

Лабораторная работа
№ 4



«ТКМ и материаловедение»

Изучение микроструктуры металлов и сплавов

Доцент Дощечкина И.В.
Доцент Костина Л.Л.



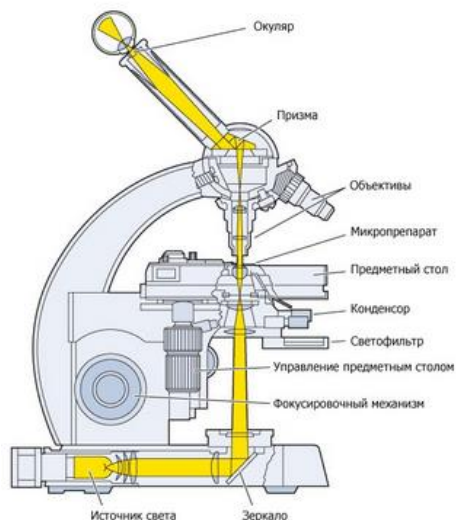
Лабораторная работа №3

Изучение микроструктуры металлов и сплавов

Цель работы - овладеть методами микроанализа, изучить устройство и принцип работы металлографического и электронного микроскопов, освоить методику приготовления микрошлифов.

Приборы и материалы:

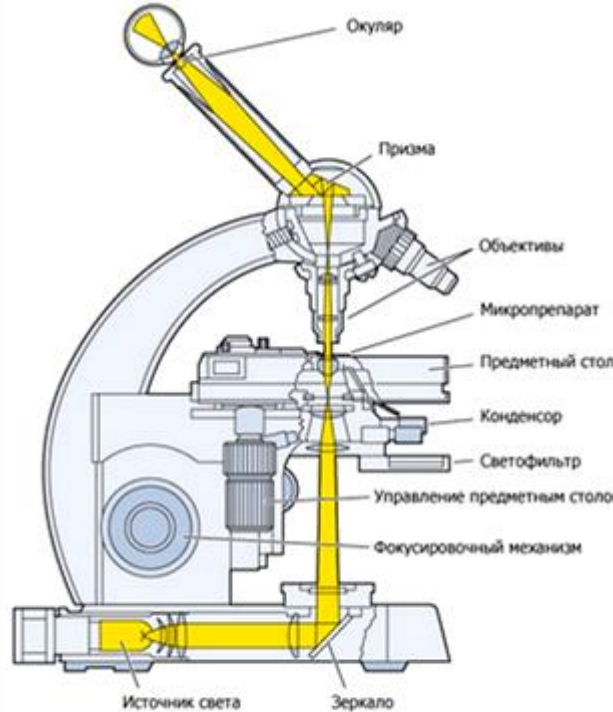
1. Металлографический микроскоп
2. Электронный микроскоп
3. Набор образцов для приготовления микрошлифов
4. Набор шлифовальной бумаги.
5. Полировальный станок.
6. Набор алмазных паст.



Теоретические основы работы

Микроанализ состоит в изучении строения металла с помощью специального оборудования (оптических и электронных микроскопов) при значительных увеличениях (от 70 крат).

Металлографический микроскоп представляет собой систему линз, позволяющих получить увеличенное изображение микроструктуры. Функциональные и конструктивно-технологические части микроскопа предназначены для обеспечения работы микроскопа и получения устойчивого, максимально точного, увеличенного изображения объекта.



Современные микроскопы базируются на оптических системах объективов, скорректированных на бесконечность. Это требует дополнительно применения тубусных систем, которые параллельные пучки света, выходящие из объектива, «собирают» в плоскости изображения микроскопа.

Функционально устройство микроскопа делится на 3 части:

1. Осветительная часть

Предназначена для создания светового потока, который позволяет осветить объект. Включает источник света (лампа и электрический блок питания) и оптико-механическую систему (коллектор, конденсор, полевая и апертурная регулируемые диафрагмы).

