

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Технические данные	3
3. Состав микроскопа	4
4. Устройство и работа микроскопа	4
5. Устройство и работа составных частей микроскопа	7
5.1. Основание	8
5.2. Устройство фокусирования объективов	8
5.3. Головка	9
5.4. Осветительное устройство	9
5.5. Бинокулярная насадка	10
5.6. Предметный стол	11
5.7. Объективы	12
5.8. Окуляры	13
5.9. Общее увеличение микроскопа	13
6. Маркирование	14
7. Порядок установки и подготовка к работе	14
7.1. Распаковка микроскопа	14
7.2. Установка узлов	15
7.3. Включение осветителя	15
7.4. Настройка микроскопа	15
7.4.1. Светлое поле	15
7.4.2. Косое освещение	17
7.4.3. Поляризованный свет	17
7.4.4. Темное поле	18
8. Работа с микроскопом	18
8.1. Работа с иммерсионным объективом	19
8.2. Наблюдение на экране	19
8.3. Микрофотографирование	19
8.4. Применение светофильтров	21
8.5. Определение цены деления шкалы окуляра	21
9. Правила обращения с микроскопом, хранение и транспортирование	22
9.1. Правила обращения с микроскопом	22
9.2. Хранение	22
9.3. Транспортирование	22
10. Указания мер безопасности	22
11. Возможные неисправности микроскопа и способы их устранения	23
12. Каталог деталей и узлов для дополнительного заказа	23

МИКРОСКОП МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ РАБОЧИЙ ММР-4

Техническое описание и инструкция
по эксплуатации

ВНИМАНИЕ!

В связи с постоянным усовершенствованием конструкции микроскопа в техническом описании и инструкции по эксплуатации могут быть не отражены частичные конструктивные изменения, не влияющие на качество работы и правила эксплуатации.

эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором 12 апреля 1969 года.

Перед началом работы источник питания микроскопа должен быть заземлен.

11. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ МИКРОСКОПА И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Возможная неисправность	Причина	Способ устранения
При включении источника питания лампа не горит	Вышел из строя предохранитель Вышла из строя лампа	Отключить источник питания от сети Вынуть предохранитель. При неисправности заменить Отключить лампу от источника питания и дать остыть Вынуть лампу из осветителя. Убедиться в сохранности спирали и электроконтакта При неисправности заменить лампу

12. КАТАЛОГ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗАКАЗА

Наименование	Номер сборки или детали	Примечание
Анализатор в оправе	Ю-44.17.016	Ю-44.19.748 для трошников
Кассета 9×12 см	Ю-42.34.033 ВК	
Клемма предметного столика	Ю-48.41.023	
Ключ	Ю-17.61.721	Ю-17.61.722 для трошников
Объектив планапохроматический	Ю-41.13.602	
Объектив планапохроматический	Ю-41.13.606	
Объектив планапохроматический	Ю-41.15.722	
Объектив планапохроматический	Ю-41.15.710	
Объект-микрометр для отраженного света ОМО	Ю-44.49.623	
Окуляр компенсационный 10× АКШ-2	Ю-41.31.577	
Окуляр компенсационный 10× со шкалой АКШ-3	Ю-41.31.588	
Поляризатор в оправе	Ю-44.99.078	
Пружина с фиксатором (для револьвера)	Ю-46.77.309	
Тросик ТФ	Ю-42.31.406 Сп	
Фотоаппарат	Ю-42.31.286	
Экран	Ю-44.18.302	

Пользуясь этими данными, при определении истинной линейной величины объекта достаточно подсчитать число делений шкалы окуляра, накладывающихся на измеряемый участок объекта, и умножить это число на величину, полученную при расчете в соответствии с увеличением применяемого объектива и положением павкратической системы.

9. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С МИКРОСКОПОМ, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

9.1. Правила обращения с микроскопом

Микроскоп следует хранить в сухом и теплом помещении, содержать в чистоте и предохранять от повреждений.

В нерабочее время окуляры нужно снимать с микроскопа и хранить в футляре, на окулярные трубки надевать колпачки, на объективы — чехлы, микроскоп накрывать чехлом. Экран закрывать крышкой 101 (см. рис. 4). Пыль с микроскопа удалять чистой тряпкой.

Особое внимание обращать на чистоту оптических деталей. Нельзя прикасаться руками к поверхностям оптических деталей. Если на поверхность линзы объектива или окуляра попала пыль, надо осторожно протереть ее чистой ватой, накрутой на деревянную палочку и слегка смоченной спиртом, чистым бензином или эфиром. Если пыль проникла внутрь объектива и на внутренних поверхностях линз образовался налет, необходимо отправить объектив для чистки в оптическую мастерскую. Разбирать объектив самим нельзя.

9.2. Хранение

По окончании работы на микроскопе следует опустить предметный стол до упора, вынуть окуляры и вместе с другими принадлежностями убрать в футляр, надеть на окулярные трубки колпачки, на объективы — чехлы, микроскоп накрыть чехлом.

9.3. Транспортирование

При транспортировании микроскоп, источник питания и футляр с принадлежностями должны быть уложены в транспортную тару так, чтобы при встряхивании тары они не перемещались.

Допускается перевозка микроскопа всеми видами транспорта и крытых транспортных средствах.

10. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Меры безопасности при работе с микроскопом должны соответствовать мерам, принимаемым при эксплуатации установок с напряжением до 1000 В в соответствии с «Правилами технической

1. НАЗНАЧЕНИЕ

МИКРОСКОП МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ РАБОЧИЙ ММР-4 предназначен для наблюдения и фотографирования микроstructures металлов и сплавов в отраженном свете в светлом поле при прямом и косом освещении, в темном поле и в поляризованном свете.

Комплект оптики микроскопа обеспечивает получение стандартных увеличений при визуальном наблюдении в бинокулярную насадку, при рассматривании изображения объекта на демонстрационном экране, а также при фотографировании объекта на пластинку 9×12 см или на пленку с размером кадра 24×36 мм.

Для смены кратностей увеличения используется павкратическая система.

Микроскопы ММР-4 применяются в металлографических лабораториях заводов, учебных заведений, научно-исследовательских институтов.

