

5
8146

а-192097

ДЕП

МОСКОВСКИЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Н. Т. РАДЦИГ.

МИКРОСКОП

ПОСОБИЕ ДЛЯ ПЕРВОГО ЗНАКОМСТВА С НИМ.

2004
Р-1
D-

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ПОЯСНИТЕЛЬНЫЙ

Москва ☆ 1929.

1934

Б С
Дзяржаўная бібліятэка
імя В. І. Леніна
1934

МИКРОСКОП.

(Пособие для первого знакомства с ним).

Настоящее пособие не имеет в виду всестороннего изложения основных данных об устройстве микроскопа с точки зрения физики, а преследует более ограниченную цель и предназначается специально для учащихся Фарматехникумов, которые при самом начале своих занятий по ботанике должны вести работу с микроскопом. Для них знание устройства микроскопа и умение обращаться с ним является делом первостепенной важности. Однако, принимая во внимание общую слабость их подготовки в области физики, преподаватель не может рекомендовать им пособий, требующих более или менее глубокого знакомства с законами физики. Вследствие этого пособия, существующие на русском языке*), оказываются слишком трудными для учащихся Фарматехникума, так как предназначаются преимущественно для студентов ВУЗов и содержат много подробностей. Вот этот пробел в нашей учебной литературе и стремится восполнить настоящая книжка.

-
- *) 1. Саватеев, А. И. Микроскоп, его устройство и обращение с ним. Госуд. Техн. Изд. Москва. 1926 г.
2. Огнев, И. Ф. Микроскоп и первые работы с ним. Гос. Изд. Москва.
3. Циммерман. Микроскоп. Пер. д-ра Ильина. СПб. 1896 г.
4. Карпов, В. П. Очерк общей теории микроскопа. Москва. 1907 г.
5. Кульчицкий, Н. К. Учение о микроскопе. Харьков. 1909 г.

1. УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА.

Серьезное изучение ботаники не возможно без предварительного знакомства с тем инструментом, посредством которого можно на конкретном материале видеть строение тела растения. Таким инструментом является микроскоп. Для того, чтобы достигать через него необходимых результатов и чтобы при работах с ним предохранить его от возможности повреждения, нужно хорошо знать его устройство и назначение отдельных его частей.

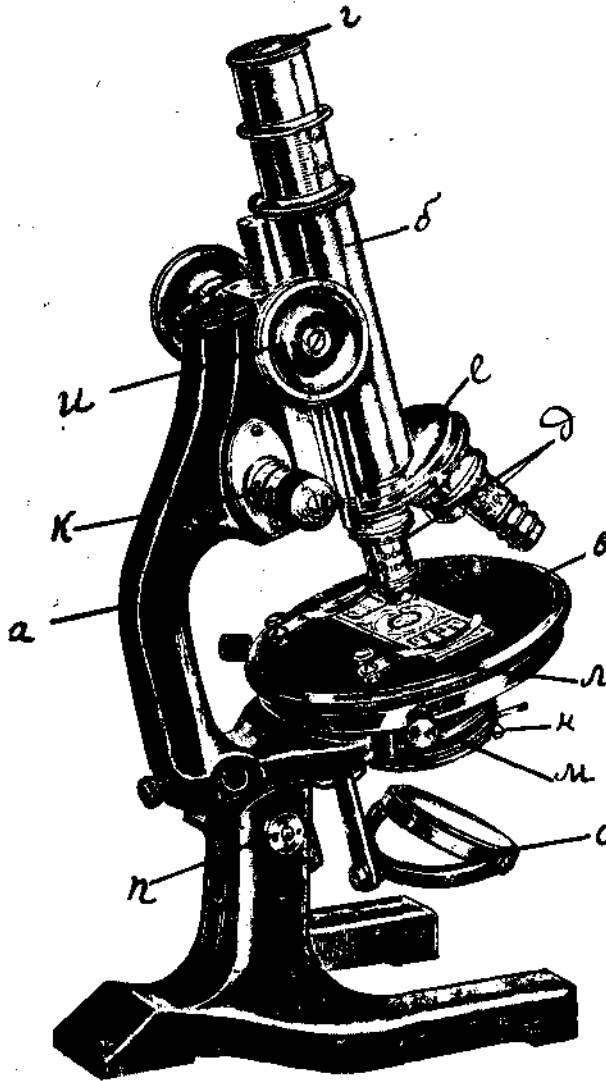


Рис. 1. Микроскоп фирмы Reichert.