2. Воспроизводящая часть

Предназначена для воспроизведения объекта в плоскости изображения с требуемым для исследования качеством изображения и увеличения. Включает объектив и промежуточную оптическую систему.



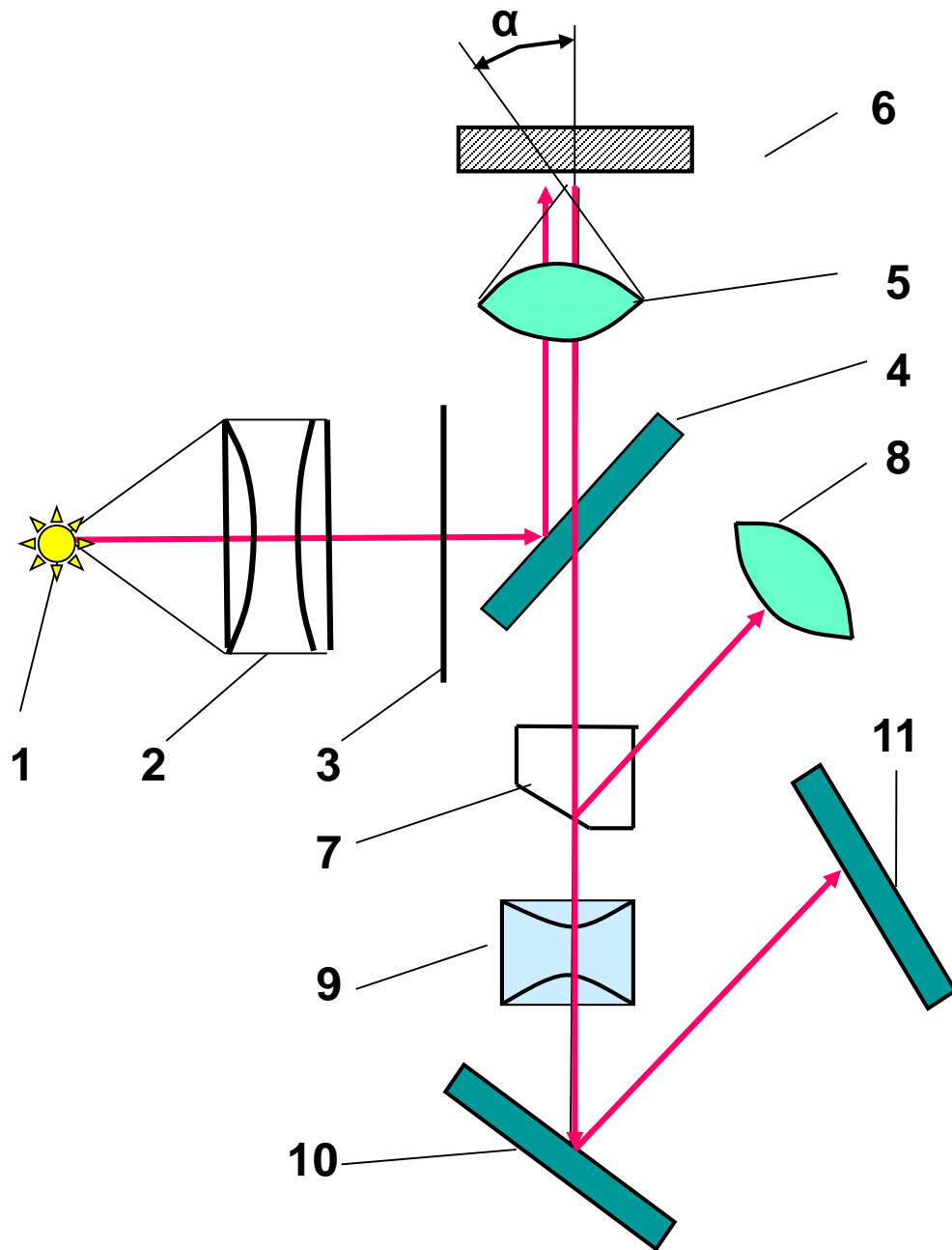
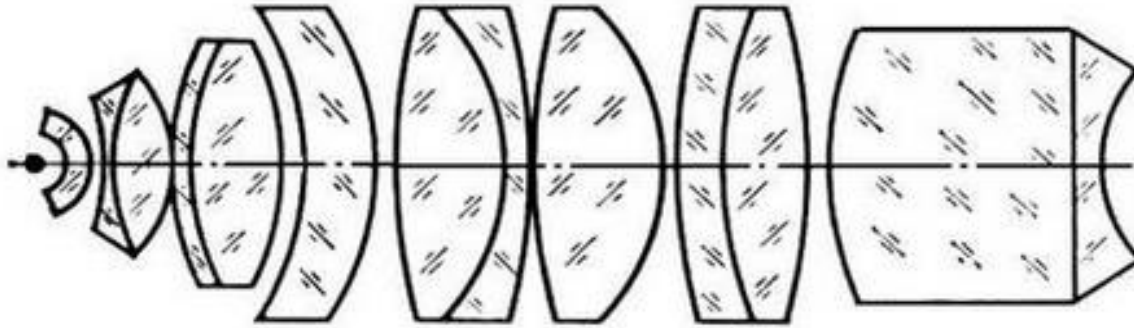