Микроскоп изготавливается для работ в условиях УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150—69, т. е. для работы в макроклиматических районах с умеренным климатом в лабораторных помещениях при температуре воздуха от $+10$ до $+35^\circ\text{C}$.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Увеличение микроскопа	от 50 до 1600
Увеличение объективов	8; 31,7; 50; 80
Увеличение окуляра	10
Размеры демонстрационного экрана, см	9×12
Размеры фотопластики, см	9×12
Размеры кадра фотопленки, мм	24×36
Устройство фокусирования объективов:	
диапазон перемещения, мм	2
цена деления шкалы, мкм	2

Предметный стол:		
пределы перемещения в двух взаимно перпендикулярных направлениях, мм	от 0 до 30 и от 55 до 75	
цена деления шкалы, мм		1
цена деления шкалы с нониусом, мм		0,1
пределы поворота	от 0 до 360°	
максимальная нагрузка, кг		3
Источник света — лампа накаливания с бодным циклом КГМ9-70.		
Питание лампы осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50—60 Гц через источник питания.		
Полная мощность, потребляемая микроскопом,		95
В·А		
Габаритные размеры микроскопа, мм	550×410×270	
Масса микроскопа, кг		30

3. СОСТАВ МИКРОСКОПА

Основными узлами микроскопа являются основание, осветительное устройство, головка с револьвером, предметный стол с направляющей, устройство фокусирования объективов и бинокулярная насадка.

Полный комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей микроскопа указан в его паспорте.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МИКРОСКОПА

Микроскоп позволяет наблюдать и фотографировать микро-структуру шлифов в светлом поле при прямом и косом освещении, в темном поле и в поляризованном свете.

Оптическая схема микроскопа (рис. 1) состоит из трех основных систем: осветительной, наблюдательной и фотографической.

В осветительной системе лучи от источника 1 коллектором 2 и призмой 3 проецируются в плоскость апертурной диафрагмы 4; далее линзой 5, зеркалом 6, линзой 7 и полупрозрачной отражательной пластинкой 8 изображение источника 1 и апертурной диафрагмы 4 проецируется в плоскость выходного зрачка объектива. Полевая диафрагма 9 помещается в передней фокальной плоскости второй осветительной линзы 7 и проецируется ею в бесконечность, а после объектива — в плоскость предмета.

В наблюдательной системе лучи, пройдя объектив и отразившись от объекта, вновь проходят через объектив, отражательную пластинку 8 и телеобъективом 10 собираются в промежуточной плоскости, являющейся плоскостью предмета для панкратической системы 11.

чения при фотографировании на пленку уменьшены примерно в 2 раза.

8.3.6. Установите ручку источника питания до упора вправо.

8.3.7. Сделайте пробные фотоснимки.

8.3.8. Выберите наилучшую экспозицию и снова произведите фотографирование.

Для устранения вибраций, нарушающих резкость изображения объекта при фотографировании, рекомендуется микроскоп устанавливать на амортизатор, имеющийся в комплекте.

8.4. Применение светофильтров

Для гашения всех цветов, в отношении которых объектив не скорректирован, применяют желто-зеленый светофильтр; зеленый светофильтр увеличивает контраст объектов, имеющих красную окраску, задерживает синие лучи.

При выборе светофильтров должны учитываться как источник света, так и объектив, фотопластинки, объект. Светофильтр, цвет которого дополняет цвет объекта, обеспечивает наибольшую контрастность изображения. Фотопластинки имеют различную чувствительность к областям спектра.

Фокусировка микроскопа на резкость изображения должна осуществляться обязательно с тем светофильтром, с которым будет производиться фотографирование.

8.5. Определение цены деления шкалы окуляра

В поле зрения окуляра 10× установлена шкала для измерения.

Перед измерением объекта определите цену деления шкалы окуляра в плоскости объекта для каждого объектива:

а) положите на предметный стол микроскопа объект-микрометр 100 (см. рис. 4) шкалой вниз;

б) вставьте в один из тубусов бинокулярной насадки окуляр 10× со шкалой и, наблюдая в окуляр, перемещением глазной линзы окуляра добейтесь резкого изображения его шкалы;

в) сфокусируйте микроскоп на резкое изображение шкалы объект-микрометра в плоскости шкалы окуляра и поверните окуляр в тубусе параллельно штрихам объект-микрометра;

г) определите, сколько делений объект-микрометра укладывается в шкале окуляра (при объективах среднего и большого увеличения) или сколько делений шкалы окуляра занимает весь объект-микрометр (при объективах малого увеличения).

Вычислите цену деления шкалы окуляра по формуле

$$E = \frac{LT}{A} \quad (3)$$

где L — число делений объект-микрометра;

T — цена деления шкалы объект-микрометра, равная 0,01 мм;

A — число делений шкалы окуляра.

8.3.1. Установите рукоятку 87 (см. рис. 2) на индексе «Ф».

8.3.2. Снимите заглушку 43 (см. рис. 3) с патрубка основания и откройте затвор. Для этого:

а) поворотом кольца с индексом 87 (рис. 9) за рукоятку 88 установите по шкале 89 диафрагму «4,5»;

б) поворотом кольца с индексом 90 за рукоятку 91 установите выдержку «В» по шкале 92;

в) взведите затвор рукояткой 93 и тросиком 94 (см. рис. 4, 9) откройте затвор.

Примечание. Требования пп. «а» и «б» выполняются при сборке микроскопа.

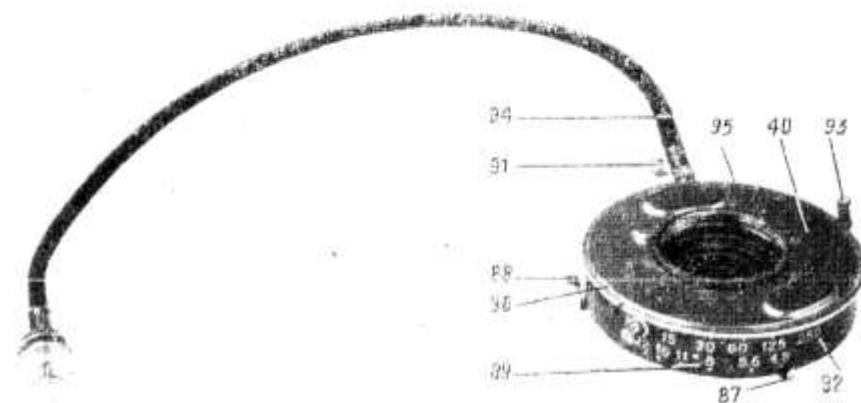


Рис. 9. Фотозатвор

При установке выдержки «В» затвор остается открытым до момента нажатия спусковой кнопки 95 (см. рис. 9) или освобождения тросика.

8.3.3. Установите в гнездо патрубка фотокамеру 41 (см. рис. 4) или фотокамеру 42 и закрепите винтом 96 (см. рис. 3).

8.3.4. Поставьте в фотокамеру 41 (см. рис. 4) рамку с матовым стеклом 97 и проверьте резкость изображения и положение выбранного участка объекта. Изображение на фотопластинке развернуто на 90° по отношению к положению в визуальном тубусе. Снимите матовое стекло и поставьте кассету 98 с фотопластинкой.