Микроскоп (рис. 1) состоит из штатива (а) с ножками, трубы (б), в которой находятся оптические части, и столика (в). Штатив (а) делается обыкновенно очень массивный, тяжелый — для того, чтобы микроскоп был устойчивым. Обычно ножки штатива имеют подковообразную форму; верхняя часть штатива имеет выгиб, за который можно брать и переносить микроскоп. К штативу прикреплена подвижная длинная труба или tubus (б) микроскопа, сделанная из меди. В очень простых микроскопах (рис. 2) эта трубка простая, ординарная (а) и вставлена в особую муфту (б), которая привинчена к перекладке штатива. В больших микроскопах это двойная трубка, состоит из двух частей, так что можно ее удлинить, вытягивая верхнюю половину из нижней. С удлинением трубы увеличивается изображение рассматриваемого объекта. На обоих концах трубы микроскопа находятся системы стекол. В верхний конец трубы вставлена система

стекел, называемая „окуляр“ (2). Эта система оптических чечевиц

вставлена в латунную оправу. Название окуляр происходит от латинского слова *oculus*, что значит глаз. При работах с микроскопом смотрят в окуляр; отсюда и название тех оптических линз, которые находятся в верхней части трубы. Окуляр (рис. 3) состоит из пары линз, заключенных в короткую латунную трубку. Одна линза находится в верхней части окуляра—это глазная линза, она плоско-выпуклая и своей плоской стороной обращена к глазу наблюдателя. Другая линза находится на противоположной стороне окуляра; она тоже плоско-выпуклая и плоской стороной обращена вовнутрь латунной оправы. Между этими линзами внутри оправы находится перегородка с широким отверстием; это—диафрагма окуляра. Обе линзы окуляра могут вывинчиваться из своей оправы. На верхней части окуляра мы находим цифры—I, II, III, IV и V или 1, 2, 3, 4, 5 и т. п. Эти цифры обозначают силу увеличения окуляров. При этом окуляр I дает меньшее увеличение, чем окуляр II; II < III-го, III-й < IV-го и т. д., т. е. чем меньше цифры, тем окуляр дает меньшее увеличение. Сравнивая окуляры данного микроскопа по длине оправ, можно заметить, что, чем он короче, тем он дает большее увеличение. На нижнем конце трубы микроскопа ввинчена другая система стекол, называемая „объектив“ (рис. 1). Это название дано потому, что объектив обращен к рассматриваемому предмету (объект). Объектив состоит из медной оправы (рис. 4 а, б), внутри которой заключены несколько линз, при чем сама оправа состоит из нескольких меньших оправ, навинченных одна на другую. Внутри этих оправ находится несколько линз. при чем величина их незначительна. Самая нижняя линза объектива своей величиной определяет увеличение объектива. Чем она меньше, тем увеличение объектива больше. Поэтому в наиболее сильных объективах она очень незначительна по величине и поверхность ее близка к шарообразной. Чем длиннее оправа объектива

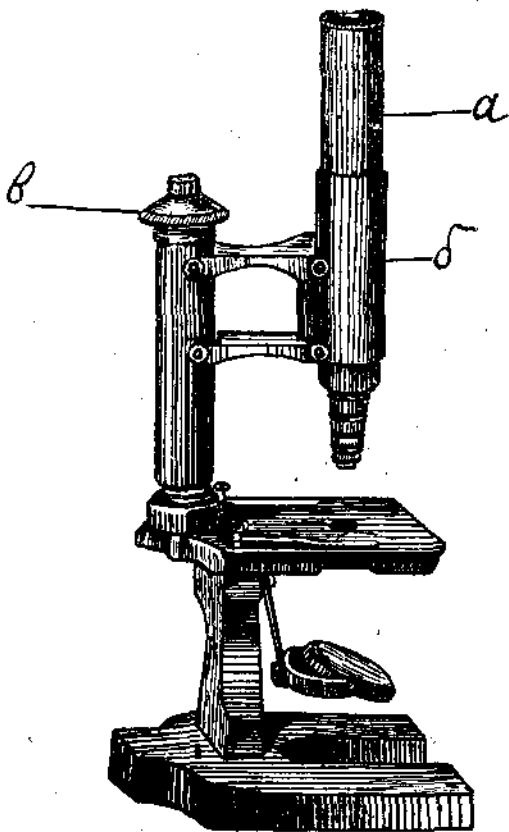


Рис. Образец простого микроскопа.

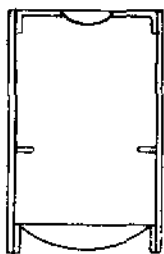


Рис. 3. Окуляр.

и поверхность ее близка к шарообразной. Чем длиннее оправа объектива

данного микроскопа, тем большее увеличение дает об'ектив, т.е. обратно окуляру.

