

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Центр технологической поддержки образования**

УТВЕРЖДАЮ

И.О. директора Предвуниверситария

И.В. Цветков

« 21 » 05 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА учебного курса ЦТПО
«Способы изучения микроструктур с помощью оптического циф-
рового микроскопа»**

Составитель: Астахов М.М., Кондарь В.И., Сторожук О. М.

Москва, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Требования к уровню подготовки учащихся	4
Учебно-тематический план	6
Содержание программы	7
Учебно-методические средства обучения	8

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данный курс входит в состав учебно-методического комплекса лаборатории Центра технической поддержки образования (ЦТПО) НИЯУ МИФИ. Курс является одним из обзорных для направления « Способы изучения микроструктур с помощью оптического цифрового микроскопа».

Исследование микроструктур позволяет учащимся сформировать представления об окружающем мире. Наличие курса обусловлено необходимостью дать базовые представления о технологии и возможностях применения цифрового микроскопа EULER Clever для исследования микроструктур различных прозрачных объектов и непрозрачных объектов в отраженном свете, а также вывода полученного изображения на LCD – дисплей, компьютер (ноутбук) или телевизор (ЖК – панель).

Цели курса: сформировать у учащихся представление о способах наблюдения и анализа микроструктур различных объектов, техники изготовления препаратов различных объектов исследования и различных методов их наблюдения.

Ознакомление учащихся с понятиями микроструктурного анализа его целями и задачами.

1. Ознакомление учащихся с устройством и техническими характеристиками современного оптического микроскопа.
2. Ознакомление учащихся с программным обеспечением для вывода изображения на компьютер.
3. Приобретение учащимися базовых знаний по подготовке образцов различных материалов (биологических, металлических, ионных кристаллов и горных пород).
4. Развитие умений и навыков представления и обсуждения полученных результатов исследований в группе.

5. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ

Данный курс рассчитан на учащихся 7-10 классов, владеющих базовыми навыками работы на оптическом цифровом микроскопе EULER Clever, компьютере, умеющих пользоваться микротомом и владеющих техникой приготовления микропрепаратов. Рекомендуется для учащихся, обучающихся по профилям: естественно-научный, физико-математический, технологический. Также рекомендуется учащимся, заинтересованным в реализации собственных проектов.

Результаты обучения	
1. Общие учебные умения	1.1 Умения, связанные с познавательной деятельностью - использует известную последовательность действий для достижения учебной цели - модифицирует общую последовательность действий для достижения собственной индивидуальной цели
	1.2 Умения, связанные с информационно-коммуникативной деятельностью - использует справочно-информационные материалы для достижения учебной цели - сравнивает различные модели.
2. Специальные предметные умения	2.1 Умения, связанные с исследованиями микроструктур объектов окружающего мира. - определяет понятие микроструктуры и ее характеристик - приводит примеры типовых микроструктур для решения практических задач
	2.2 Умения, связанные с представлением содержательной информации об объекте различными средствами

	<p>2.3 Умения, связанные с содержательной линией «Подготовка оборудования и объектов исследования»</p> <ul style="list-style-type: none">- подготовка препаратов для исследования- выбор режимов работы микроскопа- получение изображений микроструктур- проведение анализа полученных результатов
	<p>2.4 Умения, связанные с печатью микроструктур с использованием компьютера</p> <ul style="list-style-type: none">- умения связанные с передачей полученных цифровых изображений микроструктур с помощью интернета

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№№	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе, часов	
			Теория	Практика
1	Введение в микроструктурный анализ с помощью цифрового оптического микроскопа	5	5	
2	Способы получения изображений микроструктур и их анализ.	1		1
3	Способы обработки изображений микроструктур с помощью средств вычислительной техники.	1		1
4	Способы получения изображений микроструктур горных пород и их анализ.	1		1
5	Способы получения изображений микроструктур ионных кристаллов и их анализ.	1		1
6	Способы получения изображений микроструктур металлографических шлифов и их анализ.	1		1

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Введение в микроструктурный анализ с помощью цифрового оптического микроскопа

Понятие микроструктуры объекта и ее характеристик, техника приготовления различных микропрепаратов, изучение способов работы на микроскопе, получение изображений на компьютере и их печать, анализ микроструктур.

Практическая работа «Получение изображений микроструктур и их анализ»

Подготовка микропрепаратов, получение изображений микроструктур их печать и передача, полученных цифровых изображений микроструктур, с помощью интернета.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

1. Методическое пособие «Исследование микроструктур с помощью оптического цифрового микроскопа» - Астахов М.М., Кондарь В.И., Сторожук О. М.
2. Руководство по работе на цифровом микроскопе EULER Clever.
3. Средства цифровой обработки, хранения и отображения информации (компьютер).

Краткое руководство к обзорной работе
(для учителя)

**Способы изучения микроструктур с помощью
оптического цифрового микроскопа**



Содержание

1. План урока	3
2. Введение. Исследование микроструктур	4
3. Микроскопическая техника	5
4. Краткое описание цифрового микроскопа EULER Clever	7
5. Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»	8
6. Литература	10

План урока

1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -20 мин):

Принцип работы оптического микроскопа. Основные узлы характеристики микроскопа. Получение изображений микроструктур при различных увеличениях. Последовательность операций при подготовке микропрепаратов для их исследования с помощью микроскопа.

3) Ознакомление с устройством цифрового микроскопа EULER Clever (5-10 мин).

4) Практическая работа «Получение изображений микроструктур и их анализ» на микроскопе EULER Clever (45- 40 мин).

5) Подведение итогов занятия (5- 10 мин)

Проверяется:

знание устройства современных оптических микроскопов и их основные характеристики;

умение получать изображения микропрепаратов при различных увеличениях;

умение фотографировать и передавать через Интернет изображения микроструктур.

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Неоднородности структуры как правило имеют микроскопические размеры, поэтому соответствующие разновидности внутренней структуры называются микроструктурами. В металлографии, с точки зрения геометрических параметров, микроструктуры могут различаться по величине, форме и ориентации зерен. Различия в составе характеризуются относительным количеством зерен присутствующих фаз и локальной сегрегацией внутри отдельных зерен. Наиболее характерной особенностью микроструктуры является присутствие внутренних границ, разделяющих зерна в металлах. Внутренние границы – это важнейшая особенность металла, значительно влияющая на его свойства.

Поверхность образцов для таких исследований обычно приготавливается путем резки, шлифовки, полировки и травления. Эти операции достаточно трудоемки и требуют специального оборудования и подготовки.

В данной работе особенности применения светового микроскопа и изучения микроскопической техники иллюстрируются на исследовании биологических объектов. В разделе «Экспериментальные задачи» приведены примеры некоторых задач, которые по силам школьникам, и авторы надеются - вызовут у них интерес и удовольствие от работы с микроскопом.

Микроскопическая техника

1. Принцип работы микроскопа

Световой микроскоп имеет две ступени увеличения: первая осуществляется объективом, вторая – окуляром. Расстояние от заднего фокуса объектива до переднего фокуса окуляра называется оптической длиной тубуса микроскопа. Величина оптической длины тубуса лежит в пределах 150 – 200 мм. Увеличение микроскопа зависит от фокусных расстояний окуляра и объектива, а также и от оптической длины тубуса. Разделение оптической системы микроскопа на две самостоятельные части дает возможность изменять увеличение прибора в больших пределах, комбинируя различные объективы и окуляры. Наличие действительного промежуточного изображения, даваемого объективом, делает возможность измерения размеров предмета. Осуществляется это следующим образом. В предметной плоскости помещается объект – микрометр – препарат, представляющий собой нанесенную на стекло шкалу с ценой деления 0,01 мм. В фокальной плоскости имеется шкала с ценой деления 0,1 мм. Если m делений изображения объект – микрометра по величине соответствует n делениям окулярной шкалы, точное значение увеличения объектива будет равно $b = 0,1 n/m$.

Увеличение микроскопа - не единственная главная характеристика прибора. Диаметры оправ и диафрагм определяют другие главные характеристики микроскопа – светосилу прибора, его разрешающую способность и поле зрения. Поле зрения является местом расположения мнимого изображения поля объекта. Оптическая система микроскопа состоит из некоторого количества оптических элементов, размеры которых ограничены. Вследствие этого в образовании изображения участвует не вся сферическая волна, выходящая из осевой точки предмета, а только ее некоторая часть, размер которой определяется наименьшей оправой системы или наименьшей диафрагмой, которая называется действующей, или апертурной диафрагмой. Таким образом, из всех лучей, испускаемых препаратом, в систему попадают только те, которые находятся внутри конуса, опирающегося на диафрагму. Половина угла при вершине этого конуса называется апертурным углом, а совокупность лучей, проходящих внутри конуса, световым потоком попадающим в систему и участвующим в образовании его изображения. Численное значение апертуры объективов всегда гравировается на их оправках и указывается в справочниках. Численная апертура во всех случаях однозначно определяет

способность системы воспринимать то или иное количество света, и кроме того, разрешающую способность микроскопа.

Микроскоп дает мнимое изображение предмета, но при наблюдении этого изображения глазом, окончательное изображение, образуемое на сетчатке, - действительное. Сетчатка глаза имеет ограниченные размеры. По этой причине в системе микроскопа, в одной из плоскостей, сопряженных с предметной, устанавливается диафрагма, ограничивающая поле зрения прибора. Эта диафрагма называется полевой диафрагмой. Помещается она в передней фокальной плоскости окуляра, т.е. в плоскости промежуточного изображения. Благодаря наличию полевой диафрагмы края изображения в микроскопе резко очерчены, а плоскость изображения равномерно освещена.

Осветительная система микроскопа состоит из источника света и конденсора. Конденсор предназначен для получения такого большего изображения источника света (или какого либо отверстия, пропускающего свет), которое смогло бы заполнить световым потоком всю апертуру объектива. Для устранения в микроскопе неиспользуемого света осветительную систему приходится подстраивать под используемые объектив и окуляр.

2. Механические узлы микроскопов

Штатив микроскопа является основной конструкцией, несущей оптическую часть микроскопа. От нее в значительной степени зависит качество всего микроскопа, плавность и стабильность фокусировки, удобство эксплуатации. Основание микроскопа – деталь, несущая всю конструкцию микроскопа.

Тубус микроскопа представляет собой механическую трубу, имеющую в верхней части патрубков для окуляра, в нижней – устройство для крепления объектива.

Предметный столик служит для размещения на нем объекта наблюдения и перемещения его относительно оси микроскопа.

3. Дополнительные устройства и приспособления

При работе с биологическими препаратами используются инструменты: различные пинцеты, ножницы, препаровальные иглы, шпатели.

Биологические объекты наблюдения и исследования под микроскопом

обычно представляют собой тонкие срезы, помещенные на предметном стекле и покрытые покровным стеклом. Покровные стекла имеют номинальную толщину 0,17 мм. Эта величина должна выдерживаться тем точнее, чем больше апертура объектива. Для микроскопических исследований предметные стекла должны иметь толщину, не превышающую 1,2мм.

Для приготовления тонких срезов используются специальные приборы, которые называются микротомы. Эти приборы обеспечивают получение срезов с парафиновых или целлоидиновых блоков нужной толщины. Наиболее распространенным типом микротомов являются санные. У санных микротомов нож и объектодержатель помещаются на салазках и скользят по рельсам в той или иной плоскости. Механизм микроподачи позволяет получать необходимую толщину срезов. Полученные срезы по определенной методике переносятся на предметное стекло. При необходимости срезы окрашивают.

Светофильтры применяются для ослабления света и изменения его спектрального состава. Светофильтры изготавливаются из цветного стекла, имеют различные устройства и назначения.

Краткое описание цифрового микроскопа EULER Clever

Цифровой микроскоп EULER Clever предназначен для наблюдения малых прозрачных объектов в проходящем свете и непрозрачных объектов в отраженном свете, а также вывода полученного изображения на LCD – дисплей, компьютер (ноутбук) или телевизор (ЖК-панель).

Микроскоп EULER Clever оснащен съемным LCD- дисплеем со встроенной памятью и картридером (слот для карты с памятью) CD.

В цифровом микроскопе EULER Clever изображение исследуемого объекта передается на съемный LCD – монитор (съемная визуальная насадка). Программа, заложенная в съемный блок с LCD–дисплеем позволяет проводить фотографирование объекта исследования и снимать видео.

Оптическая часть микроскопа EULER представлена объективами, окулярами и осветительной системой. Микроскоп оснащен несколькими съемными окулярами, а также тремя объективами с кратностью 4x, 10x, и 40x. Окуляр нужной кратности легко вставляется в окулярную трубку микроскопа, а необходимые для исследования объективы располагаются над предметным столиком микроскопа на специальной вращающейся головке, называемой револьверным устройством. Самым оптимальным увеличением в учебных моделях микроскопов считается диапазон 40x, 640x. Увеличение 40x необходимо для первоначального просмотра объекта исследования, а увеличение 640x – для детального просмотра.