При необходимости расширения поля вложите в паз фотокамеры диафрагму 99 диаметром 80 мм, затем кассету с фотопластинкой.

Увеличения при фотографировании на фотопластинку соответствуют увеличениям при наблюдении в визуальном тубусе и на экране 84 (см. рис. 2).

8.3.5. Поставьте при фотографировании на пленку вместо фотокамеры 41 (см. рис. 4) в гнездо патрубка фотокамеры 42. Увели-

Накратической системой 11 изображение переносится в плоскость, совпадающую с передней фокальной плоскостью первой линзы оборачивающей системы 12, преломляющей в бесконечность. Второй линзой оборачивающей системы 12 лучи собираются в передней фокальной плоскости окуляра, где создается действительное обратное и увеличенное изображение объекта.

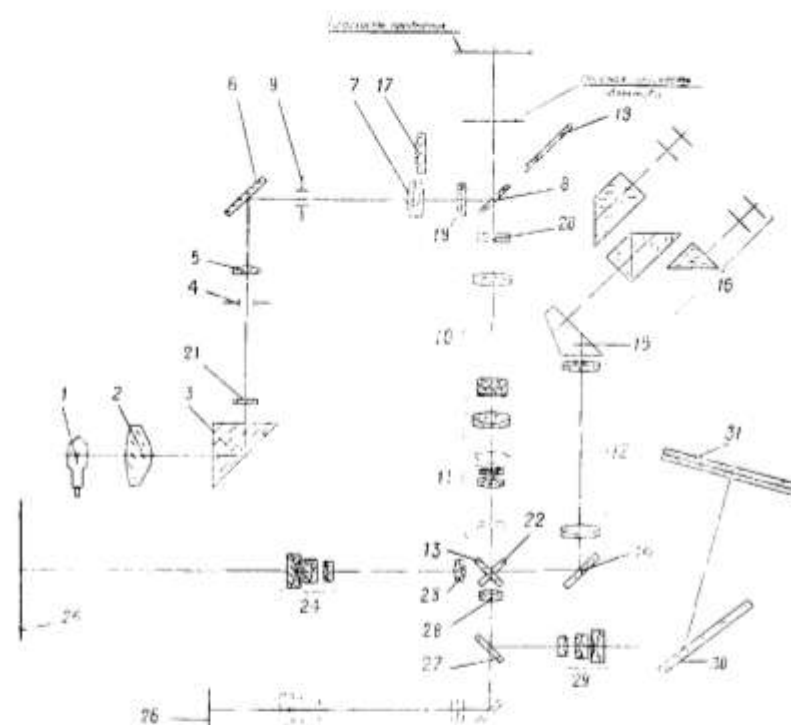


Рис. 1. Оптическая схема

С помощью зеркал 13, 14 и призмы 15 изменяется направление оптической оси микроскопа.

Призмный блок бинокулярной насадки 16 разделяет пучок лучей и обеспечивает возможность бинокулярного наблюдения объекта.

При освещении методом темного поля вместо линзы 7 и отражательной пластинки 8 в ход лучей включаются линза 17 (кольцевая диафрагма) и кольцевое зеркало 18, направляющее параллельный пучок лучей на параболическую отражающую поверхность мetailлического конденсора объектива. Конденсором лучи собираются на объекте. Рассеянный свет, отраженный от объекта, попадает в объектив. Далее ход лучей такой же, как при наблюдении в светлом поле.

При работе в поляризованном свете в ход лучей одновременно вводится поляризатор 19 и анализатор 20.

Косое освещение объекта осуществляется смещением апертурной диафрагмы 4 перпендикулярно к оси осветителя.

Для повышения контрастности изображения или для ослабления светового потока при всех видах работ в ход лучей

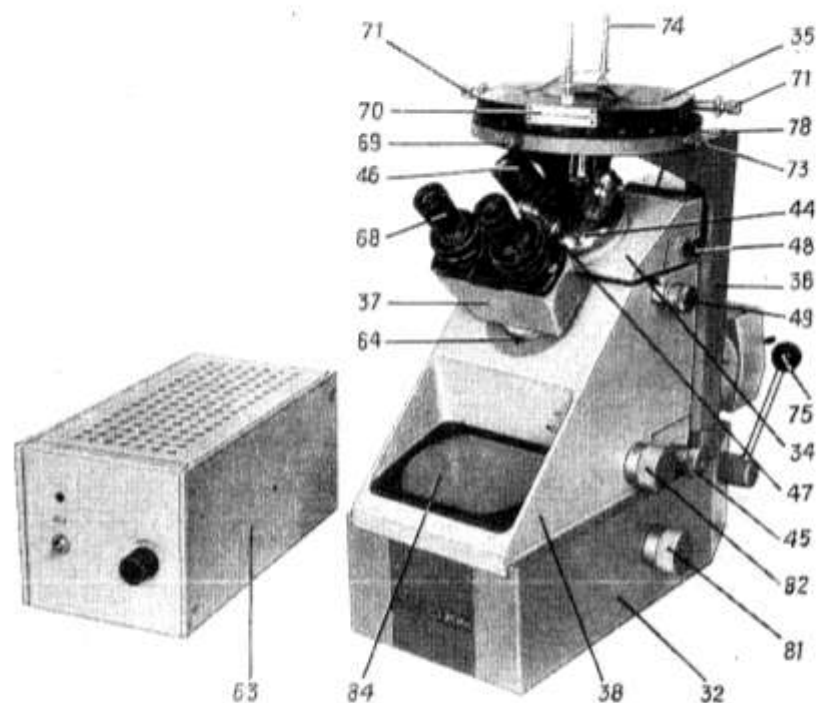


Рис. 2. Общий вид микроскопа

в осветительной системе могут быть включены сменные светофильтры 21.

При фотографировании в ход лучей вводится зеркало 22, зеркало 13 выключается. Изображение предмета линзой 23 и гомалом 24 проецируется на фотопластинку 25 фотокамеры 9×12 см или на фотопленку 26 фотокамеры 24×36 мм. При наблюдении на экране включается зеркало 27 (зеркала 13 и 22 выключаются).

Изображение предмета линзой 28, гомалом 29 с помощью зеркала 27 и 30 проецируется на экран 31.

Микроскоп (рис. 2, 3) имеет закрытую конструкцию, современное внешнее оформление, удобный доступ к элементам обслуживания. Компоновка узлов обеспечивает независимость сборки.

поле при косом освещении — в подразделе 7.4.2, в светлом поле в поляризованных лучах — в подразделе 7.4.3, настройка микроскопа для работы методом темного поля — в подразделе 7.4.4.