На оправках об'ектива можно также найти выгравированные начальные буквы: A, B, C, D, DD и т. п. или цифры и чем дальше буква в алфавите или больше цифра, тем большую силу имеет об'ектив. Если на об'ективе стоит, напр., 7a, а на другом 7b, то об'ектив 7a < 7b. Так как получение сильных об'ективов сопряжено с трудностями получения передней маленькой линзы об'ектива, то самой дорогой и ценной частью в микроскопе является как раз об'ектив. Так же, как и окуляр, об'ектив должен быть всегда чистым; поэтому время от времени надо протирать его переднюю линзу. Совершенно недопустимо развинчивать его составные мелкие оправы, в виду легкой возможности повреждения линз и нарушения их центрирования. При протирании надо употреблять совершенно чистую, стиранную, мягкую тряпочку. При работах с едкими веществами, например, с кислотами, надо очень следить за тем, чтобы на об'ективы не попадали эти вещества.

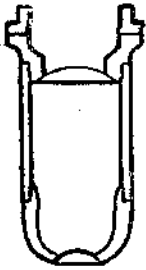


Рис. 4а.
Об'ектив № 3.

Наибольшее увеличение дает об'ектив, который носит название „иммерсионного“ об'ектива или „погруженного“ об'ектива, так как при работах с таким об'ективом нужно погружать его в каплю воды или масла (кедрового). Эту каплю воды или масла кладут на верхнее, так называемое покрывное стекло препарата. Таким погружением передней линзы иммерсионного об'ектива в каплю масла (или воды) достигают прямого направления лучей. Они не преломляются, например, при переходе из стеклянной среды препарата в масляную среду капли, а идут прямолинейно, как по однородной среде. Это происходит потому, что показатели преломления стекла и кедрового масла почти одинаковы. Показатель преломления стекла = 1,53; показатель преломления кедрового масла = 1,51; показатель преломления воды = 1,33; показатель же преломления воздуха = 1,0. Показатель преломления воздуха, как видно, существенно отличается от показателя преломления стекла. Поэтому, если на пути лучей, вышедших из стекла, встречается воздушная среда, то происходит значительное отклонение в сторону; если же из стекла лучи попадают в кедровое масло, то такого отклонения не будет или, если капля водная, будет отклонение незначительное. В таких системах, в которых лучи попадают в об'ектив без предварительного преломления мы достигаем при огромнейшем увеличении достаточного освещения, несмотря на малые размеры передней линзы.

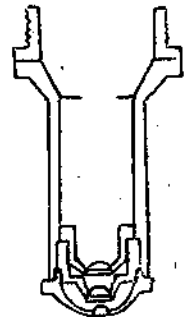


Рис. 4б.
Об'ектив № 7.

При сравнении с обычными „сухими“ об'ективами иммерсионный об'ектив отличается еще большей длиной своей оправы и крайне незначительной величиной своей передней линзы. На оправках иммерсионных систем находим такие цифры: $\frac{1}{12}$; $\frac{1}{16}$; $\frac{1}{18}$ (длина фокусного расстояния, выраженная в долях дюйма).

Объективы к трубке обыкновенно привинчиваются. Поэтому на нижнем конце трубы микроскопа находятся соответствующие винтовые нарезки. Если требуется переменить один объектив на другой, вывинчивают первый и ввинчивают второй, предварительно приподнимая трубу.

В лучших микроскопах на конце трубы находится особое приспособление, называемое „револьвер“ (рис. 1е). Он состоит из двух металлических слегка вогнутых кружков, из которых один неподвижный, а другой можно вращать вокруг вертикальной оси. В подвижном диске есть два, три или четыре отверстия с винтовыми нарезками, куда ввинчиваются объективы. Вращая рукой подвижной диск, можно без всяких трудностей подводить нужный объектив под нижний конец трубы (при этом бывает слышно легкое защелкивание).

Трубу микроскопа вместе с окуляром и объективом можно поднимать и опускать. В простых микроскопах (рис. 2) это поднимание и опускание производят очень элементарно. Берут в правую руку трубу микроскопа, левой придерживают микроскоп и затем слегка надавливают, чтобы опустить, или вытягивают трубу, чтобы поднять; при этом делают винтообразные движения этой трубой в муфте. В лучших микроскопах это поднимание и опускание трубы производят особым винтом, так называемым макрометрическим винтом или кремальерой. Макрометрический винт или кремальера (рис. 1и) состоит в своей основе из зубчатого колеса, который касается особых нарезок на задней стороне трубы. Двигая макрометрический винт в ту или другую сторону, мы заставляем зубцы колеса цепляться за нарезки трубы микроскопа и тем самым передвигать трубу вниз или вверх. Таким передвижением с помощью кремальеры достигается грубая установка трубы. Другой винт, так называемый „микрометрический“ (рис. 1к) позволяет добиваться точной установки трубы, позволяет передвигать трубу на очень незначительную величину, едва уловимую глазом. Устройство микрометрических винтов у микроскопов бывает различное. Эти винты бывают или вертикальные (рис. 2в) или горизонтальные (рис. 1к), но сущность их всех сводится к следующему: в каждом таком винте есть пружина, которая может сжиматься или обратно выпрямляться, а за такими изменениями пружины следует изменение в положении трубы микроскопа. Микрометрический винт требует очень аккуратного обращения с собою. Рекомендуется в целях сохранения его не вращать его в одну сторону более, чем на один оборот.