Схема оптического микроскопа:

- 1 – источник света;
- 2 – конденсор;
- 3 – диафрагма;
- 4 – полупрозрачная пластина;
- 5 – объектив;
- 6 – объект (шлиф);
- 7 – призма;
- 8 – окуляр;
- 9 – фотоокуляр;
- 10 – зеркало;
- 11 – фотопластина;
- α - апертурный угол





Типичная оптическая
схема объектива
микроскопа

3. Визуализирующая часть

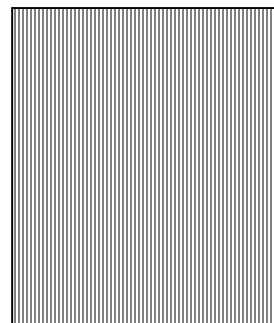
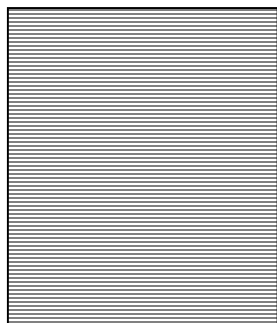
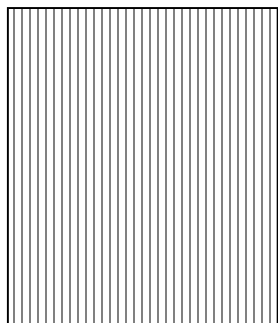
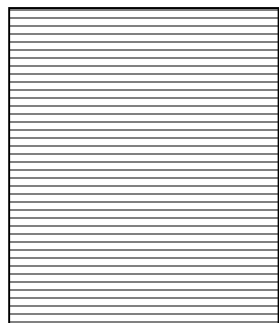
Предназначена для получения реального изображения объекта на сетчатке глаза, фотоплёнке или пластинке, на экране телевизионного или компьютерного монитора с дополнительным увеличением (вторая ступень увеличения). Визуализирующая часть расположена между плоскостью изображения объектива и глазами наблюдателя (цифровой камерой).

Визуализирующая часть включает монокулярную, бинокулярную или тринокулярную визуальную насадку с наблюдательной системой (окулярами, которые работают как лупа). Кроме того, к этой части относятся системы дополнительного увеличения; проекционные насадки; рисовальные аппараты; системы анализа и документирования изображения с соответствующими адаптерами для цифровых камер.



Методика подготовки образцов для исследования микроструктуры.

Оптический металлографический микроскоп работает на отражение, поэтому образцы для изучения должны хорошо отражать свет; для этого их полируют.