Для общего обзора исследуемого объекта в светлом поле используется объектив $F=25$ мм, $A=0.25$, наикратическая система устанавливается по шкале барабаника на риску «5/20» или «10/40», что соответствует увеличению 50 или 100.

Для более подробного изучения объекта используйте объективы, имеющие меньшее фокусное расстояние.

После настройки освещения при использовании объективов других увеличений и апертур необходимо рукояткой 75 (см. рис. 2) поднять стол и поворотом револьвера 44 установить объектив.

Для выбора увеличений следует руководствоваться табл. 2.

8.1. Работа с иммерсионным объективом

8.1.1. Поднимите предметный стол, поверните револьвер и установите объектив $F=2.5$ мм, $A=1.25$.

8.1.2. Выньте шайбу стола.

8.1.3. Нанесите на фронтальную линзу объектива стеклянной палочкой каплю иммерсионного масла. В качестве иммерсионной жидкости применяется кедровое масло с показателем преломления $n_D=1.516$.

8.1.4. Поставьте шайбу и объект, опустите предметный стол до соприкосновения с маслом и сфокусируйте микроскоп до получения резкого изображения объекта.

8.2. Наблюдение на экране

Наблюдение на экране 84 (см. рис. 2) и фотографирование можно производить при всех методах микроскопирования.

Наблюдение на экране значительно облегчает общий обзор объектов и особенно контроль металлов при небольших увеличениях.

Для наблюдения изображения объектов на экране настройте микроскоп для визуального наблюдения, как указано в подразделе 7.4.

Установите рукоятку 81 на индекс «Э».

При необходимости ограничения поля на экран установите диафрагму 85 (см. рис. 4) диаметром 80 мм (диафрагма устанавливается отверстиями на штырьки оправы экрана). Для устранения постороннего света, снижающего контрастность изображения объекта, на экран установите защитный кожух 86.

8.3. Микрофотографирование

При переходе к фотографированию настройте микроскоп, как указано в разделе 7.4. Сфокусируйте микроскоп на объект, наблюдая в визуальный тубус с окуляром $10\times$ со шкалой.

д) наблюдайте за поведением выбранной точки, вращая предметный стол микроскопа на 360° , для чего отверните винт 73; при вращении стола руками держитесь за кольцо 72 (см. рис. 3, 8);

е) установите вращением стола выбранную точку объекта в положение максимального ее удаления от центра шкалы окуляра;

ж) переместите изображение точки к центру шкалы окуляра на половину расстояния центрировочными винтами стола и на половину — координатными винтами;

з) проверьте, остается ли точка совмещенной с центром шкалы окуляра при вращении стола на 360° ; проверку лучше производить с большим увеличением; при необходимости повторите операции, указанные в пунктах «е» и «ж»; при смене объективов необходимо производить подцентрировку;

и) поставьте в окулярный тубус парный окуляр $10\times$ вместо окуляра со шкалой.

7.4.3.2. Включите в систему поляризатор и анализатор с помощью рукоятки 49 (см. рис. 2). Вращением рукоятки установите шкалу на деление «90», которое соответствует скрещенному положению анализатора с поляризатором. В поле зрения должно наблюдаться максимальное потемнение. При необходимости добейтесь этого небольшим разворотом анализатора от деления «90».

Не рекомендуется работать в поляризованном свете с апохроматическими объективами $F=4,0$ мм, $A=0,85$ и $F=2,5$ мм, $A=1,25$, так как в линзах этих объективов имеются «натяжения» (неоднородности).

7.4.4. Темное поле

Контраст, возникающий в темном поле, является обратным по отношению к контрасту светопольного изображения. Рельефные участки объекта, вызывающие рассеяние света, окажутся светлыми. Зеркально отполированная поверхность объекта будет выглядеть темной.

7.4.4.1. Установите объект на предметный стол.

7.4.4.2. Поднимите стол и установите объектив $F=6,3$ мм, $A=0,60$. Опустите стол.

7.4.4.3. Выдвиньте рукоятки 48 (см. рис. 2) и 49 до отказа.

7.4.4.4. Поверните рукоятку 81 до индекса «В».

7.4.4.5. Установите рукоятку 82 на индекс «10/40».

7.4.4.6. Откройте апертурную диафрагму до деления «8», полевою диафрагму — полностью.

При неравномерном освещении поля произведите настройку освещения перемещением коллектора вдоль оси рукояткой 56 (см. рис. 3).

8. РАБОТА С МИКРОСКОПОМ

Наблюдение объекта под микроскопом может производиться различными методами. Настройка микроскопа для визуального наблюдения в светлом поле описана в подразделе 7.4.1, в светлом

Основными оптическими узлами микроскопа закреплены на основании и закрыты корпусом.

Координатные перемещения предметного стола осуществляются рукоятками, расположенными на одной оси с двух сторон стола. Рукоятки устройства фокусирования объективов выведены с обеих сторон микроскопа.

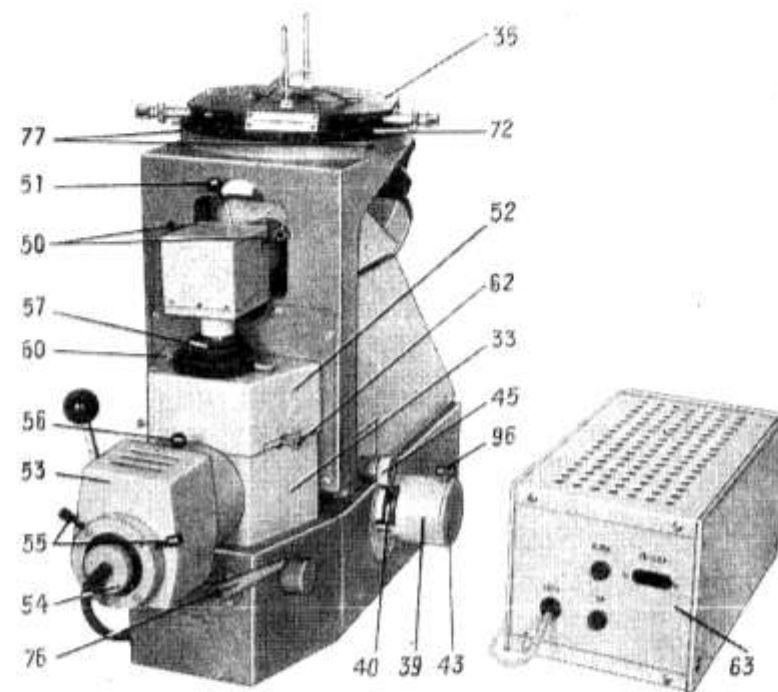


Рис. 3. Общий вид микроскопа

Рычажный механизм подъема предметного стола обеспечивает быструю смену объективов, закрепленных на револьвере.