К штативу прикреплен столик (рис. 1в) микроскопа, на который кладут предмет для рассматривания. Столики бывают круглые или четырехугольные с отверстием по середине. В хороших микроскопах они делаются подвижными. Подвижность их зависит от двух винтов, находящихся на их краю. Передвижение столиков очень незначительное — направо, налево, взад и вперед. На столиках от некоторых веществ, напр. кислот, щелочей и т. п., остаются светлые пятна, поэтому при работах с ними нужно быть особенно аккуратным.

На столике находим два стальных зажима — клеммы (рис. 1л), которые защелкивают так называемое предметное стекло.

Под столиком мы находим: конденсатор (рис. 1 м), диафрагму (н), зеркальце (о) и шарнир (п), позволяющий перегибать назад верхнюю часть штатива.

Конденсатор (м) (сгуститель лучей) или осветитель представляет собою несколько чечевиц в особой оправе. Конденсаторы простой конструкции состоят из двух чечевиц; конденсаторы более сложного строения имеют три или больше стекол внутри своей оправы. Назначение конденсатора—собирать лучи света и густым пучком направлять их в отверстие столика для освещения предмета. Конденсатор обычно вставлен в особое кольцо, которое можно отводить в сторону, если нет надобности в конденсаторе. Высоту конденсатора относительно предметного столика надо регулировать при работах с микроскопом, иначе в поле зрения будет видно отражение окна комнаты; для этого около конденсатора есть боковой винт. Винт позволяет поднимать и опускать конденсатор.

Важную принадлежность столика представляет диафрагма, при помощи которой изменяется диаметр пучка лучей, идущих от зеркала. Диафрагма представляет собою отверстие, которое может различаться по диаметру и, следовательно, может пропускать то более широкий, то более узкий пучок световых лучей. В очень простых микроскопах, где нет конденсатора, диафрагма имеет вид маленького цилиндрика (рис. 5). Таких цилиндриков при микроскопе бывает несколько и,



Рис. 5. Диафрагма-цилиндрик.

смотря по тому, какая диафрагма нужна в данном случае, ту и вставляют в отверстие столика. В других микроскопах для более легкой перемены одной диафрагмы на другую под столиком устроена вращающаяся круглая пластинка (рис. 6) с отверстиями различного диаметра. Поворачивая эту пластинку рукой, подводят желаемое отверстие диафрагмы под отверстие столика микроскопа. В хороших микроскопах обыкновенно бывает так называемая диафрагма-ирис (рис. 7). Она

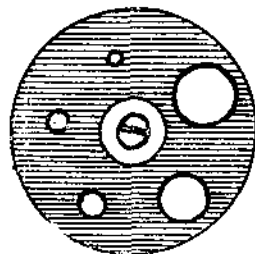


Рис. 6. Диафрагма-вращающаяся пластинка.

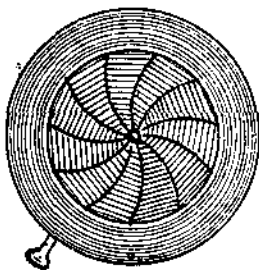


Рис. 7. Диафрагма-ирис.

состоит из налагающихся друг на друга стальных сегментов. При помощи особого штифтика эти сегменты могут так отодвигаться один от другого, что по середине получаются отверстия различных диаметров. Легко убедиться на опыте, что величина отверстия в диафрагме очень влияет на ясность и отчетливость контуров препарата. В общем, чем сильнее увеличение, тем меньше должна быть диафрагма.

В нижней части штатива мы находим зеркальце (рис. 1 о), имеющее одну сторону плоскую, а другую — вогнутую. От плоского зеркала лучи света отражаются параллельно, а от вогнутого — сходящимся пучком. Зеркальце может перемещаться во всевозможных направлениях. При образовании ско-

рис. 6

дящегося конуса получается пересечение всех отраженных от зеркала лучей в фокусе, где будет, следовательно, наиболее сильное освещение. Кривизна вогнутого зеркала так рассчитана, чтобы фокус приходился как раз на препарате. Плоским зеркалом пользуются при конденсаторах, которые превращают параллельный пучок лучей в сходящийся и притом так, что фокус тоже приходится в препарате.

Мы пользуемся микроскопами, которые изготавливают различными заграничными фирмами; микроскопы разных фирм в деталях своих частей не одинаковы. Наиболее распространенные микроскопы следующих фирм: Zeiss (Berlin), Leitz (Berlin, Wetzlar), Reichert (Wien), Kraus (Paris).

2. ХОД ЛУЧЕЙ В МИКРОСКОПЕ.