шлифование

полирование

Схема шлифования та полирования образцов для исследования в оптическом микроскопе

После полирования образцы травят 3-5 % спиртовым раствором азотной кислоты (или другим травителем) для выявления особенностей структуры.

Показатели работы микроскопа

Различают действительное и полезное увеличение микроскопа

Действительное увеличение микроскопа равно произведению увеличения окуляра на увеличение объектива

$$V_{\text{действ}} = V_{\text{окул}} \cdot V_{\text{объект}}$$

Лучшие металлографические микроскопы позволяют получить увеличение до 1500.



Основные характеристики микроскопа - разрешаемое расстояние и полезное увеличение.

Разрешаемое расстояние d - наименьшее расстояние между двумя точками, на котором они видны раздельно, т.е. тот наименьший размер элемента структуры, который можно увидеть с помощью данного прибора.

Объект становится видимым для человеческого глаза, если его увеличенный размер не менее 0,2 мм, поэтому полезное увеличение микроскопа определяют как:

$$V_{\text{пол}} = \frac{0,2}{d} = 1000$$

$$d = \frac{0,5\lambda}{n \sin \alpha}$$

где λ - длина волны излучения, в котором ведется наблюдение;

n - показатель преломления среды между объектом и объективом

α - апертурный угол.

Для оптического микроскопа минимальное значение d при:

$\lambda = 4 \cdot 10^{-4}$ мм
(видимый свет);

$n = 1$

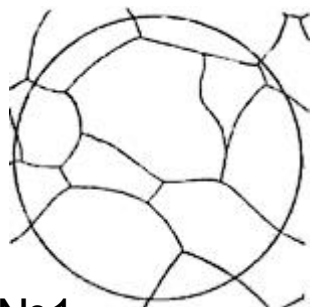
для воздушной среды;
максимальный угол

$\alpha = 90^\circ$

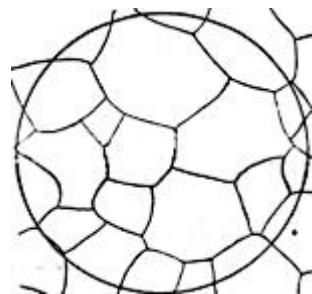
$d \sim 0,5\lambda = 2 \cdot 10^{-4}$ мм



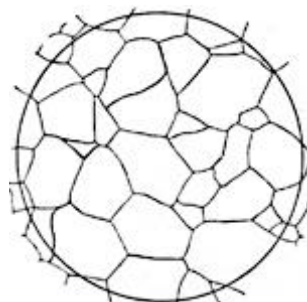
Шкала размеров зерна (основная)