Учебные биологические микроскопы EULER могут работать как от сети, так и от двух пальчиковых аккумуляторов AA. Включить микроскоп EULER – это значит включить его светодиодные подсветки, либо через адаптер сетевого питания, либо через элементы питания. Важно знать, что при подключении микроскопа в сеть переменного тока посредством адаптера питания не рекомендуется одновременно использовать элементы питания.

LCD – дисплей подключается к микроскопу на окончание окулярной трубки. Питание дисплея происходит от самого микроскопа. При правильной фокусировке на LCD – дисплее появится четкое изображение объекта исследования.

Вывод изображения цифрового микроскопа на компьютер осуществляется через порт мини – USB, посредством mini USB – USB, который входит в

комплектацию микроскопа. Установка программного обеспечения осуществляется с помощью установочного диска. На установочном диске располагаются две папки:

Arcsoft. В этой папке располагается файл установки программы для просмотра и цифровой обработки изображения, поступающего с микроскопа на компьютер.

Driver. В этой папке располагается файл установки драйвера устройства (цифровой фото – видео камеры). Установка программ, а также работа с ними подробно описаны в инструкции к микроскопу.

Практическая работа «Получение изображений микроструктур и их анализ»

Микроскоп EULER Clever можно использовать в различных вариантах:

А. Биологический микроскоп.

1. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.
2. Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.
3. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратододителе на предметном столике.
4. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4х. Получите и рассмотрите изображение объекта. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.
5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.



Б. Микроскоп с выводом изображения на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD –дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.
2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.
3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).
4. Закрепить микропрепарат в препаратододителе на предметном столике.

5. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.

6 Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

В. Микроскоп с выводом изображения на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.

2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.

3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.

4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.

5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.

6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата.

Самостоятельная подготовка микропрепарата.

После ознакомления с работой на микроскопе попробуйте самостоятельно подготовить микропрепарат для исследования. Для этого осуществите следующие операции:

1. В качестве объекта исследования выберите, например, листик Вашего комнатного растения и сделайте его микросрез.

2. Убедитесь, что предметное и покровное стекла чистые. Если на них есть пыль сотрите пыль бумажной салфеткой круговыми движениями пальцев.
3. Нанесите на предметное стекло каплю жидкости (воды или красителя)
4. Выберите самый тонкий срез из полученных Вами срезов и аккуратно положите его на предметное стекло.
5. Накройте предметное стекло с лежащим на нем срезом покровным стеклом таким образом, чтобы между стеклом не осталось воздуха.
6. Если жидкость вытекает из – под покровного стекла, удалить ее при помощи бумажной салфетки.
7. Рассмотреть микроструктуру образца и сфотографировать полученные изображения. Определите характерные размеры объектов микроструктуры.
8. Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

Примеры некоторых задач:

- наблюдение активного роста дрожжей в сахаре;
- рассмотрение роста плесени на хлебе;
- определение состава домашней пыли;
- измерение толщины шерсти домашних животных.

Литература

1. Руководство по работе на цифровом микроскопе EULER Clever.
2. Валовая М.А., Кавтарадзе Д.Н. Микротехника. Правила. Приемы. Искусство. Эксперимент. – М.: Изд.- во МГУ, 1993. -240 с. ISBN 5-211-02445-1

Краткое руководство к обзорной работе
(для учителя)

Способы обработки микроструктур с помощью средств вычислительной техники



Содержание

1. План урока	3
2. Введение	3
3. Подготовка образцов для металлографических исследований	4
4. Травление образцов	3
5. Количественная металлография	4
6. Определение относительного содержания фаз	4
7. Распределение частиц по размерам	5
8. Определение размера зерна	5
9. Практическая часть работы	6
5. Литература	7

План урока

1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -15 мин):

Подготовка микроструктур образцов для их количественного исследования.

Особенности определения характерных элементов микроструктуры для непрозрачных тел.

Правило пользования объект – микрометром для измерения размеров элементов микроструктуры.

3) Практическая часть работы (40-50 мин).

4) Подведение итогов занятия.(10 – 15 мин.)

Введение

В прошлом анализ микроструктур носил качественный характер. За последнее время возникло понимание того, что свойства изучаемых объектов зависят не только от качественных особенностей микроструктуры, но и также и от ее количественных характеристик. В настоящее время разработаны различные количественные методики, некоторые из которых мы рассмотрим в этой работе на примере анализа металлографических структур

Подготовка образцов для металлографических исследований

Предпосылкой для всех металлографических исследований является изготовление образцов (шлифов), которые могут быть использованы для исследования с помощью оптического микроскопа. Правильное изготовление шлифов имеет чрезвычайно важное значение, поскольку от этого зависит правильность толкования микроструктур. Фактически каждый раз приходится разрабатывать специфическую методику изготовления шлифов, дающую удовлетворительные результаты. Изготовление металлографических шлифов должен отвечать ряду требований. Прежде всего он должен быть типичным для данного материала образцом. Вырезка, шлифование и полировка образца должны осуществляться таким образом, чтобы на его поверх-

ности оставался минимальный слой искаженного и деформированного металла. Кроме того, на поверхности шлифа не должно наблюдаться полировочных царапин и ямок, а также пятин, возникающих в результате взаимодействия с жидкостями. В дополнение к сказанному укажем на требование сохранить неповрежденными после полировки неметаллические включения и, наконец, на необходимость изготавливать шлиф достаточно плоским, чтобы его можно было рассматривать при больших увеличениях.

Травление образцов

Специфические структурные составляющие металла, невидимые на полированной поверхности, выявляются при травлении образцов. Травление позволяет распознать фазы, декорировать дислокации (выявление ямок травления) и изучать ориентацию фаз. Принцип травления многофазных сплавов заключается в избирательном растворении (вследствие разных скоростей растворения фаз травящем реактиве), или окраске одной или большего количества фаз благодаря разнице в химическом составе и, в меньшей степени, различной ориентации структурных составляющих. Способы травления могут быть различными: химическое травление, электролитическое травление, катодное вакуумное травление и т. д. В работе (2) в зависимости от поставленных задач, описываются различные способы травления и способы их применения. Невозможно создать инструкции по травлению, годные для всех случаев, но некоторые правила следует соблюдать

Так, время травления должно обеспечить выявление важнейших деталей структуры. Чрезмерная длительность травления приводит или к разъеданию или смазыванию тонких деталей структуры.

Если образец протравлен недостаточно, то его необходимо переполлировать для удаления протравленной поверхности и перетравить; дополнительное вторичное травление без полировки часто дает плохие результаты.

Степень травления структуры, достаточная для исследования шлифа при малых увеличениях, обычно бывает чрезмерно сильной при переходе к большим увеличениям.

После травления нельзя касаться поверхности шлифа. Необходимо сразу же исследовать под микроскопом или сфотографировать полученную микроструктуру, прежде, чем шлиф сможет загрязниться или окислиться.

Количественная металлография

Одна из трудностей металлографии, и особенно количественной металлографии, заключается в том, что металлы – непрозрачные тела. Поэтому количественные параметры трехмерного объекта обычно определяются при исследовании его двумерных сечений, что служит одним из главных трудностей в интерпретации результатов измерений выполненных на двумерных сечениях, с величинами, характеризующими трехмерную структуру. Рассмотрим принципы количественной металлографии применительно к следующим задачам: 1) определению относительного содержания фаз; 2) построению распределений по размерам и 3) определению размера зерна.

Определение относительного содержания фаз

Основной принцип, на котором базируется относительное содержание фаз в многофазных сплавах, заключается в том, что объемная доля данной фазы равна относительной площади, занимаемой этой фазой в произвольном плоском сечении образца, а также доле ее на произвольной линии, проходящей через центр образца сплава.

Методы анализа площадей основывается на измерении площади, занятой исследуемой фазой на плоском сечении сплава. Объемная доля фазы P_α определяется как

$$P_\alpha = A_\alpha/A,$$

где A_α – площадь, занятая фазой α , и A – вся исследуемая площадь.

Измерение площадей может осуществляться различными методами – от вырезания площади второй фазы из микрофотографии и взвешивание ее, до определения фактической площади при помощи планиметра.

В основе линейного анализа лежит то положение, что относительная длина отрезков (линии), пересекающих исследуемую область микроструктуры и падающих на участки данной фазы, равна объемной доли этой фазы $P_\alpha = L_\alpha/L$.

Здесь L_α – суммарная длина отрезков случайной секущей линии, проходящих через участки данной фазы α , а L – полная длина секущей линии, проходящей через исследуемое поле. В этом случае важно чтобы секущая линия пересекала структуру, типичную для всего образца.

Распределение частиц по размерам

Вторым важным аспектом количественной металлографии (после установления объемной доли второй фазы) является нахождение распределения размеров частиц второй фазы. В оптической микроскопии о размере частиц судят по их плоским сечениям. При определении размера частиц методом плоских сечений возникает вопрос о соотношении данных, полученных при анализе двумерного сечения с данными для трехмерной структуры. Решение такой задачи может быть весьма сложным, особенно в случае несферических частиц. Затруднения при определении истинных размеров частиц по данным, полученным на плоских сечениях, возникают в связи с тем, что плоскость может пересечь сферическую частицу так, что площадь образующего круга будет заключена между 0 и максимально возможной плоскостью сечения частицы. Таким образом, измеряемые в плоском сечении диаметры окружностей будут меньше или в крайнем случае равны реальному диаметру сферы. В работе [2] рассмотрен случай измерения величины сферических частиц одинакового диаметра по плоскому сечению образца. Показано, что средняя плотность сечения (круга) $\langle A \rangle$ и радиус сферических частиц связаны соотношением:

$$\langle A \rangle = 2\pi r^2/3,$$

где r – радиус сферических частиц.

Определение размера зерна

Во всех методах по определению размера в металлах используются данные, полученные при измерениях на плоских сечениях образцов, и обычно приводятся результаты именно этих измерений без перехода к соответствующим параметрам трехмерного объекта. Существуют два основных метода измерения размера зерна в металлах. Первый, сравнительный, метод основан на анализе площадей зерен в плоском сечении, второй – на измерении длины отрезка, полученного при пересечении случайной прямой линии с границами зерен в плоском сечении. Подробное описание этих методов можно найти в работе [2]. Несмотря на то что такие работы в их простейшей форме могут быть проведены с помощью только микроскопа с подходящим окуляром, снабженным координатной сеткой, были разработаны различные приборы и аппараты, помогающие исследователю получать и обрабатывать изображения микроструктур образцов с помощью средств вычислительной

техники. В этом случае обработка изображения и определения его статистических характеристик может быть осуществлена в пакете Math LAB с применением библиотеки (модуль) Image Processing.

Практическая часть работы

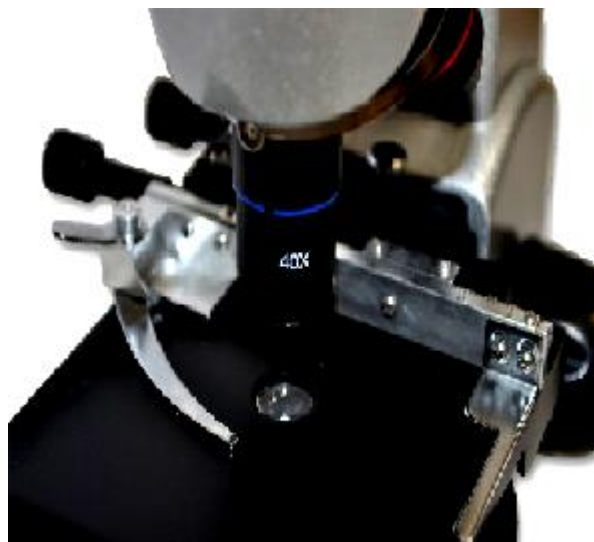
Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

Подключить LCD – дисплей к микроскопу. Для этого:

Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD –дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.

Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.

Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).



Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.

Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.

Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.

Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появится иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.

Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.

Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.

Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата. При том же увеличении произведите фотографирование объект – микрометра либо любого другого препарата размеры которого заранее известны (например проволочки известного диаметра). Определите характерные размеры элементов микроструктуры.

