алюмінію, хрому або заліза. Добрим полірувальним матеріалом є алмазні пасти, паста ГОІ. Коли поверхня набуває дзеркального блиску, полірування припиняють. На якісно відполірованому мікрошліфі при спостереженні під мікроскопом відсутні риси, подряпини та інші механічні дефекти.

Мікрошліф промивають водою, потім спиртом, просушують стиснутим повітрям або фільтрувальним папером. Після полірування під мікроскопом спочатку вивчають нетравлений шліф, потім – протравлений.

При вивченні нетравленого шліфа можна виявити різноманітні мікроефекти, наприклад мікротріщини, та неметалеві включення (оксиди, сульфід, графіт - рис. 2.1) в металевій основі, яка має світлий колір при спостереженні під мікроскопом. Після перегляду нетравленого мікрошліфа його піддають травленню, щоб виявити мікроструктуру металевої основи шліфа. Для сталі та чавуну найчастіше застосовують 2...5%-овий розчин азотної кислоти в етиловому спирті. Поліровану поверхню шліфа занурюють у реактив на 3 ... 10 с до утворення рівного матового відтінку без наявності будь-яких плям. Потім шліф промивають водою, спиртом і просушують фільтрувальним папером.

а б в

Рисунок 2.1 – Неметалеві включення в сталі та чавуні

а – оксиди; б – сульфід; в – графіт.

Внаслідок неоднакової протравлюваності різних структурних складових на поверхні мікрошліфа утворюється мікрорельєф, складові якого по – різному відбивають світло, що падає на поверхню шліфа через оптичну систему мікроскопа. Структура, що розчинилась на більшу глибину, під мікроскопом має темний колір, а структура, яка розчинилась менше, має світлий колір (рис. 2.2, а, в). Границі зерен будуть видні у вигляді тонкої темної сітки (рис. 2.2, б, г).

Рисунок 2.2 – Схеми, які пояснюють видимість протравлених шліфів під мікроскопом: а, в – зерна у впадинах – темного кольору, виступаючі – світлого; б, г – границі зерен металів і твердих розчинів.

Будова металу, що спостерігається під мікроскопом, називається мікроструктурою (microstructure), яка є зображенням досить малої ділянки поверхні, складена з відбитих від неї світлових променів.

Загальний вигляд металографічного мікроскопа МИМ-7 показано на рис. 2.3. Він складається з таких основних систем: оптичної, освітлювальної з фотографічною апаратурою і механічної.

Оптична система мікроскопа включає об'єктив і окуляр, від яких залежить збільшення мікроскопа, і ряд допоміжних елементів (призми, дзеркала, лінзи й ін.). Об'єктив, що є складним сполученням лінз, дає дійсне збільшене обернене зображення мікроструктури мікрошліфа. Окуляр складається з декількох лінз і призначений для збільшення зображення, отриманого об'єктивом, і перетворення його з оберненого в пряме. Збільшення мікроскопа визначається добутком збільшення окуляра на збільшення об'єктива.

В освітлювальну систему мікроскопа входять джерело світла, серія лінз, світлофільтрів і діафрагм. Джерелом світла є електрична лампа (17 В), що включається в мережу через понижувальний трансформатор.

### Рисунок 2.3 Загальний вигляд мікроскопу МИМ – 7

1 - основа, 2 - корпус, 3 - фотокамера, 4 - мікрометричний гвинт, 5 - візуальний тубус з окуляром, 6 - ручка ілюмінатора, 7 - ілюмінатор, 8 - предметний столик, 9 - клеми, 10 - гвинти переміщення столика, 11 - макрометричний гвинт, 12 - освітлювач, 13 - ручка світлофільтрів, 14 - стопорний пристрій освітлювача, 15 - рамка з матовим склом.

Вивчення протравленого шліфа дозволяє вирішувати ряд задач при аналізі мікроструктурної будови металу або сплаву: встановлювати кількість структурних складових сплаву та характер їх розташування; величину зерен (шляхом їх зіставлення зі спеціально встановленою шкалою або безпосереднім вимірюванням, знаючи величину збільшення); вид термічної обробки і правильність вибору її режиму (температури нагрівання, швидкості охолодження); приблизний вміст деяких елементів, наприклад, вуглецю у відпалених сталях.

Між структурою та властивостями металів і сплавів існує пряма залежність. Тому в практиці металознавства мікроаналіз є одним з основних методів, які дозволяють вивчати будову металів і сплавів, а, отже, отримувати дані про їх властивості.