Для фотографирования не используются фотокамера для пластинок 9×12 см и фотокамера для пленки 24×36 мм.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МИКРОСКОПА

Основными узлами микроскопа являются основание 32 (см. рис. 2), осветительное устройство 33 (см. рис. 3), головка 34 (см. рис. 2), предметный стол 35 (см. рис. 2, 3) с направляющей 36 (см. рис. 2), устройство фокусирования объективов и бинокулярная насадка 37.

5.1. Основание

Основание 32 представляет собой литую деталь, на которой сверху закрепляются панкратическая система с телескопическим, оборачивающая система с кронштейном, устройство фокусирования объективов. Все эти узлы закрыты корпусом 38.

Система линз и зеркал для проекции на экран и фотографирования монтируется внутри основания.

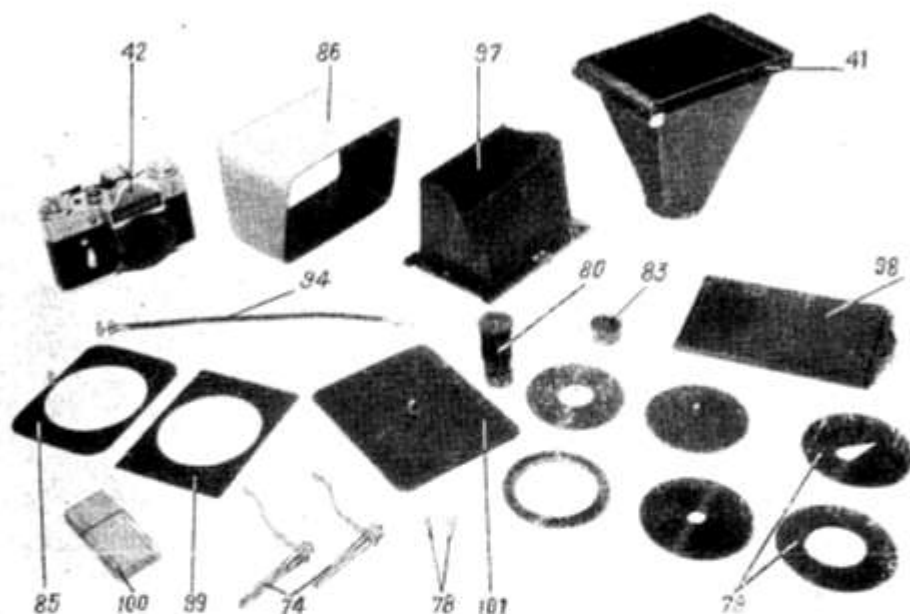


Рис. 4. Принадлежности

На основании укреплены осветительное устройство 33 (см. рис. 3) и направляющая 36 (см. рис. 2) с механизмом подъема и опускания предметного стола.

Слева на основании закреплен патрубок 39 (см. рис. 3), в который установлен фотозатвор 40. В патрубок устанавливается фотокамера 41 (рис. 4) или фотокамера 42, предварительно снимается заглушка 43 (см. рис. 3), предохраняющая от попадания пыли.

5.2. Устройство фокусирования объективов

На основании 32 (см. рис. 2) укреплено устройство фокусирования объективов, закрытое корпусом 38. На кронштейне устройства закреплена головка 34 с револьвером 44. Фокусирование обь-

7.4.1.19. Поставьте в окулярный тубус вместо точечной диафрагмы парный окуляр 10^x.

7.4.1.20. Приведите полевую диафрагму в центр поля зрения центрировочными винтами 50 (см. рис. 3) и откройте ее рукояткой 51 до размеров поля зрения.

При настройке освещения необходимо помнить, что изменение размера раскрытия апертурной диафрагмы оказывает влияние на яркость и контрастность изображения. При очень суженной диафрагме изображение объекта получается искаженным, при широко открытой диафрагме — бледным неконтрастным. Контрастность изображения в большей степени зависит от структуры и качества шлифа; применяя светофильтры, можно дополнить цвет объекта и увеличить контрастность изображения, особенно при фотографировании.

Размер раскрытия полевой диафрагмы определяет размер наблюдаемого поля на объекте в соответствии с полем применяемого окуляра.

7.4.2. Косое освещение

Косое освещение применяется при исследовании рельефных объектов, при этом резко повышается контраст изображения.

При косом освещении из-за некоторых геометрических искажений изображения не следует производить измерения.

Настройка микроскопа для наблюдения при косом освещении производится, как указано в подразделе 7.4.1. Косое освещение создается смещением апертурной диафрагмы в горизонтальной плоскости с помощью винта 60 (см. рис. 6).

7.4.3. Поляризованный свет

Наблюдение объекта в поляризованном свете можно вести только в светлом поле, поэтому настройка освещения и положение апертурной и полевой диафрагм остаются такими же, как указано в подразделе 7.4.1.

7.4.3.1. Отцентрируйте предметный стол, чтобы при его вращении изображение исследуемого объекта оставалось в центре поля зрения. Для этого:

- а) наденьте центрировочные ключи 78 (см. рис. 4) на квадратные головки винтов 77 (см. рис. 3);
- б) установите объект на стол и закрепите его клеммами 74 (см. рис. 4);
- в) поставьте в окулярный тубус бинокулярной насадки окуляр со шкалой;
- г) найдите в наблюдаемом изображении объекта какую-либо заметную деталь малых размеров и совместите ее изображение с центром перекрестия окуляра (от руки или с помощью рукояток 71 (см. рис. 2);

7.4.1.4. Установите объектив $F=25$ мм, $A=0,25$ поворотом револьвера 44 и опустите стол до упора.

7.4.1.5. Включите, вдвигая рукоятку 48, отражательную пластинку и линзу светлого поля.

7.4.1.6. Выключите из хода лучей анализатор с поляризатором, выдвигая рукоятку 49.

7.4.1.7. Введите в ход лучей зеркало визуального наблюдения поворотом рукоятки 81 до индекса «В».

7.4.1.8. Установите панкратическую систему, вращая рукоятку 82 до индекса «10/40», что соответствует увеличению 100 (см. табл. 2).

7.4.1.9. Установите в бинокулярную насадку 37 окуляры 68 и 80 (см. рис. 4) — окуляр 10^x и 10^x со шкалой.

7.4.1.10. Откройте апертурную диафрагму 57 (см. рис. 3, 6) поворотом кольца 58 (см. рис. 6); установите ее по шкале 61 в положение «0» с помощью винта 60.