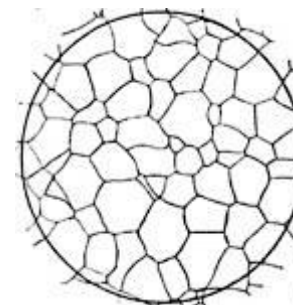
№1



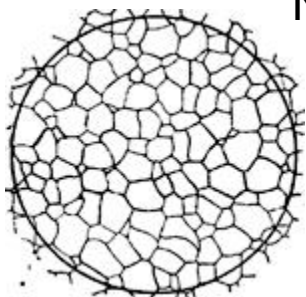
№2



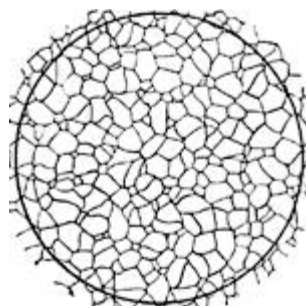
№3



№4



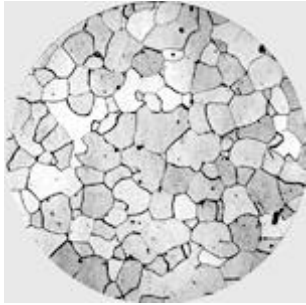
№5



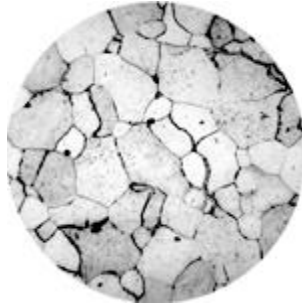
№6



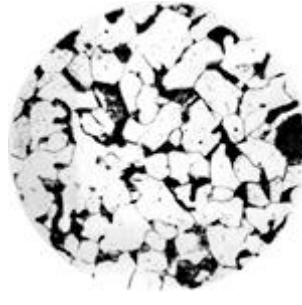
Микроструктуры сталей (оптический микроскоп)



Сталь 05



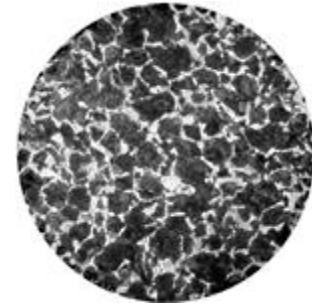
сталь 10



сталь 20



сталь 35



сталь 60



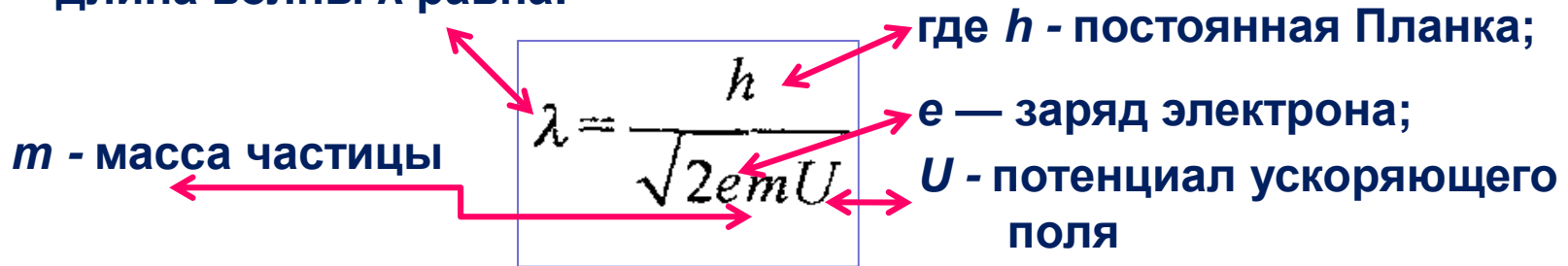
Уменьшить значение d можно при использовании вместо видимого света пучка электронов, длина волны которых в сотни тысяч раз короче длины волн видимого света.

Движение любой материальной частицы сопровождается излучением определенной длины волны. Для пучка электронов длина волны λ равна:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2emU}}$$

где h - постоянная Планка;
 e — заряд электрона;
 U - потенциал ускоряющего поля

m - масса частицы



Чем выше ускоряющее напряжение U , тем короче длина волны электронов.

При ускоряющем напряжении 50 кВ

$\lambda = 0,05 \text{ \AA}$, т.е. в 10^3 раз короче длины волны видимого света.

Применение такого коротковолнового излучения позволяет резко уменьшить разрешаемое расстояние (для лучших микроскопов