Нужна известная привычка, чтобы рассматривать обратное изображение предмета в микроскопе, так как правая сторона объекта будет под микроскопом левой стороной, левая — правой; часть предмета, лежащего в поле зрения ближе к наблюдателю, на самом деле лежит на предметном стекле дальше от него. Для понимания этого нужно обратиться к ходу лучей в микроскопе.

Лучи света, отброшенные вогнутым зеркалом или прошедшие через конденсатор от плоского зеркала, попадают сходящимся пучком в отверстие столика. Диафрагма не пропускает части боковых лучей, наиболее отклоненных; от этого получается более резкое изображение. Лучи попадают на предмет и, проходя через все точки его, преломляются в объективе, после чего идут дальше и дают изображение предмета. На рис. 8 рассматриваемый объект АВ лежит перед объективом вблизи его фокуса, несколько за ним (в той плоскости, где он лучше всего виден). Изображение предмета АВ от объектива получается по другую сторону объектива (действительное), увеличенное и перевернутое — V_1A_1 . Это изображение предмета V_1A_1 , полученное объективом, должно расположиться очень близко к глазной линзе окуляра (ближе, чем ее фокус), но, вследствие предварительного прохождения лучей через нижнее стекло окуляра, оно перемещается несколько ниже в плоскость диафрагмы окуляра — V_2A_2 . Это изображение V_2A_2 , лежащее в плоскости диафрагмы окуляра, рассматривается глазной линзой окуляра, как обыкновенной лупой. Всякая лупа дает изображение предмета прямое, увеличенное и мнимое (т. е. расположенное в той же стороне, где находится самый предмет). Поэтому изображение V_2A_2 теперь этой глазной линзой окуляра увеличивается, как лупой: получается новое изображение V_3A_3 на таком расстоянии от глаза наблюдателя, на котором нормальные глаза сами его поместили бы, чтобы лучше рассмотреть. Это расстояние называется расстоянием нормального зрения; оно равно 250 мм. Если примем, что глаз находится в точке D (рис. 8), это расстояние будет равно расстоянию от D до V_3A_3 . На рис. 8 видно, что окуляр, рассматривая изображение объектива, делает его еще больше, но уже не переворачивает. Окуляр увеличивает не предмет, а изображение предмета, полученное объективом. Поэтому только то, что есть в этом изображении объектива, будет увеличено, растянуто окуляром. Чего-нибудь

нового в строении рассматриваемого объекта окуляр не дает видеть;

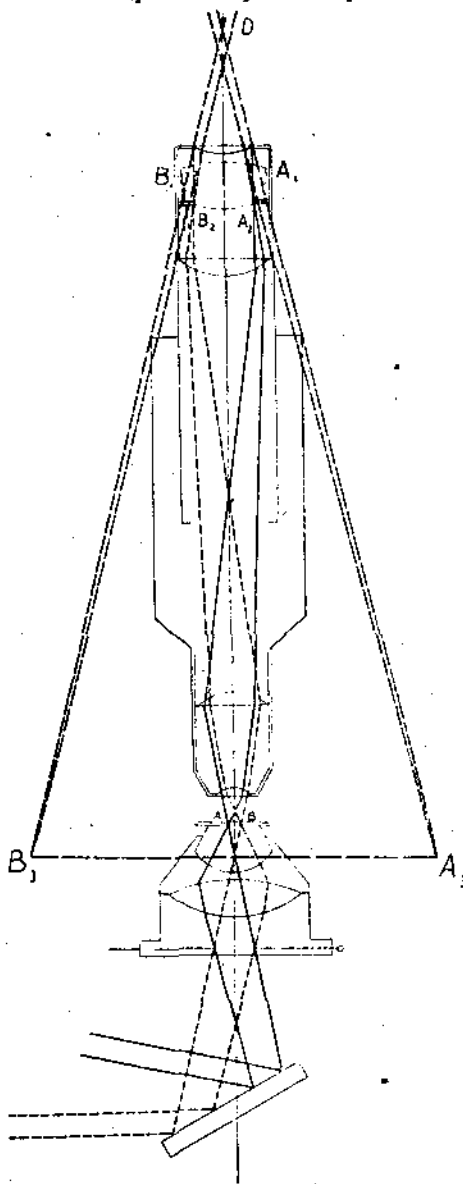


Рис. 8. Ход лучей в микроскопе.

другими словами, меняя окуляр с меньшим увеличением на окуляр с большим увеличением, мы не получаем новых подробностей микроскопической картины, но видим все то же, что и раньше, только в увеличенном масштабе, причем (при окулярах №№ 4 и 5) лучше заметны все недостатки изображения объектива *).