Литература

1. Руководство по работе на цифровом микроскопе EULER Clever.
- 2 Приборы и методы физического металловедения. Выпуск 1. Под редакцией Ф. Вейнбергера. Издательство <<Мир>>

Краткое руководство к учебной работе (для учителя)

Исследование микроструктур горных пород



Содержание

1. Введение. Исследование микроструктур	3
2. Микроскопическая техника	4
3. Практическая работа « Получение изображений микроструктур горных пород и их анализ»	5
4. Литература	8
5. План урока	9

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Введение микроскопа совершенно преобразовало петрографию и дало сильный толчок к поразительно быстрому развитию ее. До этого совершенно пренебрегали минералогическим составом горных пород и ограничивались исследованием только химического состава их. Главная заслуга введения нового метода принадлежит английскому исследователю Сорби. Он впервые исследовал тонкие шлифы горных пород, с помощью оптического микроскопа, и произвел при его помощи целый ряд важных наблюдений. В настоящее время микроскопический метод основан на применении поляризационного микроскопа и кристаллооптическом анализе минералов. Этот метод позволяет изучать мельчайшие минеральные образования, невидимы простым глазом, а также структурно – текстурные особенности пород.

Изучение шлифов является основным методом науки петрографии. Шлиф, тонкая пластинка горной породы или минерала, приклеенная на стекло. Стандартный петрографический шлиф имеет толщину 0,03 – 0,02 мм, приклеенный с помощью специальной смолы (канадский бальзам) на стеклянную пластину и покрытый сверху тонким стеклом. Размер стандартного шлифа примерно 2 - 4 мм. На рис.1 приведено изображение шлифа горной

породы на рабочем столе микроскопа и ее микроструктура.





Рис. 1

Примеры изображений шлифов, полученных с помощью оптического микроскопа, приведены на рис.2



Рис.2 ШЛИФЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД МИКРОСКОПОМ

Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

А. Провести предварительное визуальное наблюдение, предложенных шлифов горных пород.

6. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.
7. Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.
8. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.
9. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4х. Получите и рассмотрите изображение объекта. Смените объектив. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.
10. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.



Б. Вывести изображения шлифа на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD –дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.
2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.
3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).
4. Закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

5. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.
- 6 Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.


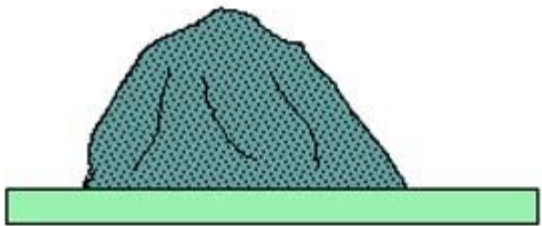
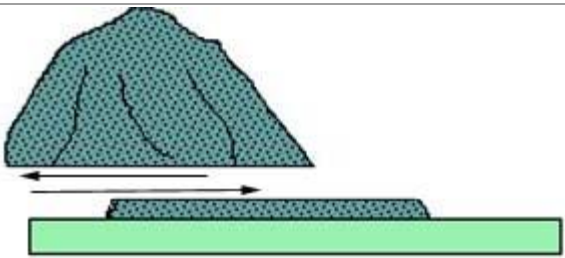


В. Вывод изображения на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD – дисплея.
2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.
3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.
4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.
5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.
6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата.
7. При том же увеличении произведите фотографирование объект - микрометр, представляющей собой нанесенную на подложку шкалу с ценой деления 00,1 мм.
8. Определите размеры самого большого и самого маленького из наблюдаемого в шлифе минералов по шкале объекта – микрометра.

Самостоятельная подготовка шлифов.

- Изготовление шлифов состоит из следующих основных операций:
- подготовка образца: изготовление из него пластины подходящего размера.
- шлифовка одной стороны образца, к которой будет приклеено стекло. Обычно её шлифуют на не сильно мелком порошке, так как слабая шероховатость сглаживается бальзамом и не мешает изучению.
- подготовка стекла. Стекло должно быть совершенно ровное, сторона, на которую будет клеиться шлиф, должна быть пришлифована на крупном порошке до придания ей матового блеска. Это нужно для того, чтобы шлиф не отклеивался.
- приклеивание образца к стеклу. При этом важно избежать захвата пузырьков воздуха.
- шлифовка образца до толщины, близкой к стандартной.
- доводка шлифа до стандартной и одинаковой по всей площади толщины. Толщина шлифа контролируется на петрографическом микроскопе. Это самая трудоёмкая работа, требующая опыта и лёгкой руки.
- В таблице приведены изображения основных этапов изготовления шлифов.

Стадии изготовления прозрачного шлифа

 <p>Поверхность распила и шлифования</p>	<p>Распиловка исходного образца и шлифование одной из поверхностей распила.</p>
	<p>Наклейка образца шлифованной поверхностью на предметное стекло.</p>
	<p>Отпиливание внешней части образца.</p>
 <p>Плоскость шлифования (полировки)</p>	<p>Сошлифовывание внешней поверхности образца до нужной толщины. Полирование поверхности (для прозрачно-полированных шлифов)</p>
 <p>Горная порода Покровное стекло Предметное стекло</p> <p>0.03 мм</p>	<p>Наклеивание покровного стекла (для обычных шлифов)</p>

.После ознакомления с работой на микроскопе попробуйте самостоятельно подготовить микропрепарат для исследования, например бетона различных марок. Рассмотреть микроструктуру образца и сфотографировать полученные изображения. Определите характерные размеры объектов микроструктуры.

Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

Литература

1. Руководство по работе на цифровом микроскопе EULER Clever.
2. Саранчина Г.М. , Шинкарев Н. Ф. Петрология магматических и метаморфических пород. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л. , «Недра», 1973. 392 с.

План урока:

1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -20 мин):

Принцип работы оптического микроскопа. Основные узлы характеристики микроскопа. Получение изображений микроструктур при различных увеличениях. Последовательность операций при подготовке микропрепаратов для их исследования с помощью микроскопа.

3) Ознакомление с устройством цифрового микроскопа EULER Clever (5-10 мин).

4) Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ» на микроскопе EULER Clever.

Краткое руководство к учебной работе

(для учителя)

Изучение микроструктур

ионных кристаллов



Содержание

1. Введение. Исследование микроструктур	3
2. Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»	3
3. Самостоятельная подготовка микропрепарата	5
4 Литература	5
5. План урока	6

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Неоднородности структуры как правило имеют микроскопические размеры, поэтому соответствующие разновидности внутренней структуры называются микроструктурами. В металлографии, с точки зрения геометрических параметров, микроструктуры могут различаться по величине, форме и ориентации зерен. Различия в составе характеризуются относительным количеством зерен присутствующих фаз и локальной сегрегацией внутри отдельных зерен. Наиболее характерной особенностью микроструктуры является присутствие внутренних границ, разделяющих зерна в металлах. Внутренние границы – это важнейшая особенность металла, значительно влияющая на его свойства.

Поверхность образцов для таких исследований обычно приготавливается путем резки, шлифовки, полировки и травления. Эти операции достаточно трудоемки и требуют специального оборудования и подготовки.

В данной работе особенности применения светового микроскопа и изучения микроскопической техники иллюстрируются на исследовании биологических объектов. В разделе «Экспериментальные задачи» приведены примеры некоторых задач, которые по силам школьникам, и авторы надеются - вызовут у них интерес и удовольствие от работы с микроскопом.

Кристаллическое и аморфное состояния твердых тел

Твердые тела могут существовать в двух различных состояниях, отличающихся своим внутренним строением, и, соответственно, свойствами. Это кристаллическое и аморфное состояние твердых тел.

Кристаллы – твердые тела, атомы, ионы или молекулы которых образуют упорядоченную периодическую структуру (кристаллическую решетку), причем этот пространственный порядок сохраняется на больших «по атомным масштабам» расстояниях. Если весь кусок вещества представляет собой один кристалл, то такое тело называется монокристаллом или просто кристаллом. В других случаях тело представляет собой множество мелких кристалликов, причудливо сросшихся между собой, например, кусок рафинада. Такие тела называют поликристаллическими.

Кристаллическое состояние характеризуется наличием четко выделяемых естественных граней, образующих между собой определенные углы. Кристаллы могут иметь от четырех до нескольких сотен граней. Но при этом они обладают замечательным свойством – какими бы ни были размеры, форма и число граней одного и того же кристалла, все плоские грани пересекаются друг с другом под определенными углами. Углы между соответственными гранями всегда одинаковы. Кристаллы каменной соли, например, могут иметь форму куба, параллелепипеда, призмы или тела более сложной формы, но всегда их грани пересекаются под прямыми углами. Грани кварца имеют форму неправильных шестиугольников, но углы между гранями всегда одни и те же – 120° . Упорядоченное расположение атомов сочетается в кристаллах с анизотропией – различием оптических, электрических и механических свойств по разным направлениям. В поликристаллах принято говорить о средних значениях физических величин, поскольку вдоль любого выбранного направления найдутся отдельные кристаллы, как угодно ориентированные внутри тела.

Атомы в кристаллах могут выстраиваться в достаточно причудливые структуры, напоминающие тетраэдры, параллелепипеды, икосаэдры и прочие геометрические фигуры. В науке о кристаллах — кристаллографии — в зависимости от симметрии расположения атомов выделяют 6 кристаллических групп, которые распадаются на 32 класса. В результате получается несколько сотен различных по форме кристаллических тел. Причем на форму

монокристалла влияет не только форма элементарной атомной ячейки, но и те условия, в которых происходит рост кристалла. Кристаллизоваться могут не только простейшие неорганические соединения, но и сложные полимерные и белковые молекулы, а также вирусные частицы. Такого рода молекулярные и биологические кристаллы, конечно же, не отличаются красотой и прочностью «настоящих» твердых кристаллов, но в остальном – подобны им. Самоорганизация неживой материи бывает достаточно необычной и принимает не только форму строгих и ровных кубиков и пирамид, но и причудливых фрактальных (фрактал — сложная геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком.) структур, похожих например, на снежинки.

Второй вид твердого состояния – аморфное состояние. Аморфные вещества (от др. греч. α «не-» и μορφή «вид, форма») не имеют упорядоченной структуры и в отличие от кристаллов не расщепляются с образованием кристаллических граней; как правило они изотропны, то есть не обнаруживают различных свойств в разных направлениях, не имеют определённой точки плавления.

Некоторые вещества могут находиться в любом из этих двух состояний. Например, если расплавить кристаллический кварц (температура плавления около 1700° С), то при охлаждении он образует плавленый кварц с другими физическими свойствами, одинаковыми по всем направлениям. Аморфное состояние - неустойчивое состояние твердых тел. Будучи предоставлены сами себе, они стремятся со временем перейти в кристаллическую форму, хотя этот процесс может занимать большой промежуток времени - годы и даже десятилетия.

Кристаллизация из растворов

Под кристаллизацией из растворов подразумевается рост кристалла соединения, химический состав которого заметно отличается от химического состава исходной жидкой фазы.

Растворителями могут быть вода, многокомпонентные водные и неводные растворы, расплавы каких-либо химических соединений.

Кристаллизацию из растворов можно осуществлять за счет изменения температуры раствора, за счет изменения состава раствора, а также использовать кристаллизацию при химической реакции. В методе кристаллизации при испарении растворителя пересыщение создается за счет увеличения концентрации растворенного вещества при испарении растворителя до значений, превышающих равновесное. Процесс осуществляется при постоянной температуре.

Поваренная соль

Бесцветные ионные кристаллы поваренной соли имеют форму куба (рис. 1). Многие кристаллы имеют внутри полости, заполненные раствором, из которого соль выкристаллизовалась. Чем крупнее кристаллы, тем больше в них жидкости. Поэтому даже совершенно сухая с виду поваренная соль, особенно крупная, трещит и «разбрызгивается», если её бросить на горячую сковороду: вскипающая вода «взрывает» кристаллы. Одновременно с кубическими кристаллами существуют кристаллы, имеющие форму пирамид.

Перманганат калия KMnO_4

Кристаллы обычной марганцовки имеют игольчатую форму (рис. 2).