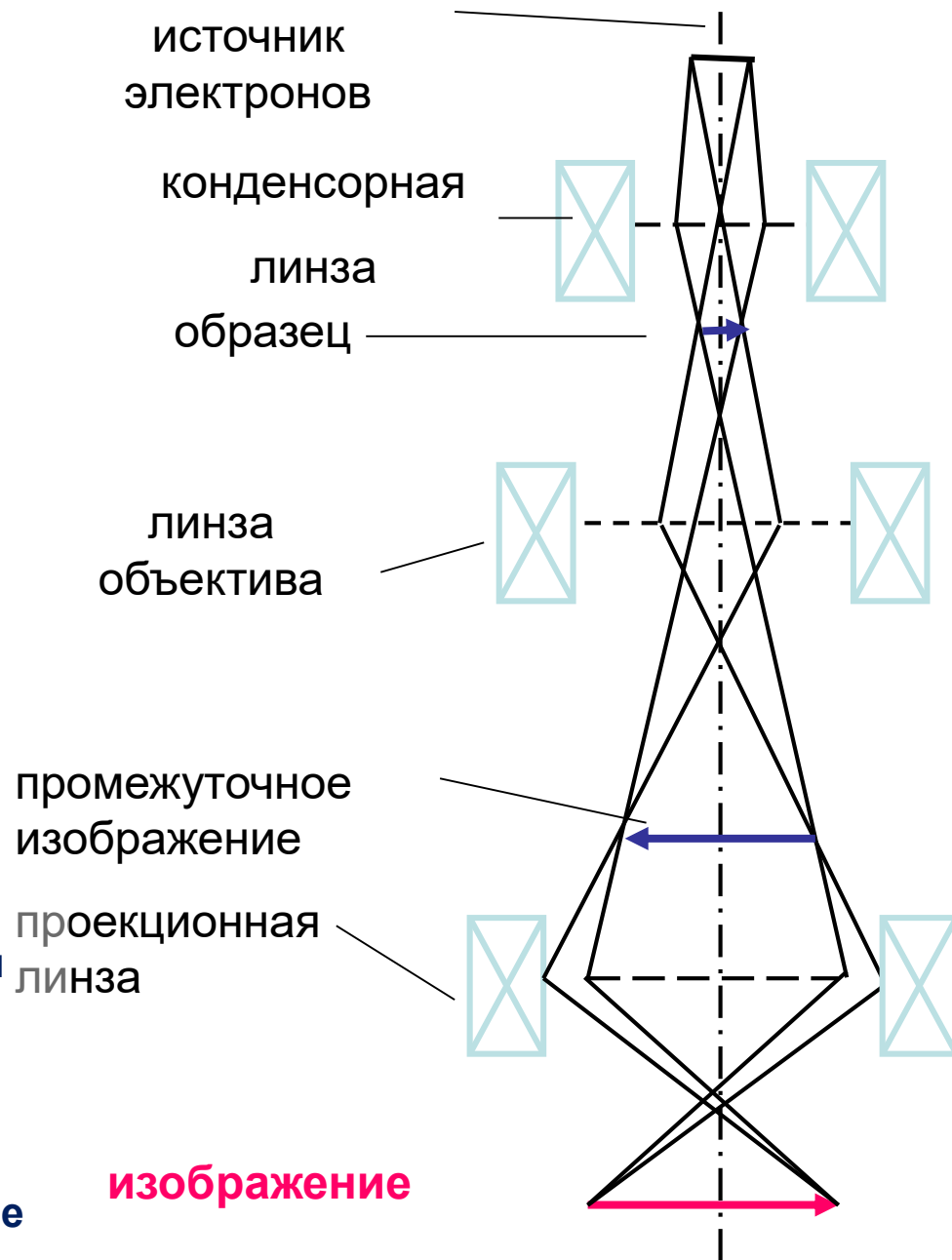
$d = 3 \cdot 10^{-7} \text{ мм}$).