Истинное увеличение предмета АВ, лежащего на предметном стекле на столике микроскопа будет, очевидно, равно увеличению, построенному объективом (оно обратное) V_2A_2 , которое еще раз увеличивается окуляром (оно прямое) — V_3A_3 . Обозначая через V — увеличение, можно написать:

$$V \text{ микр.} = V \text{ об.} \times V \text{ ок.}$$

По закону физики $V \text{ об.} = \frac{L}{f \text{ об.}}$, где L — длина трубы микроскопа, обычно равная 160 мм. (у микроскопов Reichert); а $f \text{ об.}$ — фокусное расстояние передней линзы объектива; $V \text{ ок.} = \frac{250}{f \text{ ок.}}$, где 250 мм.

— расстояние, принятое для нормального зрения, а $f \text{ ок.}$ — фокусное расстояние глазной линзы окуляра,

$$\text{Следовательно, } V \text{ микр.} = \frac{L \cdot 250 \text{ мм.}}{f \text{ об.} \cdot f \text{ ок.}} = \frac{160 \cdot 250}{f \text{ об.} \cdot f \text{ ок.}}$$

*) В этом можно убедиться, взяв для наблюдения, напр., кремнистый панцирь диатомей — *Pleurosigma angulatum*. Рассматривая его при различных увеличениях объектива, при более сильном мы будем замечать новые особенности его рисунка. Так, при слабом объективе № 3 рисунок имеет вид ряда черточек, если же мы смотрим через объектив с большим увеличением, напр., объектив № 7, эти черточки представляются уже в виде мелких шестиугольников, расположенных в ряд. Наоборот, если будем менять только объективы, оставляя слабый объектив, напр. № 3, этой детали в рисунке диатомей мы не заметим.

По этой формуле составлены таблицы увеличения самых распространенных объективов и окуляров микроскопов различных фирм, обычно помещаемые в ящиках при микроскопах.

Ниже показана одна из таких таблиц микроскопов фирмы Reichert для окуляров и объективов различной силы:

№№ объективов	Окуляры		
	II	IV	V
3	50	90	130
7a	300	540	780
1/12 (иммерс.) . . .	505	910	1315

(при условии, если $tubus = 160$ мм. и расстояние нормального зрения $= 250$ мм).

3. ОБРАЩЕНИЕ С МИКРОСКОПОМ.

Приступая к работе с микроскопом, ставят микроскоп перед собой ножками вперед против источника света (окно с рассеянным освещением или электрическая лампочка). Затем вставляют нужный окуляр в верхнюю часть трубы и привинчивают все объективы к револьверу, а под трубу микроскопа подводят нужный объектив — всегда сначала объектив со слабым увеличением. После этого берут обоими руками зеркальце, обратив его, если нет конденсатора, вогнутой стороной к свету, а если есть конденсатор, то плоской стороной к свету и двигают его, все время изменяя его положение так, чтобы лучи света, отраженные от зеркала, попали в отверстие столика микроскопа. При наведении на свет нужно все время смотреть в трубу через окуляр и вращать зеркало до тех пор, пока не получится хорошее, равномерное, яркое освещение так называемого „поля зрения“, т.-е. той площади круга, которая видна под микроскопом. После того, как наблюдатель навел микроскоп на свет, переставлять его на другое место нельзя.

В любом микроскопе мы можем наблюдать только такой предмет, через который лучи света могут проходить, т.-е. предмет должен быть всегда прозрачный. В непрозрачном предмете мы в микроскопе не увидим никакого строения, только одни контуры, т.-е. предмет будет казаться нам в виде силуэта. Отсюда первое условие при работах с микроскопами — это, чтобы тот объект, который нам нужно рассмотреть в увеличенном виде, был прозрачным. Поэтому, если объект сам по себе мал и прозрачен, то его приходится рассматривать в таком виде, как он есть; если же он настолько велик и толст, что непроницаем для лучей света, то приходится из него при помощи бритвы срезать тонкую пластинку, способную пропускать через себя

лучи света. Приготовленную таким образом прозрачную пластинку — объект — кладут на середину предметного стекла*) в каплю воды.

Второе условие при работах с микроскопами — это, чтобы среда, в которой находится изучаемый объект, была жидкая и смачивала объект. Обыкновенно пользуются водой, разведенным (10—15%) глицерином, слабым раствором спирта или друг. жидкостями. Предмет, погруженный в каплю воды, покрывают другим, очень маленьким и тонким стеклом, так называемым покровным (толщина которого = 0,14—0,17 мм.). Всю лишнюю жидкость, выступающую из-под покровного стекла, удаляют с помощью фильтровальной бумаги. Жидкая среда применяется потому, что, когда лучи света, проходящие через предметное стекло, попадают в жидкость, они мало отклоняются от своего первоначального направления; показатель преломления стекла (предметного и покровного) почти одинаков с показателем преломления воды; от этого лучи не дают резкого отклонения в сторону и проходят почти целиком. Проходя через места, где нет частей объекта, лучи в жидкой среде почти не поглощаются; при прохождении же через объект они поглощаются. Поэтому мы и увидим при рассматривании объекта с помощью микроскопа темноватые контуры объекта и более светлое пространство жидкости. Вследствие сильной разницы в показателях преломления стекла и воздуха предмет в сухом виде рассматривать трудно. Пузырек воздуха, случайно попавший в воду под микроскопом, имеет вид шарика с широкой черной каймой. Все предметы, лежащие под покровным стеклом и постепенно высыхающие, обволакиваются также постепенно черным ободком и затемняют этим всю картину. Это получается оттого, что большая часть лучей вследствие резкого их преломления направляется в сторону и не попадает в глаз наблюдателя.