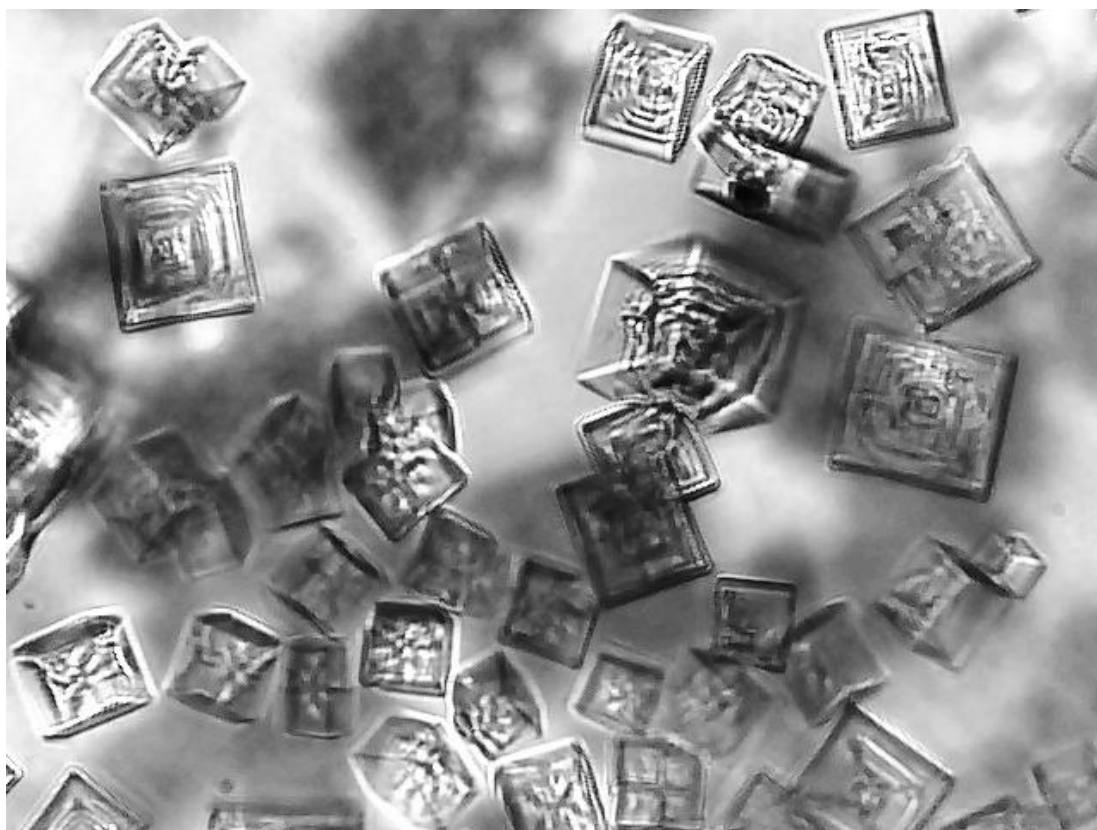


Рис.1



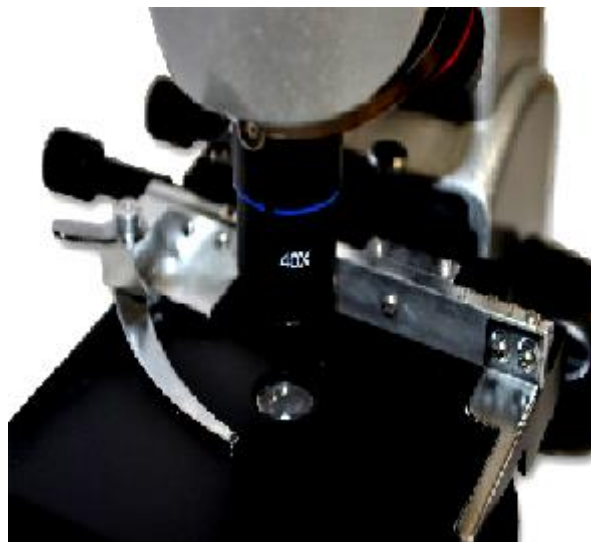
Рис. 2

Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

А. Получение и предварительный просмотр изображений микропрепаратов:

1. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.

Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.



2. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

3. Плавнo поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4x. Получите и рассмотрите изображение объекта. 4. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.

Б. Вывод изображения микропрепаратов на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD – дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.

2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.

3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).

4. Закрепить микропрепарат в препаратоводителе на предметном столике.

Плавнo поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.

5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

В. Вывод изображения на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.

2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.

3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.

4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.

5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.

6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата. Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

7. При том же увеличении произведите фотографирование объект - микрометр, представляющей собой нанесенную на подложку шкалу с ценой деления 00,1 мм.

8. Определите размеры самого большого и самого маленького из наблюдаемого в микропрепарате объекта по шкале объекта – микрометра.

Самостоятельная подготовка микропрепарата

После ознакомления с работой на микроскопе попробуйте самостоятельно подготовить микропрепарат для исследования. Для этого осуществите следующие операции:

9. В качестве объекта исследования выберите кристаллы поваренной соли и перманганата калия, полученные из их водных растворов.
10. Убедитесь, что предметное и покровное стекла чистые. Если на них есть пыль сотрите пыль бумажной салфеткой круговыми движениями пальцев.
11. Нанесите на предметное стекло пипеткой каплю насыщенного раствора поваренной соли или перманганата калия.
12. Рассмотреть микроструктуру образца и сфотографировать полученные изображения кристаллов. Определите характерные размеры кристаллов.
13. Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

Литература

1. Руководство по работе на цифровом микроскопе EULER Clever.
2. Валовая М.А., Кавтарадзе Д.Н. Микротехника. Правила. Приемы. Искусство. Эксперимент. – М.: Изд.- во МГУ, 1993. -240 с. ISBN 5-211-02445-1

План урока

1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -20 мин):

Принцип работы оптического микроскопа. Основные узлы характеристики микроскопа. Получение изображений микроструктур при различных увеличениях. Последовательность операций при подготовке микропрепаратов для их исследования с помощью микроскопа.

3) Ознакомление с устройством цифрового микроскопа EULER Clever (5-10 мин).

4) Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

(для учителя)

Изучение микроструктур

металлов



Содержание

1. Введение. Исследование микроструктур	2
2. Микроскопическая техника	3
3. Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»	8
4. Литература	10
5. План урока	11

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Металлография — направление в металловедении, классический метод исследования и контроля металлических материалов, подготовка и изучение строения структуры шлифа обычно с помощью микроскопии. Структуру выявляют с помощью травления, либо среза, шлифования и полирования образца.Metallography began to develop more than 200 years ago. The first experiments were carried out by Reomюр (1683—1757 g.). By etching he recognized different grades of steel. Macrostructural manifestations he carried out without optical auxiliary means. In Russia the first metallographic studies of iron and its alloys were carried out by Anosov P.P. (1799—1851 g.). Working at the Zlatoust metallurgical plant (1830—1835 g.), P. P. Anosov used a microscope to study the structure of steel and its changes after forging and heat treatment and established the existence of a connection between structure and properties of steel. Exactly these years can be considered the beginning of the birth of metallography in Russia. The foundations of scientific metallurgy, within which metallography exists, were laid by the Russian metallurg D. K. Chernov, who discovered the dependence of the properties of steel on the temperature of heating and cooling, revealed the interrelationship of structure and properties of steel. In 1878 Chernov D. K. expounded his views on the mechanism of crystallization of steel. (More details see in the article Metallurgy)

Неоднородности структуры как правило имеют микроскопические размеры, поэтому соответствующие разновидности внутренней структуры называются микроструктурами. В металлографии, с точки зрения геометрических параметров, микроструктуры могут различаться по величине, форме и ориентации зерен. Различия в составе характеризуются относительным количеством зерен присутствующих фаз и локальной сегрегацией внутри отдельных зерен. Наиболее характерной особенностью микроструктуры является присутствие внутренних границ, разделяющих зерна в металлах. Внутренние

границы – это важнейшая особенность металла, значительно влияющая на его свойства.

Поверхность образцов для таких исследований обычно приготавливаются путем резки, шлифовки, полировки и травления. Эти операции достаточно трудоемки и требуют специального оборудования и подготовки.

В данной работе особенности применения светового микроскопа и изучения микроскопической техники иллюстрируются на исследовании шлифов металлов

Подготовка образцов для металлографических исследований

Изучение с помощью оптических микроскопов проводят на специально подготовленных образцах - микрошлифах. Изготовление микрошлифа происходит в такой последовательности: вырезка образца; выравнивание поверхности среза, грубая шлифовка; тонкая шлифовка, полировка. Образец вырезается из той части детали или заготовки, которая в данном исследовании представляет собой самый большой интерес. Образцы вырезают ножовкой, фрезой, резцом, алмазным кругом или электроискровым способом. В процессе вырезки образцов не допускается значительный нагрев, так как он может вызвать структурные изменения металла. Если детали имеют небольшие размеры (тонкий лист, проволока и т.п.), для изготовления шлифа их зажимают в специальные струбцины или заливают в оправках легкоплавкими материалами (сплав Вуда, сера, пластмассы, эпоксидные смолы). Грубую шлифовку проводят на специальных абразивных кругах или наждачной бумаге. После грубой шлифовки образец промывают водой и переходят к тонкому шлифованию изменяя направление на 90° и шлифовальная бумага с зернистостью от 125 до 20 мкм до полного исчезновения черточек от предыдущей операции. Кроме бумаги для шлифовки можно использовать специальные пасты (алмазные, ГОИ и т.п.). После шлифования образец промывают и полируют с помощью полировочных эмульсий нанесенных на сукно. Полировочными материалами могут быть окислы алюминия, хрома, железа. Полировка длится 5 - 10 мин, когда образец получает зеркальную поверхность. Готовый образец промывают, сушат и разглядывают в микроскоп при увеличениях 100 - 150 раз для оценки качества поверхности. Если на поверхности образца есть риски, то возвращаются к

полировке или тонкой шлифовке. После подготовки качественной поверхности шлифа, он подлежит травлению.

Травление

Травление осуществляется погружением образца полированной поверхностью в ванну с реактивом или протиранием поверхности ватой смоченной в реактиве. Взаимодействие металла с реактивами проходит следующим образом. Так как поверхность микрошлифа неоднородна, то разные составные имеют различный электродный потенциал и при взаимодействии с реактивом поверхность представляет собой комплекс микрогальванических элементов. Участки поверхности с более низким потенциалом играют роль анодов и будут растворяться. Интенсивно травятся границы зерен, которые обычно больше обогащенные различными примесями чем зерно. В результате травления на поверхности шлифа образовывается микрорельеф. Более глубоко протравленные участки дают при рассмотрении под микроскопом больше рассеянных лучей и выглядят более темными.

Специфические структурные составляющие металла, невидимые на полированной поверхности, выявляются при травлении образцов. Травление позволяет распознать фазы, декорировать дислокации (выявление ямок травления) и изучать ориентацию фаз. Принцип травления многофазных сплавов заключается в избирательном растворении (вследствие разных скоростей растворения фаз травящем реактиве), или окраске одной или большего количества фаз благодаря разнице в химическом составе и, в меньшей степени, различной ориентации структурных составляющих. Способы травления могут быть различными: химическое травление, электролитическое травление, катодное вакуумное травление и т. д. В работе (2) в зависимости от поставленных задач, описываются различные способы травления и способы их применения. Невозможно создать инструкции по травлению, годные для всех случаев, но некоторые правила следует соблюдать

Так, время травление должно обеспечить выявление важнейших деталей структуры. Чрезмерная длительность травления приводит или к разъеданию или смазыванию тонких деталей структуры. Если образец протравлен недостаточно, то его необходимо переполлировать для удаления протравленной поверхности и перетравить; дополнительное вторичное травление без полировки часто дает плохие результаты. Степень травления структуры, достаточ-

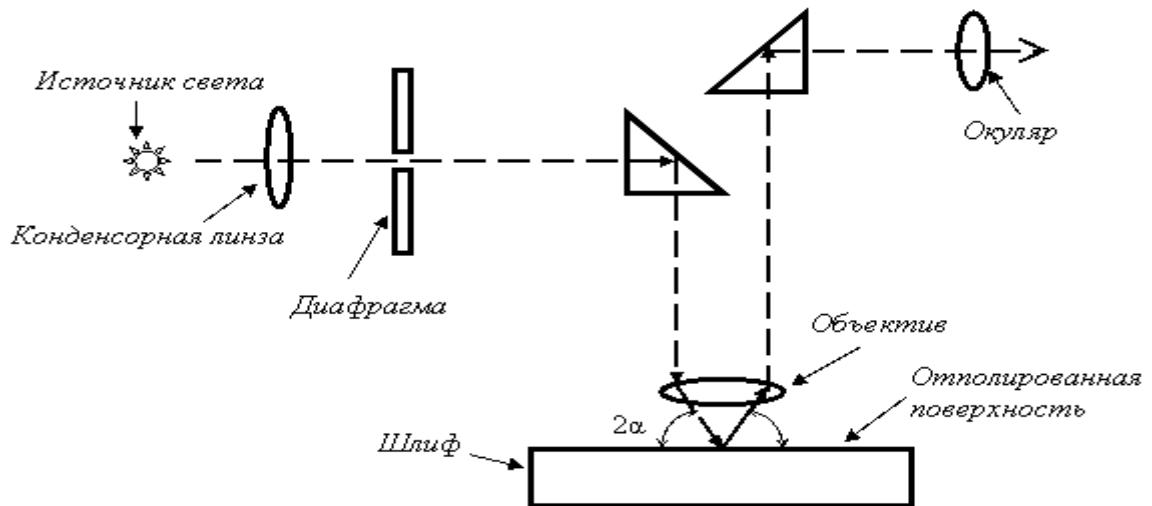
ная для исследования шлифа при малых увеличениях, обычно бывает чрезмерно сильной при переходе к большим увеличениям.