7.4.1.11. Сфокусируйте микроскоп на объект вращением рукоятки 45 (см. рис. 2) устройства фокусирования объективов.

Примечание. Плоскость резкого изображения объекта находится в интервале 5 ± 1 деление горизонтальной шкалы.

7.4.1.12. Откройте полевую диафрагму поворотом рукоятки 51 (см. рис. 3).

7.4.1.13. Раздвиньте окулярные трубки насадки по базе глаз.

7.4.1.14. Снимите со шкалы 65 (см. рис. 7), расположенной на корпусе насадки между окулярными трубками, значение базы глаз и установите полученное значение на шкалах 66 окулярных трубок насадки вращением колец 67 с накаткой. Индексом являются точки, нанесенные на кольцах под шкалами.

7.4.1.15. Наблюдая в окуляр со шкалой за изображением объекта и фокусируя микроскоп, добейтесь резкого изображения объекта в плоскости шкалы окуляра.

7.4.1.16. Наблюдая за изображением объекта двумя глазами, вращением кольца 67 второй трубки добейтесь такой же резкости для второго глаза.

7.4.1.17. Выньте окуляр со шкалой и поставьте точечную диафрагму 83 (см. рис. 4). Проверьте центровку лампы. Передвиньте коллектор вдоль оси с помощью рукоятки 56 (см. рис. 3), спроецируйте нить лампы в плоскость апертурной диафрагмы и, вращая центрировочные винты 55 фонаря, приведите изображение нити лампы в центр апертурной диафрагмы.

7.4.1.18. Прикройте апертурную диафрагму на 1/3 радиуса светового диаметра, что соответствует 8-му делению шкалы 59 (см. рис. 6).

Примечание. При центральном положении апертурной диафрагмы горизонтальная шкала 61 единична.

Апертурную диафрагму, как правило, открывают на 2/3 или 3/4 диаметра выходного зрачка объектива, который виден в окулярный тубус при снятом окуляре.

эктивов осуществляется рукоятками 45 (см. рис. 2, 3). Рукоятки имеют шкалу с ценой деления 2 мкм и выведены с обеих сторон корпуса 38 (см. рис. 2).

За один оборот рукоятки 45 головка 34 с объективами 46 перемещается на 0,1 мм, суммарная величина фокусирования (двумя рукоятками) — не менее 2,0 мм.

Среднее положение устройства фокусирования объективов, соответствующее плоскости резкого изображения объекта, отмечено делением «5» горизонтальной шкалы, нанесенной на оси рукоятки. Цена деления шкалы 0,1 мм.

5.3. Головка

Головка 34 микроскопа установлена на кронштейне устройства фокусирования объективов. На головке закреплен четырехгнездный револьвер 44. Каждое гнездо соответствует определенному объективу. Объективы $F=2,5$ мм, $F=6,3$ мм и $F=25$ мм установлены и центрируемые втулки 47.

В головке закреплены линзы светлого и темного поля с отражательными пластинками.

Справа от наблюдателя на головке расположена рукоятка 48, предназначенная для переключения линзы светлого поля и отражательной пластинки на отражатель (кольцевое зеркало) и линзу темного поля.

При работе в поляризованном свете с помощью рукоятки 49 вводятся в ход лучей поляризатор и анализатор одновременно. Поворот анализатора осуществляется вращением рукоятки 49, на которой нанесена шкала с делениями «0», «45» и «90». Деление «90» соответствует скрещенному положению поляризатора и анализатора.

С головкой соединен осветительный тубус, в котором помещена полевая присовая диафрагма. Для центровки полевой диафрагмы служат винты 50 (см. рис. 3), диаметр раскрытия регулируется рукояткой 51.

5.4. Осветительное устройство

Осветительное устройство микроскопа состоит из корпуса 52 с апертурной диафрагмой и осветителя 53. В качестве источника света в осветителе применяется лампа накаливания с холодным катодом КГМ9-70, закрепленная в патроне 54 (см. рис. 3, 5). Для центровки нити лампы служат винты 55, для получения резкого изображения нити перемещением коллектора вдоль оси осветителя служит рукоятка 56 (см. рис. 3).

На корпусе 52 сверху установлен узел с апертурной диафрагмой 57. Для изменения диаметра раскрытия апертурной диафрагмы от 2 до 12 мм служит кольцо 58 (рис. 6) с накатанной наружной поверхностью, для определения величины раскрытия — шкала 59. Смещение диафрагмы с оси для создания косо освещенности осуществляется винтом 60 (см. рис. 3, 6). Величина смещения контро-

лируется по шкале 61 (см. рис. 6). Шкала 61 является также индексом для шкалы 59 раскрытия диафрагмы.

Три светофильтра закреплены в оправе, которая перемещается в направляющих корпуса 52 (см. рис. 3) с помощью рукоятки 62. В направляющей имеется одно свободное отверстие.

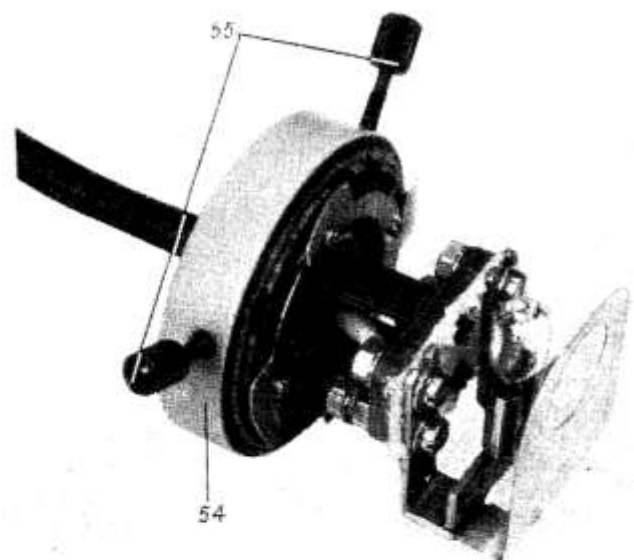


Рис. 5. Патрон с лампой

Питание лампы осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50—60 Гц через источник питания 63 (см. рис. 2, 3). Устройство источника питания описано в его паспорте.

5.5. Бинокулярная насадка

Бинокулярная насадка 37 (см. рис. 2, 7) установлена в гнездо кронштейна, закрепленного на корпусе оборачивающей системы. Все вместе крепится на основании микроскопа. Насадка в кронштейне крепится винтом 64 (см. рис. 2).