Готовый препарат кладут на середину столика микроскопа так, чтобы предмет приходился против центра передней линзы объектива. После этого наводят рассматриваемый объект на фокус. Навести на фокус — это значит сделать изображение предмета в микроскопе наиболее отчетливым и ясным, не туманным. Такое ясное изображение получается тогда, когда предмет попадает чрезвычайно близко к фокусу передней линзы объектива. Поэтому наблюдателю нужно найти это расстояние, отделяющее изучаемый на предметном стекле объект от передней линзы объектива. Найти это расстояние, близкое к фокусному расстоянию передней линзы объектива, можно при том условии, если наблюдатель будет очень осторожно опускать или поднимать трубку микроскопа, все время не отрываясь глазом от окуляра. Поднимание или опускание трубки микроскопа нужно производить до тех пор, пока в поле зрения не мелькнет, хотя бы смутное, неясное, расплывчатое изображение предмета. Если такое смутное изображение получится в поле зрения, это значит, что наблюдатель очень близок к нахождению нужного фокусного расстояния. Дальнейшее передвижение трубы будет уже очень незначительное. До сих пор производилась только грубая установка трубы, и это достигалось

*) Стекло толщиной около 1 мм. при 76 мм. длины и 40 мм. ширины.

или с помощью кремальеры, или посредством опускания и поднимания трубы с помощью руки. После этого нужно прибегать к помощи микрометрического винта. Вращая в ту или другую сторону головку микрометрического винта и не отрывая в то же время глаза от окуляра, наблюдатель находит то положение трубы, при котором получается настолько отчетливое и ясное изображение предмета, что возможно различить все тонкости строения микроскопического объекта. Это значит, что найдено фокусное расстояние объектива, т.е. изучаемый объект попал в плоскость ясного видения.

Нужно помнить, что в микроскопе мы можем наводить на фокус, т.е. делать ясно видной, только одну какую-либо плоскость. Все, что лежит выше или глубже этой плоскости, будет менее ясным. Ясность эта простирается на большую глубину при малом увеличении объектива и становится более ограниченной при более сильном увеличении; другими словами, глубина фокуса вообще очень незначительна и бывает больше при слабом объективе и меньше при сильном объективе. В этом можно убедиться на опыте, если возьмем для наблюдения какие-либо цельные, неповрежденные клеточки. Сначала сделаем хорошо видной верхнюю их стенку, тогда все остальные их части будут нам казаться неясными; опустив затем с помощью микрометрического винта трубку микроскопа, мы будем в состоянии хорошо видеть все содержимое этих клеток и боковые их стенки (оптический разрез), зато верхняя стенка станет смутной; наконец, опустив еще ниже трубку микроскопа, мы увидим ясно нижнюю стенку клеточек, тогда как содержимое клеточек будет видно очень неясно, а верхняя стенка даже совсем перестанет быть заметной.

Расстояние, которое должен найти работающий с микроскопом, опуская или поднимая трубу, бывает при объективах с большой силой увеличения настолько мало, что передняя линза объектива почти касается покровного стекла. По законам физики, с увеличением силы объектива уменьшается фокусное расстояние, т.е. уменьшается расстояние между передним стеклом объектива и покровным стеклом. Отсюда ясно, что должно соблюдать величайшую осторожность при работах с большими увеличениями, чтобы не повредить объектива и предмета. При этом для быстрого нахождения нужного расстояния при большом увеличении намеченной части объекта следует, работая еще при малом увеличении, ставить эту часть точно в центр поля зрения и лишь тогда изменять объектив с малым увеличением на объектив с большим увеличением. Всегда сначала объект рассматривают при слабом увеличении, так как, чем слабее объектив, тем поле его зрения больше; поэтому, особенно для начинающих, у которых препараты первоначально не будут отличаться большой тонкостью, выгоднее пользоваться сперва слабым объективом и более сильным окуляром. Надо постоянно помнить, что при помощи сильного объектива, вследствие меньшей величины поля зрения, мы увидим лишь часть препарата и сможем разглядеть в более увеличенном виде только какую-либо частность его строения. Но так как сильные объективы поглощают больше света, чем слабые, то ясно эту частность мы увидим лишь при хорошем качестве препарата, его достаточной тонкости и прозрачности. Всегда, выигрывая в увеличении,

мы теряем в яркости изображения, потому что, чем больше увеличение объектива, тем меньше его передняя линза. В такую маленькую линзу попадает меньше лучей. Поэтому при объективах с большой силой увеличения площадь поля зрения значительно темнее, чем при объективах с малой силой увеличения.