После травления нельзя касаться поверхности шлифа. Необходимо сразу же исследовать под микроскопом или сфотографировать полученную микроструктуру, прежде, чем шлиф сможет загрязниться или окислиться.

Таким образом, при изготовлении микрошлифов необходимо придерживаться таких правил:

1. Не делать резкого перехода от грубой шлифовки к мелкой, а постепенно уменьшать зернистость шлифовальной бумаги.
2. В процессе полировки образцы не прижимать сильно к полировочному диску.
3. Перед травлением поверхность образца протереть ваткой, смоченной в спирте.
4. После травления шлиф протереть спиртом и просушить фильтровальной бумагой.

Для наблюдения и фотографирования структуры металлов и сплавов используют металлографические микроскопы (МИМ-7, МИМ-8, МНМ-9, Neophot-21) - приборы, которые используют отраженный свет от непрозрачного объекта - шлифа. На рис.1 представлен ход лучей в металлографическом микроскопе.



Ход лучей в вертикальном металлографическом микроскопе (схема)

При этом структуры сплавов представляющих собой твердые растворы или химические соединения травятся при приготовлении микрошлифов равномерно, сохраняют гладкую поверхность и при рассмотрении в микроскопе представляют собой светлые участки (вследствие отражения света). Сплавы, представляющие собой механические смеси, травятся с разной интенсивностью, получается бугристая поверхность микрошлифа, которая рассеивает свет и такие места наблюдаются в микроскопе как темные участки. Поэтому структура доэвтектоидной стали будет состоять из светлых зерен феррита (твердый раствор углерода в α -железе) и темных зерен перлита (механическая смесь феррита и цементита).

Кроме изучения структуры металла, размера зерен, их расположения, конфигурации, при помощи оптического микроскопа возможно приблизительное определение содержания углерода в углеродистых сталях. Как указывалось ранее, доэвтектоидная сталь состоит из светлых зерен феррита и темных перлита. Пренебрегая содержанием углерода в феррите (0,01%), можно считать, что весь углерод находится в перлите (0,8%). Если известна часть объёма, или площади на микрошлифе, которую занимает перлит (P%), то содержание углерода в стали можно рассчитать по формуле:

$$C\% = \frac{P\% \times 0,8}{100}$$

Для заэвтектоидных сталей структура состоит из темных зерен перлита (0,8%С) обрамленных светлой цементитной сеткой (6,67%С). Соответственно формула для расчета содержания углерода для заэвтектоидных сталей:

$$C\% = \frac{P\% \times 0,8 + Ц\% \times 6,67}{100}$$

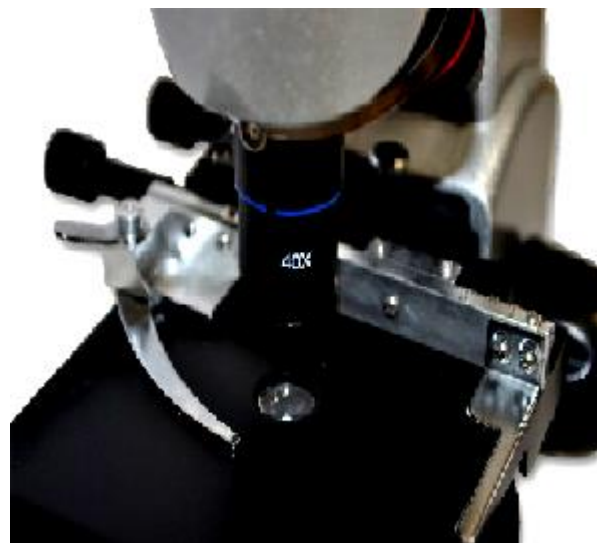
Для практического определения разделения фаз целесообразно пользоваться простым методом Розиваля, который основан на принципе Кавальери: если объёмы двух тел, которые располагаются между двумя плоскостями, находятся в постоянном соотношении, то в таком же соотношении находятся плоскости сечения этих тел параллельными плоскостями. Для определения соотношения фаз проводим на микрофотографии или изображении микрошлифа отрезок прямой так, чтобы пересекал несколько структурных элементов. Этот отрезок поделится отдельными зернами структуры на ряд отрезков. Суммарная длина отрезков, которые приходятся на каждую фазу отдельно, пропорциональна площади фаз и согласно принципа Кавальери - объёмам фаз. Длину отрезков измеряют масштабной линейкой на матовом стекле микроскопа или при помощи окуляр-микрометра непосредственно в поле зрения.

Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

Получите шлиф доэвтектической стали.

А. Предварительный просмотр шлифа.

11. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.
12. Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.
13. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратоводителе на предметном столике.
14. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4х. Получите и рассмотрите изображение объекта. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.
15. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.



Б. Вывод изображения микроструктуры образца на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD – дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.
2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.
3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).
4. Закрепить микропрепарат в препаратоводителе на предметном столике.
5. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.

6 Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

В. Вывод изображения микроструктуры образца на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.
2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.
3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.
4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.
5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появиться новое устройство Standart Camera.
6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата.
7. При том же увеличении произведите фотографирование объект - микрометр, представляющей собой нанесенную на подложку шкалу с ценой деления 00,1 мм.
8. Определите размеры самого большого и самого маленького из наблюдаемого в микропрепарате объектов по шкале объекта – микрометра.
9. Определите соотношение фаз по фотографии микрошлифа. Для этого проводим на микрофотографии отрезок прямой так, чтобы пересекал несколько структурных элементов. Этот отрезок поделится отдельными зернами структуры на ряд отрезков. Суммарная длина отрезков, которые приходятся на каждую фазу отдельно, пропорциональна площади фаз и согласно принципа Кавальери - объёмам фаз. Длину отрезков измеряют масштабной линейкой на ма-

товом стекле микроскопа или при помощи окуляр-микрометра непосредственно в поле зрения.

Основной принцип, на котором базируется относительное содержание фаз в многофазных сплавах, заключается в том, что объемная доля данной фазы равна относительной площади, занимаемой этой фазой в произвольном плоском сечении образца, а также доле ее на произвольной линии, проходящей через центр образца сплава.

Методы анализа площадей основывается на измерении площади, занятой исследуемой фазой на плоском сечении сплава. Объемная доля фазы P_α определяется как

$$P_\alpha = A_\alpha / A,$$

где A_α – площадь, занятая фазой α , и A – вся исследуемая площадь. Измерение площадей может осуществляться различными методами – от вырезания площади второй фазы из микрофотографии и взвешивание ее, до определения фактической площади при помощи планиметра.

В основе линейного анализа лежит то положение, что относительная длина отрезков (линии), пересекающих исследуемую область микроструктуры и падающих на участки данной фазы, равна объемной доли этой фазы $P_\alpha = L_\alpha / L$.

Здесь L_α – суммарная длина отрезков случайной секущей линии, проходящих через участки данной фазы α , а L – полная длина секущей линии, проходящей через исследуемое поле. В этом случае важно чтобы секущая линия пересекала структуру, типичную для всего образца.

Литература

1. Руководство по работе на цифровом микроскопе EULER Clever.
2. Приборы и методы физического металловедения. Выпуск 1. Под редакцией Ф. Вейнбергера. Издательство <<Мир>>.

План урока

- 1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

- 2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -20 мин):
Принцип работы оптического микроскопа. Основные узлы характеристики микроскопа. Получение изображений микроструктур при различных увеличениях. Последовательность операций при подготовке микропрепаратов для их исследования с помощью микроскопа.

- 3) Ознакомление с устройством цифрового микроскопа EULER Clever (5-10 мин).

- 4) Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ» на микроскопе EULER Clever.

Краткое руководство к обзорной работе
(для ученика)

**Способы изучения микроструктур с помощью
оптического цифрового микроскопа**



Содержание

1. Микроскопическая техника	3
2. Краткое описание цифрового микроскопа EULER Clever	5
3. Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»	6

Микроскопическая техника

1. Принцип работы микроскопа

Световой микроскоп имеет две ступени увеличения: первая осуществляется объективом, вторая – окуляром. Расстояние от заднего фокуса объектива до переднего фокуса окуляра называется оптической длиной тубуса микроскопа. Величина оптической длины тубуса лежит в пределах 150 – 200 мм. Увеличение микроскопа зависит от фокусных расстояний окуляра и объектива, а также и от оптической длины тубуса. Разделение оптической системы микроскопа на две самостоятельные части дает возможность изменять увеличение прибора в больших пределах, комбинируя различные объективы и окуляры. Наличие действительного промежуточного изображения, даваемого объективом, делает возможность измерения размеров предмета. Осуществляется это следующим образом. В предметной плоскости помещается объект – микрометр – препарат, представляющий собой нанесенную на стекло шкалу с ценой деления 0,01 мм. В фокальной плоскости имеется шкала с ценой деления 0,1 мм. Если m делений изображения объект – микрометра по величине соответствует n делениям окулярной шкалы, точное значение увеличения объектива будет равно $b = 0,1 n/m$.

Увеличение микроскопа - не единственная главная характеристика прибора. Диаметры оправ и диафрагм определяют другие главные характеристики микроскопа – светосилу прибора, его разрешающую способность и поле зрения. Поле зрения является местом расположения мнимого изображения поля объекта. Оптическая система микроскопа состоит из некоторого количества оптических элементов, размеры которых ограничены. Вследствие этого в образовании изображения участвует не вся сферическая волна, выходящая из осевой точки предмета, а только ее некоторая часть, размер которой определяется наименьшей оправой системы или наименьшей диафрагмой, которая называется действующей, или апертурной диафрагмой. Таким образом, из всех лучей, испускаемых препаратом, в систему попадают только те, которые находятся внутри конуса, опирающегося на диафрагму. Половина угла при вершине этого конуса называется апертурным углом, а совокупность лучей, проходящих внутри конуса, световым потоком попадающим в систему и участвующим в образовании его изображения. Численное значение апертуры объективов всегда гравировается на их оправках и указывается в справочниках. Численная апертура во всех случаях однозначно определяет

способность системы воспринимать то или иное количество света, и кроме того, разрешающую способность микроскопа.

Микроскоп дает мнимое изображение предмета, но при наблюдении этого изображения глазом, окончательное изображение, образуемое на сетчатке, - действительное. Сетчатка глаза имеет ограниченные размеры. По этой причине в системе микроскопа, в одной из плоскостей, сопряженных с предметной, устанавливается диафрагма, ограничивающая поле зрения прибора. Эта диафрагма называется полевой диафрагмой. Помещается она в передней фокальной плоскости окуляра, т.е. в плоскости промежуточного изображения. Благодаря наличию полевой диафрагмы края изображения в микроскопе резко очерчены, а плоскость изображения равномерно освещена.

Осветительная система микроскопа состоит из источника света и конденсора. Конденсор предназначен для получения такого большего изображения источника света (или какого либо отверстия, пропускающего свет), которое смогло бы заполнить световым потоком всю апертуру объектива. Для устранения в микроскопе неиспользуемого света осветительную систему приходится подстраивать под используемые объектив и окуляр.

2. Механические узлы микроскопов

Штатив микроскопа является основной конструкцией, несущей оптическую часть микроскопа. От нее в значительной степени зависит качество всего микроскопа, плавность и стабильность фокусировки, удобство эксплуатации. Основание микроскопа – деталь, несущая всю конструкцию микроскопа.

Тубус микроскопа представляет собой механическую трубу, имеющую в верхней части патрубков для окуляра, в нижней – устройство для крепления объектива.

Предметный столик служит для размещения на нем объекта наблюдения и перемещения его относительно оси микроскопа.

3. Дополнительные устройства и приспособления

При работе с биологическими препаратами используются инструменты: различные пинцеты, ножницы, препаровальные иглы, шпатели.

Биологические объекты наблюдения и исследования под микроскопом

обычно представляют собой тонкие срезы, помещенные на предметном стекле и покрытые покровным стеклом. Покровные стекла имеют номинальную толщину 0,17 мм. Эта величина должна выдерживаться тем точнее, чем больше апертура объектива. Для микроскопических исследований предметные стекла должны иметь толщину, не превышающую 1,2мм.

Для приготовления тонких срезов используются специальные приборы, которые называются микротомы. Эти приборы обеспечивают получение срезов с парафиновых или целлоидиновых блоков нужной толщины. Наиболее распространенным типом микротомов являются санные. У санных микротомов нож и объектодержатель помещаются на салазках и скользят по рельсам в той или иной плоскости. Механизм микроподачи позволяет получать необходимую толщину срезов. Полученные срезы по определенной методике переносятся на предметное стекло. При необходимости срезы окрашивают.