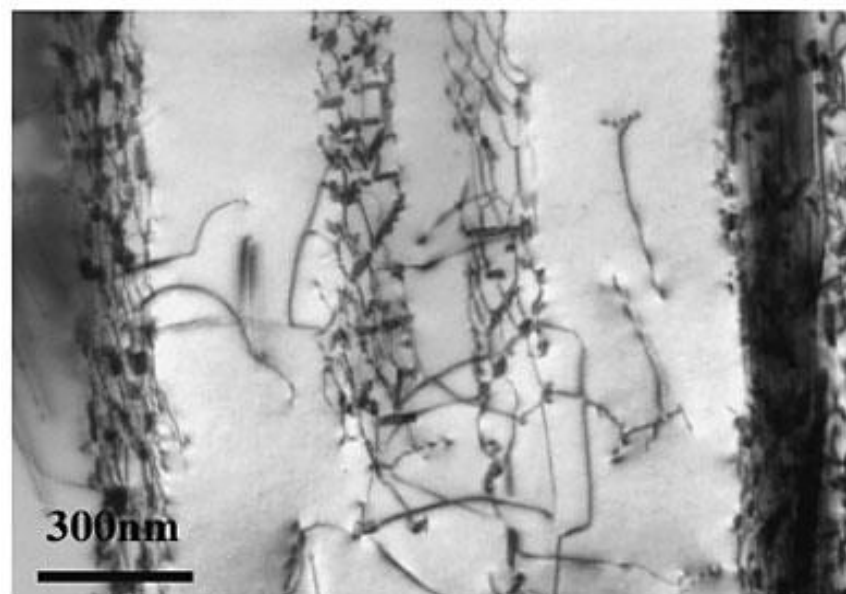
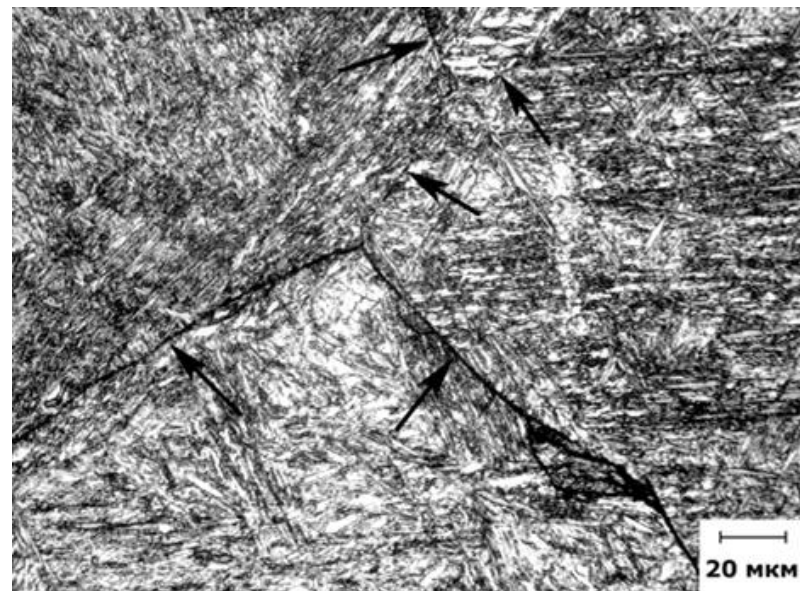
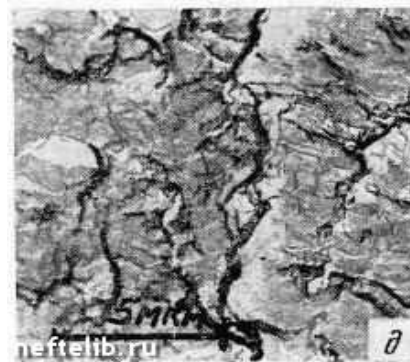
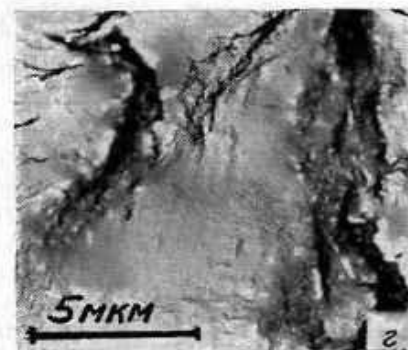
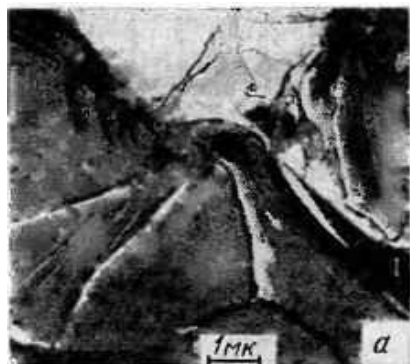


Электронный микроскоп



Принципиальная оптическая схема электронного микроскопа отличается от схемы обычного светового микроскопа тем, что все световые оптические элементы заменены электрическими, т.е. источником света - источником электронов, а стеклянные линзы - электромагнитами.





Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ)



а - промышленная консоль;
б - острие иглы.

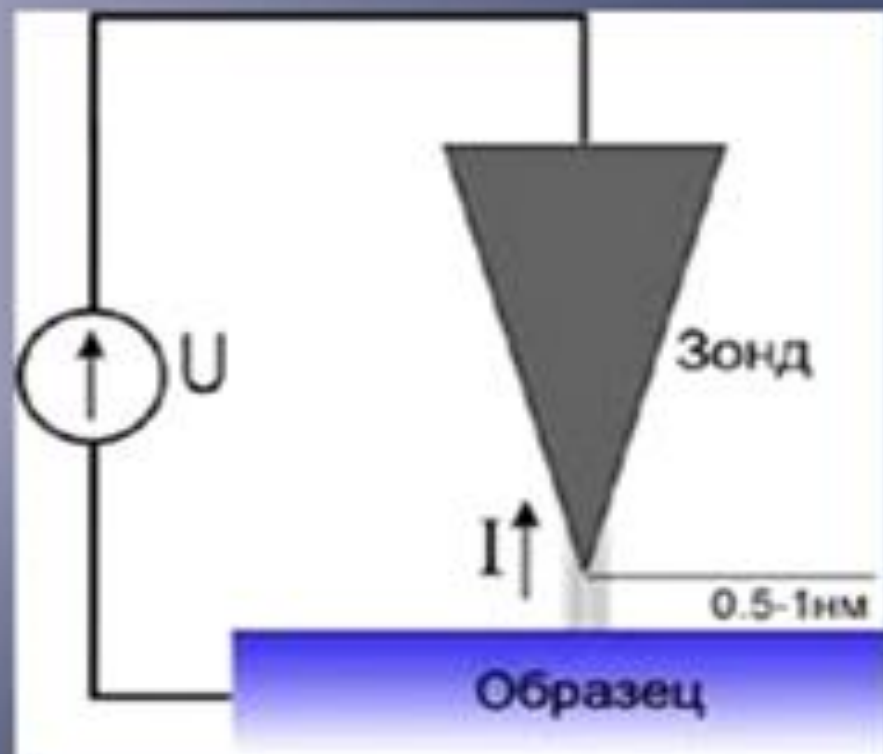


Схема работы сканирующего туннельного микроскопа



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Приготовить микрошлиф на образце, выданном преподавателем (шлифовать на тонкой бумаге, отполировать, протравить).
2. Ознакомиться с устройством оптического микроскопа.
3. Изучить в оптическом микроскопе и зарисовать вид поверхности микрошлифа после шлифования, полирования и травления.
4. Ознакомиться с работой электронного микроскопа.
5. Изучить с помощью электронного микроскопа и зарисовать структуру эвтектоидной стали в отожженном состоянии.
- 7) Оформить отчет по работе, который должен включать: цель работы, краткое изложение ее содержания, рисунки вида поверхности микрошлифа после шлифования, полирования, травления при оптическом увеличении, схемы оптического и электронного микроскопов, рисунок микроструктуры эвтектоидной стали в отожженном состоянии при электронном увеличении



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое микроструктурный анализ?
- 2) Как готовят металлографический шлиф?
- 3) Что такое разрешающая способность микроскопа?
- 4) Принцип действия оптического и электронного микроскопов.
- 5) Как готовят объекты для электронно-микроскопических исследований?
- 6) Как определить разрешаемое расстояние микроскопа ?
- 7) Как определить полезное увеличение микроскопа ?



ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с методом приготовления лаковых реплик

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

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

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