К помощи зажимов, так называемых „клемм“, нужно прибегать не всегда — только при коллективном рассматривании предмета, когда возможно неосторожное движение со стороны лиц, окружающих микроскоп, или в том случае, если работающий строго фиксировал определенную часть предмета, которую нужно изучить.

Рекомендуется рассматривать предмет в микроскопе, направляя левый глаз в окуляр, другой глаз оставляя открытым. Первое время начинающего смущает все то, что находится вокруг микроскопа, но постепенно он привыкает сосредоточивать свое внимание исключительно на изображении в микроскопе, и уже все остальное не замечается им совсем. Такой способ наблюдения под микроскопом, т. е. с открытыми обоими глазами, позволяет хорошо вести зарисовывание изображения. Просто видеть — или видеть и рисовать — два совершенно различных наблюдения. Без рисования часть важных деталей изображения ускользает от внимания. Зарисовывать препарат необходимо каждому, каковы бы ни были у него способности к этому. Первые рисунки, может быть, будут неудачные, но уже через 2—3 занятия наблюдатель вполне справляется со своей работой. Нужно следить за правильностью рисунка и за его величиной. Совершенно нежелательно предварительно обрисовывать границы поля зрения, так как рисунок может выйти крупнее, чем предполагалось, и может не уместиться в очерченные границы. Для большей ясности воспроизведения виденного надо привыкнуть рисовать значительно крупнее, чем кажется. Желательно зарисовывать не только при малом, но и при большом увеличении, так как в последнем случае лучше видны все детали объекта. Преимущество рисунка перед микрофотографией заключается в том, что наблюдатель выставляет то, что в препарате является важным, типичным для его целей, а не случайным.

При работах с микроскопом необходимо соблюдать следующие правила:

1) Проверять чистоту окуляра и объективов и приступать к их прочищению, если найдено их загрязнение. Пыльные пятна в поле зрения, если они находятся на стеклах окуляра, узнаются вращением окуляра в трубе: при вращении окуляра эти пятна также начинают вращаться.

2) Окуляр не полагается вывинчивать из его оправы, а особенно развинчивать объектив, так как каждый объектив представляет вполне определенную систему, не допускающую никакого изменения. Развинчивание нарушает центрирование линз, и это понижает работоспособность объектива.

3) Необходимо удалять маленькой, мягкой кисточкой или жгутом мягкой тряпочки ту пыль, которая набивается на заднюю линзу объектива при долгом употреблении микроскопа.

4) Если во время работ на объектив попали какие-либо химические едкие вещества, следует немедленно промыть его водой и аккуратно насухо вытереть его.

5) Необходимо следить, чтобы такие вещества, как спирт, бензин, ксилол и т. п., не попадали на линзы, так как они могут вызвать растворение склеивающего вещества линзы.

6) Должно оберегать все части микроскопа, а особенно линзы от падения и от ударов, так как при сотрясении возможно выпадение линз из своих оправ, особенно в тех случаях, когда линзы очень малы.

7) Следует всегда оставлять окуляр в трубе микроскопа, чтобы пыль через трубу не попадала на верхнюю линзу объектива.

8) Особенно осторожно следует обращаться с микрометрическим винтом — не вращать его более чем на один оборот. Если вертикальный микрометрический винт дошел почти до конца, то нужно осторожно повернуть его в противоположную сторону так, чтобы подвижная часть колонки приходилась бы на 3—4 мм. выше неподвижной.

9) Следует протирать столик микроскопа, чтобы не получились на нем светлые пятна.

10) Следует наблюдать за тем, чтобы конденсатор и зеркальце были совершенно чисты от пыли, и протирать их в случае надобности.

11) Следует остерегаться, чтобы покрытые желтым лаком части штатива не соприкасались со спиртом; нужно протирать их от пыли и всякого загрязнения, употребляя мягкую, стиральную тряпочку.

12) Не следует оставлять микроскоп в слишком теплом месте, так как от сильного перегревания может пострадать вещество, склеивающее линзы.

13) Не следует употреблять микроскоп, только что принесенный с холода, так как при работе он покрывается влагой от дыхания наблюдателя.

14) Следует замечать, как стоит микроскоп в ящике, чтобы в том же положении поставить его обратно после окончания работ.

15) При переноске микроскопа следует брать его за выгнутую часть штатива и при этом левой рукой придерживать его ножки снизу.