Светофильтры применяются для ослабления света и изменения его спектрального состава. Светофильтры изготавливаются из цветного стекла, имеют различные устройства и назначения.

Краткое описание цифрового микроскопа EULER Clever

Цифровой микроскоп EULER Clever предназначен для наблюдения малых прозрачных объектов в проходящем свете и непрозрачных объектов в отраженном свете, а также вывода полученного изображения на LCD – дисплей, компьютер (ноутбук) или телевизор (ЖК-панель).

Микроскоп EULER Clever оснащен съемным LCD- дисплеем со встроенной памятью и картридером (слот для карты с памятью) CD.

В цифровом микроскопе EULER Clever изображение исследуемого объекта передается на съемный LCD – монитор (съемная визуальная насадка). Программа, заложенная в съемный блок с LCD–дисплеем позволяет проводить фотографирование объекта исследования и снимать видео.

Оптическая часть микроскопа EULER представлена объективами, окулярами и осветительной системой. Микроскоп оснащен несколькими съемными окулярами, а также тремя объективами с кратностью 4x, 10x, и 40x. Окуляр нужной кратности легко вставляется в окулярную трубку микроскопа, а необходимые для исследования объективы располагаются над предметным столиком микроскопа на специальной вращающейся головке, называемой револьверным устройством. Самым оптимальным увеличением в учебных моделях микроскопов считается диапазон 40x, 640x. Увеличение 40x необходимо для первоначального просмотра объекта исследования, а увеличение 640x – для детального просмотра.

Учебные биологические микроскопы EULER могут работать как от сети, так и от двух пальчиковых аккумуляторов AA. Включить микроскоп EULER – это значит включить его светодиодные подсветки, либо через адаптер сетевого питания, либо через элементы питания. Важно знать, что при подключении микроскопа в сеть переменного тока посредством адаптера питания не рекомендуется одновременно использовать элементы питания.

LCD – дисплей подключается к микроскопу на окончание окулярной трубки. Питание дисплея происходит от самого микроскопа. При правильной фокусировке на LCD – дисплее появится четкое изображение объекта исследования.

Вывод изображения цифрового микроскопа на компьютер осуществляется через порт мини – USB, посредством mini USB – USB, который входит в

комплектацию микроскопа. Установка программного обеспечения осуществляется с помощью установочного диска. На установочном диске располагаются две папки:

Arcsoft. В этой папке располагается файл установки программы для просмотра и цифровой обработки изображения, поступающего с микроскопа на компьютер.

Driver. В этой папке располагается файл установки драйвера устройства (цифровой фото – видео камеры). Установка программ, а также работа с ними подробно описаны в инструкции к микроскопу.

Практическая работа

« Получение изображений микроструктур и их анализ»

А. Получение и просмотр изображений микропрепаратов:

1. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.

Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.

2. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

3. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4х. Получите и рассмотрите изображение объекта.

4. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.



5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.

Б. Вывод изображения на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD –дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.

2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.

3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой). 4. Закрепить микропрепарат в препаратоводителе на предметном столике.

Плавнo поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.

5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

В. Вывод изображения на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.

2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.

3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.

4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.

5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появиться новое устройство Standart Camera.

6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата. Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

Домашнее задание. Самостоятельная подготовка микропрепарата

После ознакомления с работой на микроскопе попробуйте самостоятельно подготовить микропрепарат для исследования. Для этого осуществите следующие операции:

1. В качестве объекта исследования выберите, например, листик Вашего комнатного растения и сделайте его микросрез.
2. Возьмите предметное и покровное стекла и убедитесь, что они чистые. Если на них есть пыль, сотрите пыль бумажной салфеткой круговыми движениями пальцев.
3. Нанесите на предметное стекло каплю жидкости (воды или красителя).
4. Выберите самый тонкий срез из полученных Вами срезов и аккуратно положите его на предметное стекло.
5. Накройте предметное стекло с лежащим на нем срезом покровным стеклом таким образом, чтобы между стеклом не осталось воздуха.
6. Если жидкость вытекает из – под покровного стекла, удалить ее при помощи бумажной салфетки.

Попробуйте также приготовить микропрепараты для решения например следующих задач:

- наблюдение активного роста дрожжей в сахаре;
- рассмотрение роста плесени на хлебе;
- определение состава домашней пыли;
- измерение толщины шерсти домашних животных.

Краткое руководство к обзорной работе (для ученика)

Способы обработки микроструктур с помощью средств вычислительной техники



Содержание

1. Введение	3
2. Количественная металлография	3
3. Определение относительного содержания фаз	3
4. Распределение частиц по размерам	4
5. Определение размера зерна	4
6. Практическая часть работы	4

Введение

В прошлом анализ микроструктур носил качественный характер. За последнее время возникло понимание того, что свойства изучаемых объектов зависят не только от качественных особенностей микроструктуры, но и также и от ее количественных характеристик. В настоящее время разработаны различные количественные методики, некоторые из которых мы рассмотрим в этой работе на примере анализа металлографических структур

Количественная металлография

Одна из трудностей металлографии, и особенно количественной металлографии, заключается в том, что металлы – непрозрачные тела. Поэтому количественные параметры трехмерного объекта обычно определяются при исследовании его двумерных сечений, что служит одним из главных трудностей в интерпретации результатов измерений выполненных на двумерных сечениях, с величинами, характеризующими трехмерную структуру. Рассмотрим принципы количественной металлографии применительно к следующим задачам: 1) определению относительного содержания фаз; 2) построению распределений по размерам и 3) определению размера зерна.

Определение относительного содержания фаз

Основной принцип, на котором базируется относительное содержание фаз в многофазных сплавах, заключается в том, что объемная доля данной фазы равна относительной площади, занимаемой этой фазой в произвольном плоском сечении образца, а также доле ее на произвольной линии, проходящей через центр образца сплава.

Методы анализа площадей основывается на измерении площади, занятой исследуемой фазой на плоском сечении сплава. Объемная доля фазы P_α определяется как

$$P_\alpha = A_\alpha/A,$$

где A_α – площадь, занятая фазой α , и A – вся исследуемая площадь.

Измерение площадей может осуществляться различными методами – от вырезания площади второй фазы из микрофотографии и взвешивание ее, до определения фактической площади при помощи планиметра.

В основе линейного анализа лежит то положение, что относительная длина отрезков (линии), пересекающих исследуемую область микроструктуры и падающих на участки данной фазы, равна объемной доли этой фазы $P_\alpha = L_\alpha/L$.

Здесь L_α – суммарная длина отрезков случайной секущей линии, проходящих через участки данной фазы α , а L – полная длина секущей линии, проходящей через исследуемое поле. В этом случае важно чтобы секущая линия пересекала структуру, типичную для всего образца.

Распределение частиц по размерам

Вторым важным аспектом количественной металлографии (после установления объемной доли второй фазы) является нахождение распределения размеров частиц второй фазы. В оптической микроскопии о размере частиц судят по их плоским сечениям. При определении размера частиц методом плоских сечений возникает вопрос о соотношении данных, полученных при анализе двумерного сечения с данными для трехмерной структуры. Решение такой задачи может быть весьма сложным, особенно в случае несферических частиц. Затруднения при определении истинных размеров частиц по данным, полученным на плоских сечениях, возникают в связи с тем, что плоскость может пересечь сферическую частицу так, что площадь образующего круга будет заключена между 0 и максимально возможной плоскостью сечения частицы. Таким образом, измеряемые в плоском сечении диаметры окружностей будут меньше или в крайнем случае равны реальному диаметру сферы. В работе [2] рассмотрен случай измерения величины сферических частиц одинакового диаметра по плоскому сечению образца. Показано, что средняя плотность сечения (круга) $\langle A \rangle$ и радиус сферических частиц r связаны соотношением:

$$\langle A \rangle = 2\pi r^2/3,$$

где r – радиус сферических частиц.

Определение размера зерна

Во всех методах по определению размера в металлах используются данные, полученные при измерениях на плоских сечениях образцов, и обычно приводятся результаты именно этих измерений без перехода к соответствующим параметрам трехмерного объекта. Существуют два основных метода

измерения размера зерна в металлах. Первый, сравнительный, метод основан на анализе площадей зерен в плоском сечении, второй – на измерении длины отрезка, полученного при пересечении случайной прямой линии с границами зерен в плоском сечении. Подробное описание этих методов можно найти в работе [2]. Несмотря на то что такие работы в их простейшей форме могут быть проведены с помощью только микроскопа с подходящим окуляром, снабженным координатной сеткой, были разработаны различные приборы и аппараты, помогающие исследователю получать и обрабатывать изображения микроструктур образцов с помощью средств вычислительной техники. В этом случае обработка изображения и определения его статистических характеристик может быть осуществлена в пакете Math LAB с применением библиотеки (модуль) Image Processing.

Практическая часть работы

Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

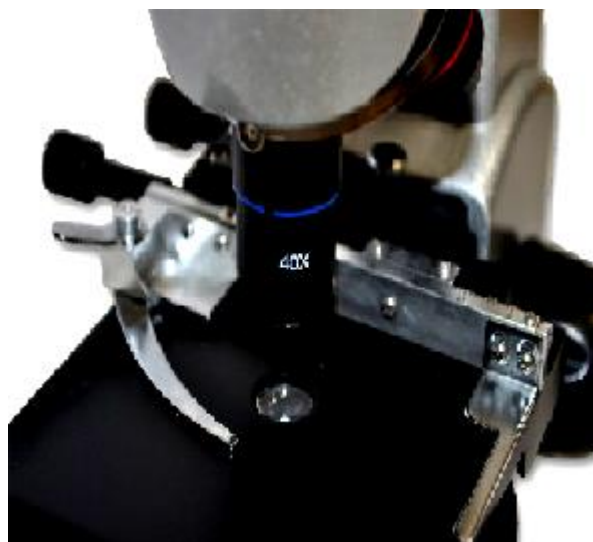
Подключить LCD – дисплей к микроскопу. Для этого:

Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD –дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.

Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.

Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).

Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.



Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.

Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.

Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.

Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.

Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.

Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата. При том же увеличении произведите фотографирование объект – микрометра либо любого другого препарата размеры которого заранее известны (например проволочки известного диаметра). Определите характерные размеры элементов микроструктуры.

Краткое руководство к учебной работе (для ученика)

Исследование микроструктур горных пород



Содержание

1. Введение. Исследование микроструктур	
3	
2. Микроскопическая техника	4
3. Практическая работа « Получение изображений микроструктур горных пород и их анализ»	5

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Введение микроскопа совершенно преобразовало петрографию и дало сильный толчок к поразительно быстрому развитию ее. До этого совершенно пренебрегали минералогическим составом горных пород и ограничивались исследованием только химического состава их. Главная заслуга введения нового метода принадлежит английскому исследователю Сорби. Он впервые исследовал тонкие шлифы горных пород, с помощью оптического микроскопа, и произвел при его помощи целый ряд важных наблюдений. В настоящее время микроскопический метод основан на применении поляризационного микроскопа и кристаллооптическом анализе минералов. Этот метод позволяет изучать мельчайшие минеральные образования, невидимы простым глазом, а также структурно – текстурные особенности пород.

Изучение шлифов является основным методом науки петрографии. Шлиф, тонкая пластинка горной породы или минерала, приклеенная на стекло. Стандартный петрографический шлиф имеет толщину 0,03 – 0,02 мм, приклеенный с помощью специальной смолы (канадский бальзам) на стеклянную пластину и покрытый сверху тонким стеклом. Размер стандартного шлифа примерно 2 - 4 мм. На рис.1 приведено изображение шлифа горной породы на рабочем столе микроскопа и ее микроструктура.