Установка расстояния между осями окулярных трубок в соответствии с базой глаз наблюдателя осуществляется параллельным перемещением трубок в пределах от 56 до 72 мм с отчетом по шкале 65 (см. рис. 7), расположенной на корпусе насадки. Для компенсации возникающего при перемещении окулярных трубок изменения длины тубуса микроскопа отчет, снятый со шкалы, устанавливается на шкалах 66, расположенных на окулярных трубках, путем вращения колец 67 с накаткой, отмечая установленную

7.1.4. Вскройте футляр, коробку и освободите принадлежности и источник питания от бумаги.

7.1.5. Проверьте комплектность микроскопа по прилагаемому к нему паспорту.

7.1.6. Произведите осмотр внешнего вида узлов и деталей микроскопа и принадлежностей, убедитесь в отсутствии повреждений и приступите к установке узлов на микроскоп.

Рекомендуется устанавливать микроскоп в защищенном от яркого света месте на амортизатор (губчатую резину толщиной 10—20 мм из комплекта) в местах, исключающих возможность вредного воздействия на него паров жидкостей или газов. При фотографировании необходимо предусмотреть, чтобы в помещении не было установок, вызывающих вибрацию.

7.2. Установка узлов

7.2.1. Установите предметный стол 35 (см. рис. 2, 3, 8) на направляющую 36 (см. рис. 2).

7.2.2. Установите в резьбовые отверстия предметного стола пружинные клеммы 74 (см. рис. 2, 4, 8).

7.2.3. Установите на предметный стол металлическую шайбу 79 (см. рис. 4, 8).

7.2.4. Установите в бинокулярную насадку 37 (см. рис. 2, 7) окуляры 68 и 80 (см. рис. 4) — окуляр 10^x и 10^x со шкалой.

Примечание. Для исключения ошибки глаза наблюдателя перед установкой окуляры со шкалой в окулярный тубус сфокусируйте первую линзу подвижной по резьбе на резкое изображение шкалы, смотря в окуляр на свет.

7.3. Включение осветителя

Подключите осветитель к источнику питания 63 (рис. 3) как указано в его паспорте.

Примечания: 1. Для смены лампы поверните патрон 54 (см. рис. 5) по часовой стрелке на 45°, выньте патрон из корпуса фонаря (крепление лампы показано на рис. 5). При установке патрона в корпус фонаря поверните патрон на 90° по часовой стрелке, введите в разъем фонаря и закрепите поворотом на 45° против часовой стрелки.

2. При перерывах в работе осветитель следует отключать от источника питания.

7.4. Настройка микроскопа

7.4.1. Светлое поле

7.4.1.1. Установите объект на предметный стол (если изучаемый объект имеет малую отражательную способность, лучше установить полированный металл для настройки).

7.4.1.2. Включите осветитель.

7.4.1.3. Поднимите предметный стол поворотом рукоятки 75 (см. рис. 2) от себя.

Центрировка стола осуществляется винтами 77 с помощью съемных центрировочных ключей 78 (см. рис. 2, 4).

Для установки на стол объектов, различных по размерам, применяется набор металлических шайб 79 (см. рис. 4, 8). При работе с объективом $F=6,3$ мм, $A=0,60$ применяется шайба с диаметром внутреннего отверстия не менее 30 мм.

5.7. Объективы

Объективы, входящие в комплект микроскопа ММР-1, рассчитаны на длину тубуса «бесконечность». Характеристики объективов указаны в табл. 1.

Каждый объектив устанавливается в соответствующее гнездо револьвера через переходную втулку. Объективы с втулками отцентрированы в револьвере относительно друг друга.

Объектив $F=6,3$ мм, $A=0,60$ применяется для работы методами светлого поля, поляризованного света и темного поля.

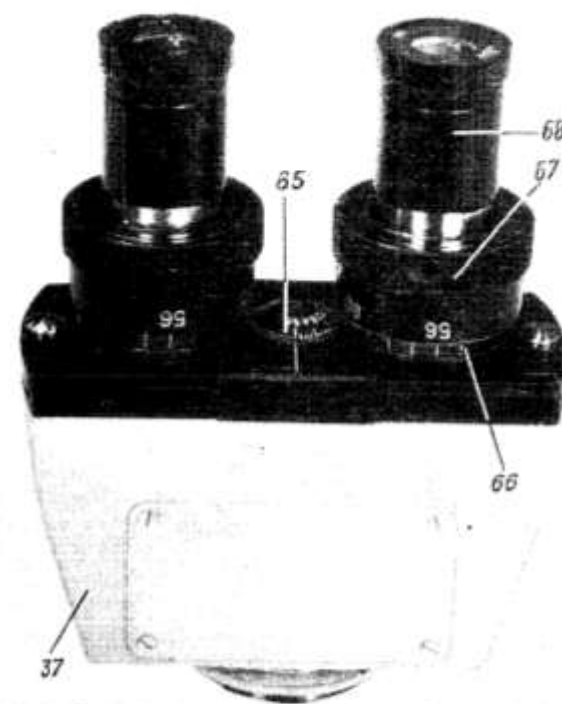


Рис. 7. Бинокулярная насадка

Таблица 1

Шифр объектива	Фокусное расстояние, мм	Числовая апертура	Увеличение с тубусом объективом $F=200$ мм	Рабочее расстояние, мм	Глубина резкости, мкм	Разрешающая сила, мкм
Планахромат ОПХ-21	25	0,25	8,0	6,6	9,0	1,2
Планахромат ОЗ-5	6,3	0,60	31,7	0,8	1,5	0,5
Планахромат ОПА-11	4,0	0,85	50,0	0,1	0,8	0,3
Планахромат ОПА-12	2,5	1,25	80,0	0,3	0,4	0,2

Объективы $F=4,0$ мм, $A=0,85$ и $F=2,5$ мм, $A=1,25$ снабжены пружинящими оправками, предохраняющими от повреждения фронтальные линзы при фокусировании на объект.

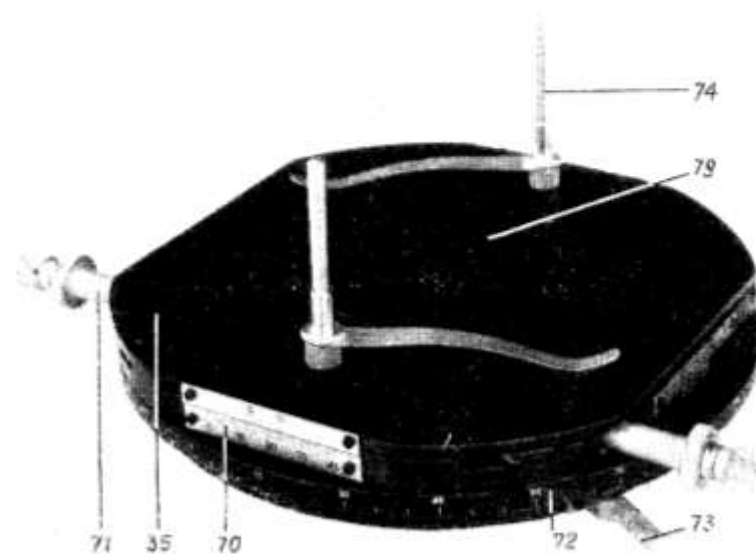


Рис. 8. Предметный стол микроскопа

Черное кольцо на корпусе объектива $F=2,5$ мм, $A=1,25$ указывает на то, что объектив работает с масляной иммерсией.