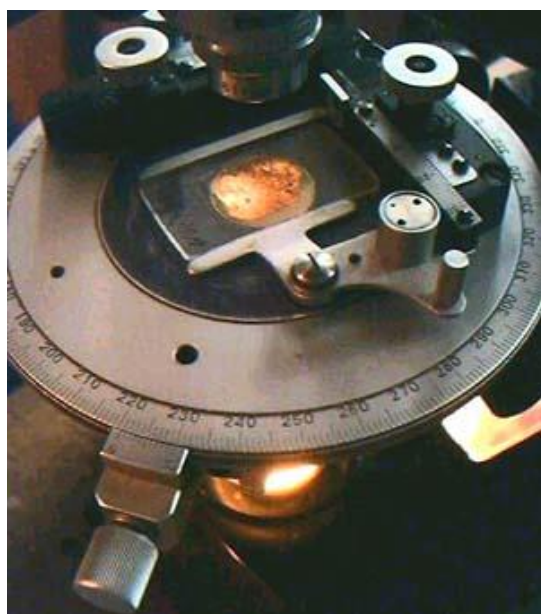


Рис. 1

Примеры изображений шлифов, полученных с помощью оптического микроскопа, приведены на рис.2

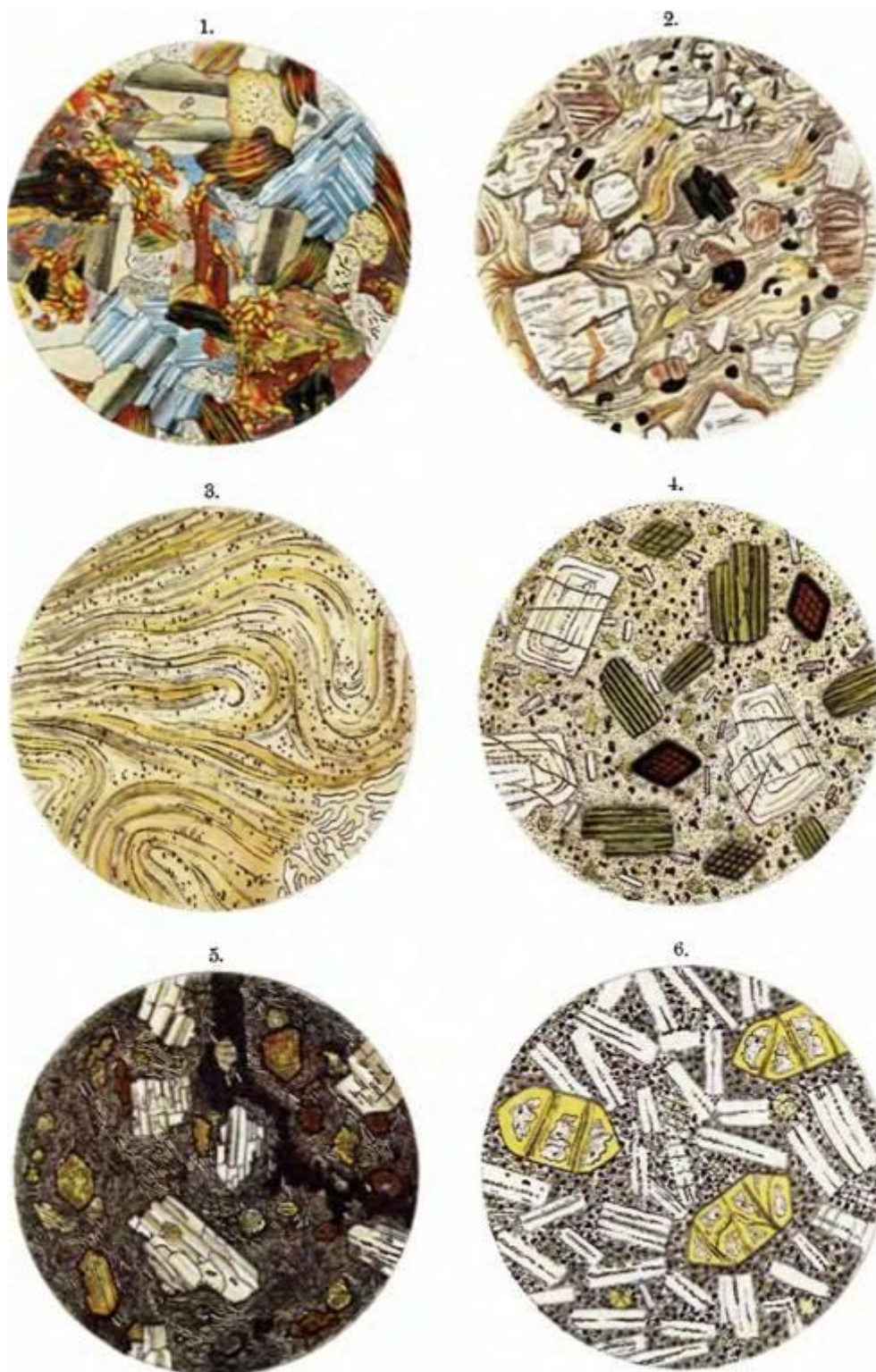


Рис.2 ШЛИФЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД МИКРОСКОПОМ

Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

А. Провести предварительное визуальное наблюдение, предложенных шлифов горных пород.

16. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.
17. Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.
18. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.
19. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4х. Получите и рассмотрите изображение объекта. Смените объектив. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.
20. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.



Б. Вывести изображения шлифа на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD –дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.
2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.
3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).
4. Закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

5. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.
- 6 Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

В. Вывод изображения на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD – дисплея.
2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.
3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.
4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.
5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.
6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата.
7. При том же увеличении произведите фотографирование объект - микрометр, представляющей собой нанесенную на подложку шкалу с ценой деления 00,1 мм.
8. Определите размеры самого большого и самого маленького из наблюдаемого в шлифе минералов по шкале объекта – микрометра.

Краткое руководство к учебной работе
(для ученика)

Изучение микроструктур

ионных кристаллов



Содержание

1. Введение. Исследование микроструктур	3
2. Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»	3
3. Самостоятельная подготовка микропрепарата	5

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Неоднородности структуры как правило имеют микроскопические размеры, поэтому соответствующие разновидности внутренней структуры называются микроструктурами. В металлографии, с точки зрения геометрических параметров, микроструктуры могут различаться по величине, форме и ориентации зерен. Различия в составе характеризуются относительным количеством зерен присутствующих фаз и локальной сегрегацией внутри отдельных зерен. Наиболее характерной особенностью микроструктуры является присутствие внутренних границ, разделяющих зерна в металлах. Внутренние границы – это важнейшая особенность металла, значительно влияющая на его свойства.

Поверхность образцов для таких исследований обычно приготавливается путем резки, шлифовки, полировки и травления. Эти операции достаточно трудоемки и требуют специального оборудования и подготовки.

В данной работе особенности применения светового микроскопа и изучения микроскопической техники иллюстрируются на исследовании биологических объектов. В разделе «Экспериментальные задачи» приведены примеры некоторых задач, которые по силам школьникам, и авторы надеются - вызовут у них интерес и удовольствие от работы с микроскопом.

Кристаллическое и аморфное состояния твердых тел

Твердые тела могут существовать в двух различных состояниях, отличающихся своим внутренним строением, и, соответственно, свойствами. Это кристаллическое и аморфное состояние твердых тел.

Кристаллы – твердые тела, атомы, ионы или молекулы которых образуют упорядоченную периодическую структуру (кристаллическую решетку), причем этот пространственный порядок сохраняется на больших «по атомным масштабам» расстояниях. Если весь кусок вещества представляет собой один кристалл, то такое тело называется монокристаллом или просто кристаллом. В других случаях тело представляет собой множество мелких кристалликов, причудливо сросшихся между собой, например, кусок рафинада. Такие тела называют поликристаллическими.

Кристаллическое состояние характеризуется наличием четко выделяемых естественных граней, образующих между собой определенные углы. Кристаллы могут иметь от четырех до нескольких сотен граней. Но при этом они обладают замечательным свойством – какими бы ни были размеры, форма и число граней одного и того же кристалла, все плоские грани пересекаются друг с другом под определенными углами. Углы между соответствующими гранями всегда одинаковы. Кристаллы каменной соли, например, могут иметь форму куба, параллелепипеда, призмы или тела более сложной формы, но всегда их грани пересекаются под прямыми углами. Грани кварца имеют форму неправильных шестиугольников, но углы между гранями всегда одни и те же – 120° . Упорядоченное расположение атомов сочетается в кристаллах с анизотропией – различием оптических, электрических и механических свойств по разным направлениям. В поликристаллах принято говорить о средних значениях физических величин, поскольку вдоль любого выбранного направления найдутся отдельные кристаллы, как угодно ориентированные внутри тела.

Атомы в кристаллах могут выстраиваться в достаточно причудливые структуры, напоминающие тетраэдры, параллелепипеды, икосаэдры и прочие геометрические фигуры. В науке о кристаллах — кристаллографии — в зависимости от симметрии расположения атомов выделяют 6 кристаллических групп, которые распадаются на 32 класса. В результате получается несколько сотен различных по форме кристаллических тел. Причем на форму

монокристалла влияет не только форма элементарной атомной ячейки, но и те условия, в которых происходит рост кристалла. Кристаллизоваться могут не только простейшие неорганические соединения, но и сложные полимерные и белковые молекулы, а также вирусные частицы. Такого рода молекулярные и биологические кристаллы, конечно же, не отличаются красотой и прочностью «настоящих» твердых кристаллов, но в остальном – подобны им. Самоорганизация неживой материи бывает достаточно необычной и принимает не только форму строгих и ровных кубиков и пирамид, но и причудливых фрактальных (фрактал — сложная геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком.) структур, похожих например, на снежинки.

Второй вид твердого состояния – аморфное состояние. Аморфные вещества (от др. греч. α «не-» и μορφή «вид, форма») не имеют упорядоченной структуры и в отличие от кристаллов не расщепляются с образованием кристаллических граней; как правило они изотропны, то есть не обнаруживают различных свойств в разных направлениях, не имеют определённой точки плавления.

Некоторые вещества могут находиться в любом из этих двух состояний. Например, если расплавить кристаллический кварц (температура плавления около 1700° С), то при охлаждении он образует плавленый кварц с другими физическими свойствами, одинаковыми по всем направлениям. Аморфное состояние - неустойчивое состояние твердых тел. Будучи предоставлены сами себе, они стремятся со временем перейти в кристаллическую форму, хотя этот процесс может занимать большой промежуток времени - годы и даже десятилетия.

Кристаллизация из растворов

Под кристаллизацией из растворов подразумевается рост кристалла соединения, химический состав которого заметно отличается от химического состава исходной жидкой фазы.

Растворителями могут быть вода, многокомпонентные водные и неводные растворы, расплавы каких-либо химических соединений.

Кристаллизацию из растворов можно осуществлять за счет изменения температуры раствора, за счет изменения состава раствора, а также использовать кристаллизацию при химической реакции. В методе кристаллизации при испарении растворителя пересыщение создается за счет увеличения концентрации растворенного вещества при испарении растворителя до значений, превышающих равновесное. Процесс осуществляется при постоянной температуре.

Поваренная соль

Бесцветные ионные кристаллы поваренной соли имеют форму куба (рис. 1). Многие кристаллы имеют внутри полости, заполненные раствором, из которого соль выкристаллизовалась. Чем крупнее кристаллы, тем больше в них жидкости. Поэтому даже совершенно сухая с виду поваренная соль, особенно крупная, трещит и «разбрызгивается», если её бросить на горячую сковороду: вскипающая вода «взрывает» кристаллы. Одновременно с кубическими кристаллами существуют кристаллы, имеющие форму пирамид.

Перманганат калия KMnO_4

Кристаллы обычной марганцовки имеют игольчатую форму (рис. 2).

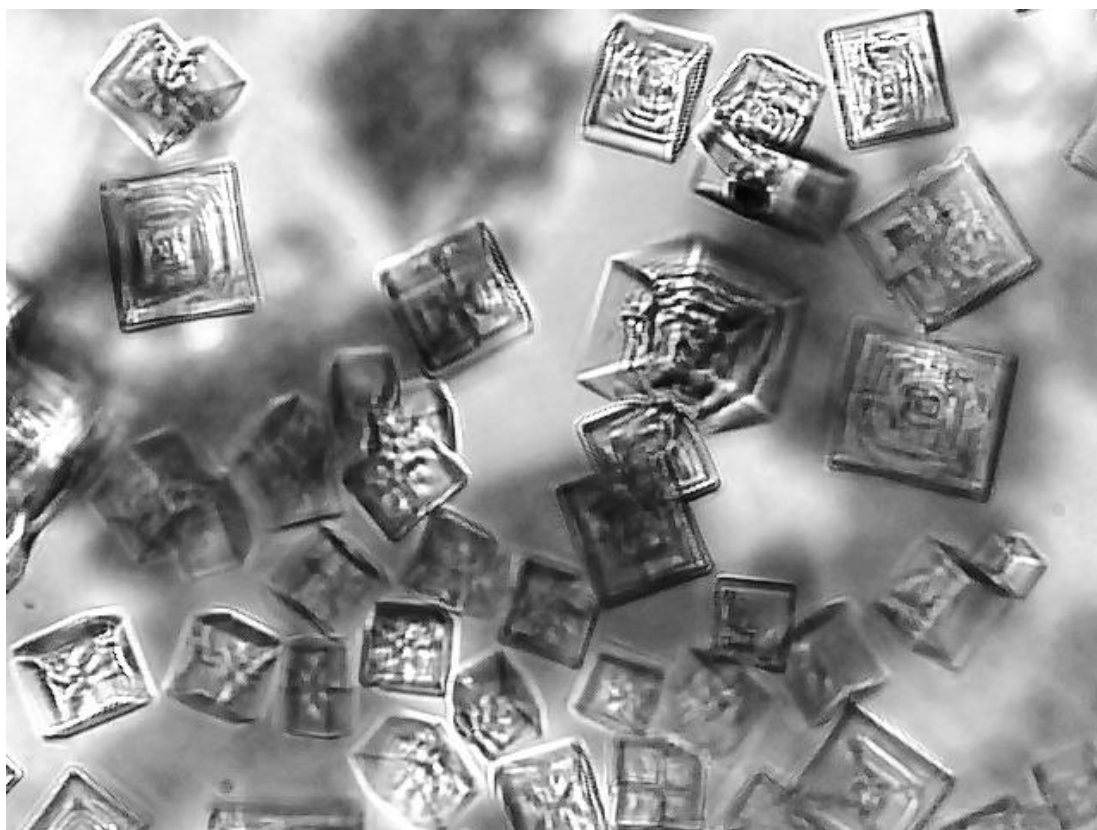


Рис.1



Рис. 2

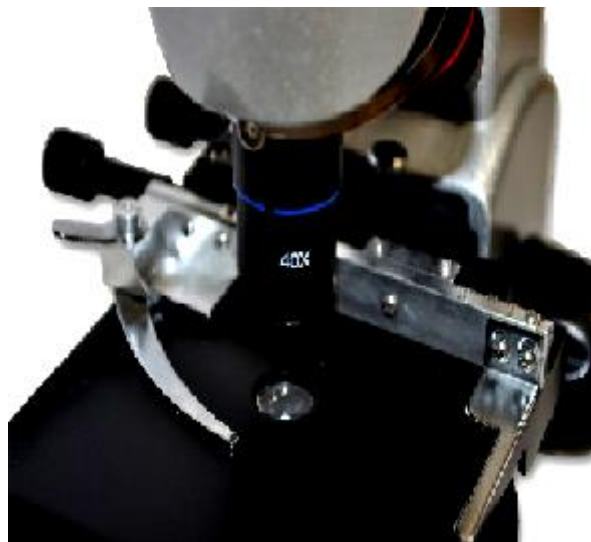
Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

А. Получение и предварительный просмотр изображений микропрепаратов:

1. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.

Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.

2. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.



3. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4x. Получите и рассмотрите изображение объекта. 4. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.

Б. Вывод изображения микропрепаратов на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD – дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.
2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.
3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).

4. Закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.

Плавнo поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.

5. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.

В. Вывод изображения на компьютер.

1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.

2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.

3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появиться иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.

4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.

5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появиться новое устройство Standart Camera.

6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата. Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

7. При том же увеличении произведите фотографирование объект - микрометр, представляющей собой нанесенную на подложку шкалу с ценой деления 00,1 мм.

8. Определите размеры самого большого и самого маленького из наблюдаемого в микропрепарате объекта по шкале объекта – микрометра.

Самостоятельная подготовка микропрепарата

После ознакомления с работой на микроскопе попробуйте самостоятельно подготовить микропрепарат для исследования. Для этого осуществите следующие операции:

14. В качестве объекта исследования выберите кристаллы поваренной соли и перманганата калия, полученные из их водных растворов.
15. Убедитесь, что предметное и покровное стекла чистые. Если на них есть пыль, сотрите пыль бумажной салфеткой круговыми движениями пальцев.
16. Нанесите на предметное стекло пипеткой каплю насыщенного раствора поваренной соли или перманганата калия.
17. Рассмотреть микроструктуру образца и сфотографировать полученные изображения кристаллов. Определите характерные размеры кристаллов.
18. Для сохранения, анализа и обсуждения изображения микроструктуры можно воспользоваться стандартными технологиями передачи (например, через интернет) изображения.

План урока

1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -20 мин):

Принцип работы оптического микроскопа. Основные узлы характеристики микроскопа. Получение изображений микроструктур при различных увеличениях. Последовательность операций при подготовке микропрепаратов для их исследования с помощью микроскопа.

3) Ознакомление с устройством цифрового микроскопа EULER Clever (5-10 мин).

4) Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

Краткое руководство к учебной работе (для ученика)

Изучение микроструктур металлов



Содержание

1. Введение. Исследование микроструктур	2
2. Микроскопическая техника	3
3. Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»	8

Введение. Исследование микроструктур

Практическая доступность оптического (светового) микроскопа сохраняет его незаменимость в биологии для знакомства с клетками и тканями, познанию локализации в них различных структур, в металловедении - для исследования структуры металлов и сплавов, в петрографии – для изучения минералогического состава горных пород и т.д.

Металлография — направление в металловедении, классический метод исследования и контроля металлических материалов, подготовка и изучение строения структуры шлифа обычно с помощью микроскопии. Структуру выявляют с помощью травления, либо среза, шлифования и полирования образца.Metallography began to develop more than 200 years ago. The first experiments were carried out by Reomюр (1683—1757). By etching he recognized different types of steel. Macrostructural findings he carried out without optical auxiliary means. In Russia the first metallographic studies of iron and its alloys were carried out by Anosov P.P. (1799—1851). Working at the Zlatoust metallurgical plant (1830—1835), P. P. Anosov used a microscope to study the structure of steel and its changes after forging and heat treatment and established the existence of a connection between structure and properties of steel. It is precisely these years that can be considered the beginning of the birth of metallography in Russia. The foundations of scientific metallurgy, within which metallography exists, were laid by the Russian metallurgist D. K. Chernov, who discovered the dependence of the properties of steel on the temperature of heating and cooling, revealed the interrelationship of structure and properties of steel. In 1878 Chernov D. K. presented his views on the mechanism of crystallization of steel. (More details see in the article Metallurgy)

Неоднородности структуры как правило имеют микроскопические размеры, поэтому соответствующие разновидности внутренней структуры называются микроструктурами. В металлографии, с точки зрения геометрических параметров, микроструктуры могут различаться по величине, форме и ориентации зерен. Различия в составе характеризуются относительным количеством зерен присутствующих фаз и локальной сегрегацией внутри отдельных зерен. Наиболее характерной особенностью микроструктуры является присутствие внутренних границ, разделяющих зерна в металлах. Внутренние

границы – это важнейшая особенность металла, значительно влияющая на его свойства.

Поверхность образцов для таких исследований обычно приготавливается путем резки, шлифовки, полировки и травления. Эти операции достаточно трудоемки и требуют специального оборудования и подготовки.

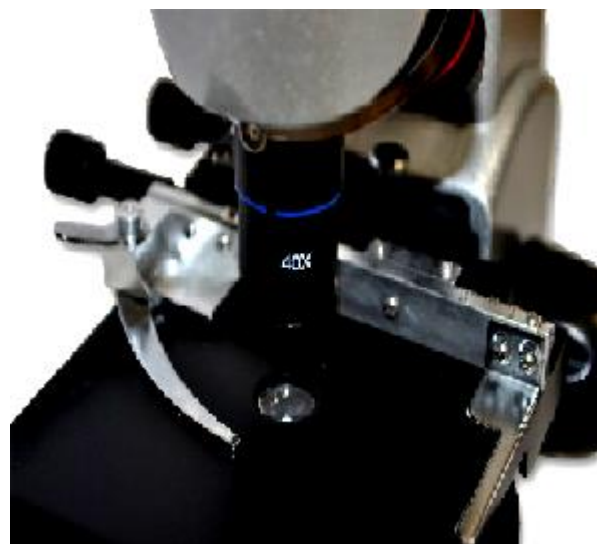
В данной работе особенности применения светового микроскопа и изучения микроскопической техники иллюстрируются на исследовании шлифов металлов

Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ»

Получите шлиф доэвтектической стали.

А. Предварительный просмотр шлифа.

21. Снять LCD –дисплей с микроскопа, ослабив винт на окулярной трубке.
22. Вставить в окулярную трубку специальный переходник, закрепить его крепежным винтом, а затем вставить в переходник оптический окуляр.
23. Выбрать микропрепарат из готового набора и закрепить микропрепарат в препаратодителе на предметном столике.
24. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4х. Получите и рассмотрите изображение объекта. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.
25. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях.



Б. Вывод изображения микроструктуры образца на LCD –дисплей.

1. Снимите переходник с окулярной трубки и закрепите на ее окончании LCD – дисплей. Дисплей закрепляется на окулярной трубке специальным крепежным винтом.

2. Вставьте разъем питания дисплея в специальное гнездо питания на микроскопе под окулярной трубкой.
 3. Включить дисплей путем нажатия кнопки включения (обозначена значком включения питания – окружность с пересеченной верхней дугой).
 4. Закрепить микропрепарат в препаратоводителе на предметном столике.
 5. Плавно поднимая предметный столик, произвести фокусировку на объект исследования, осуществив его поиск с помощью наименьшего объектива – 4 крат. Получите и рассмотрите изображение объекта.
 6. Переставляя на револьверном устройстве объективы от меньшего к большему, рассмотреть изображения микропрепарата при больших увеличениях. После смены объектива необходимо заново проводить процедуру фокусировки на объект исследования.
- В. Вывод изображения микроструктуры образца на компьютер.
1. Подключите микроскоп к компьютеру посредством кабеля mini-USB через порт мини-USB, расположенный в нижней части LCD –дисплея.
 2. Вставьте диск с программным обеспечением в дисковод компьютера или ноутбука, откройте его.
 3. Произведите установку программного обеспечения из папки Arcsoft. После правильной установки на рабочем столе появится иконка программы WebCam Companion. Эта программа понадобится для просмотра изображения (захват видео в реальном времени) и для фотографирования объекта исследования.
 4. Произведите установку программного обеспечения из папки Driver.
 5. Подключите микроскоп с помощью кабеля в порт USB. Произойдет автоматическая установка драйвера устройства. После правильной установки в диспетчере устройств появится новое устройство Standart Camera.
 6. Запустите программу WebCam Companion и осуществите просмотр и фотографирование микропрепарата.

7. При том же увеличении произведите фотографирование объект - микрометр, представляющей собой нанесенную на подложку шкалу с ценой деления 0,1 мм.
8. Определите размеры самого большого и самого маленького из наблюдаемого в микропрепарате объектов по шкале объекта – микрометра.
9. Определите соотношение фаз по фотографии микрошлифа. Для этого проводим на микрофотографии отрезок прямой так, чтобы пересекал несколько структурных элементов. Этот отрезок поделится отдельными зернами структуры на ряд отрезков. Суммарная длина отрезков, которые приходятся на каждую фазу отдельно, пропорциональна площади фаз и согласно принципа Кавальери - объёмам фаз. Длину отрезков измеряют масштабной линейкой на матовом стекле микроскопа или при помощи окуляр-микрометра непосредственно в поле зрения.

Основной принцип, на котором базируется относительное содержание фаз в многофазных сплавах, заключается в том, что объемная доля данной фазы равна относительной площади, занимаемой этой фазой в произвольном плоском сечении образца, а также доле ее на произвольной линии, проходящей через центр образца сплава.

Методы анализа площадей основывается на измерении площади, занятой исследуемой фазой на плоском сечении сплава. Объемная доля фазы P_α определяется как

$$P_\alpha = A_\alpha / A,$$

где A_α – площадь, занятая фазой α , и A – вся исследуемая площадь. Измерение площадей может осуществляться различными методами – от вырезания площади второй фазы из микрофотографии и взвешивание ее, до определения фактической площади при помощи планиметра.

В основе линейного анализа лежит то положение, что относительная длина отрезков (линии), пересекающих исследуемую область микроструктуры и падающих на участки данной фазы, равна объемной доли этой фазы $P_\alpha = L_\alpha / L$.

Здесь L_α – суммарная длина отрезков случайной секущей линии, проходящих через участки данной фазы α , а L – полная длина секущей линии, проходя-

щей через исследуемое поле. В этом случае важно чтобы секущая линия пересекала структуру, типичную для всего образца.

План урока

1) Объяснение правил техники безопасности при выполнении работ в лаборатории. Оформление журнала по технике безопасности (5 -10мин).

2) Объяснение основных положений учебного материала (10 -20 мин):

Принцип работы оптического микроскопа. Основные узлы характеристики микроскопа. Получение изображений микроструктур при различных увеличениях. Последовательность операций при подготовке микропрепаратов для их исследования с помощью микроскопа.

3) Ознакомление с устройством цифрового микроскопа EULER Clever (5-10 мин).

4) Практическая работа « Получение изображений микроструктур и их анализ» на микроскопе EULER Clever.