На корпусе каждого объектива указаны его фокусное расстояние и апертура.

5.8. Окуляры

В комплект микроскопа входят компенсационные окуляры $10\times$. Измерительный окуляр имеет шкалу 10 мм, цена деления шкалы 0,1 мм. Линейное поле зрения окуляра 10×-15 мм.

5.9. Общее увеличение микроскопа

Общее увеличение микроскопа определяется по формуле

$$G_{\text{ш}} = \beta_{\text{об}} \beta_{\text{п.с.}} \beta_{\text{об.с.}} \beta_{\text{ок}}, \quad (1)$$

где $\beta_{\text{об}}$ — увеличение объектива;

$\beta_{\text{п.с.}}$ — увеличение панкратической системы ($\beta_{\text{п.с.}}=0,55 \dots 1,71$);

$\beta_{\text{об.с.}}$ — увеличение оборачивающей системы ($\beta_{\text{об.с.}}=1,15$);

$\beta_{\text{ок}}$ — увеличение окуляра ($\beta_{\text{ок}}=10$).

Увеличение объектива определяется по формуле

$$\beta_{об} = \frac{F_{т.об}}{F_{об}}, \quad (2)$$

где $F_{т.об}$ — фокусное расстояние телескопического объектива ($F=200$ мм);

$F_{об}$ — фокусное расстояние объектива.

Увеличения при наблюдении и фотографировании на пластинку равны.

Увеличения микроскопа указаны в табл. 2.

Таблица 2

Объектив	Видимое поле в плоскости объекта	Увеличение панкратической системы	Обозначение на шкале рукоятки панкратической системы	Увеличение при визуальном наблюдении и фотографировании на пластинку	Увеличение при фотографировании на пленку
$F=25$ мм	2,9	0,55	5/20	50	19
$A=0,25$	0,9	1,09	10/40	100	38
$F=6,3$ мм	0,7	0,55	5/20	200	77
$A=0,60$		0,82	30	300	114
		1,09	10/40	400	152
	0,2	1,37	50	500	191
$F=4,0$ мм	0,15	1,71	100/160	1000	376
$A=0,85$					
$F=2,5$ мм	0,9	1,71	100/160	1600	602
$A=1,25$					

Примечание. В табл. 2 даны округленные значения увеличений.

6. МАРКИРОВАНИЕ

На каждом микроскопе имеется бирка с награвированным шрифтом «ММР-4», товарным знаком предприятия-изготовителя, порядковым номером, две первые цифры которого означают две последние цифры года выпуска микроскопа.

7. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. Распаковка микроскопа

7.1.1. Выньте из транспортной тары находящиеся в ней ящик с микроскопом, футляр с принадлежностями и коробку с источником питания.

7.1.2. Снимите боковую крышку с ящика, отвинтите болты, крепящие микроскоп к дну ящика, и выньте микроскоп.

Микроскоп при установке или переноске нужно брать только за основание.

7.1.3. Освободите микроскоп и принадлежности, находящиеся в ящике, от бумаги и резиновых прокладок.

величину по точке, нанесенной на кольцах под шкалами справа и слева. В окулярные тубусы помещены окуляры 68 (см. рис. 2, 7).

5.6. Предметный стол

Предметный стол 35 (см. рис. 2, 3, 8) устанавливается на направляющую 36 (см. рис. 2), выполненную в виде кронштейна, и фиксируется упором с пружиной 69. Стол обеспечивает вращение и перемещение объекта в двух взаимно перпендикулярных направлениях в горизонтальной плоскости.

Стол с четырех сторон имеет шкалы 70 (см. рис. 2, 8). Шкала от «0» до «40» служит для отсчета продольных перемещений, шкала от «50» до «90» — для отсчета поперечных перемещений. Цена деления шкал — 1 мм, с помощью нониусов может быть снят отсчет до 0,1 мм.

Перемещения стола осуществляются рукоятками 71. Рукоятки расположены на одной оси и выведены с обеих сторон стола; барашек с меньшим диаметром служит для продольных перемещений, с большим — для поперечных перемещений.

Нижняя кольцевая шкала 72 (см. рис. 3, 8) служит для отсчета углов поворота стола. Цена деления шкалы 5° , шкала оцифрована через каждые 15° от 0 до 360° . Индекс-точка нанесена на кронштейн направляющей 36 (см. рис. 2). Фиксация вращения стола осуществляется винтом 73 (см. рис. 2, 8).

Сверху в столе имеются два резьбовых отверстия для установки пружинных клемм 74 (см. рис. 2, 4, 8).

Перемещение стола вместе с направляющей 36 (см. рис. 2) вверх и вниз осуществляется рукояткой 75; установленное положение фиксируется с помощью рычага 76 (см. рис. 3).

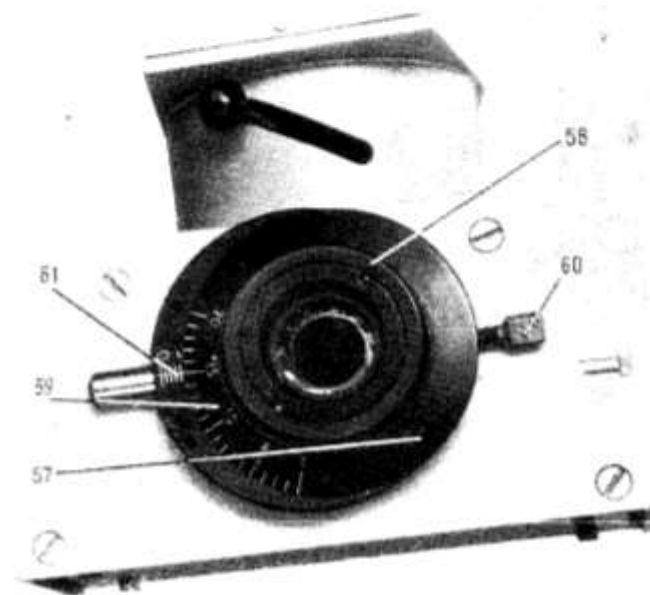


Рис. 6. Узел апертурной диафрагмы