

**ЛОМО**



**ТРИЖДЫ  
ОРДЕНА ЛЕНИНА  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА**

**МИКРОСКОП**

**М М У**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ  
УПРОЩЕННЫЙ**

**Э**



Трижды ордена Ленина  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА

МИКРОСКОП  
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ  
УПРОЩЕННЫЙ  
ММУ-3

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1 9 7 6

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

**МИКРОСКОП** металлографический упрощенный ММУ-3 предназначается для визуального наблюдения непрозрачных объектов в отраженном свете при работе в светлом и темном поле и в поляризованном свете.

Микроскоп применяется в заводских лабораториях и непосредственно в цехах.

На микроскопе можно фотографировать изображение объектов с помощью микрофотонасадок типа МФН (насадки в комплект микроскопа не входят).

Микроскоп изготавливается в исполнении У категории 4.2, т. е. для работы в макроклиматических районах с умеренным

климатом в лабораторных помещениях при температуре воздуха от  $+10$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ , и в исполнении Т категории 4.2, т. е. для работы в макроклиматических районах как с сухим, так и с влажным тропическим климатом в лабораторных помещениях при температуре воздуха от  $+10$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ .

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Характеристики объективов указаны в табл. 1.

Таблица 1

Тип объектива и шифр	Фокусное расстояние, мм	Числовая апертура	Увеличение с ахроматической линзой $F=200$ мм	Рабочее расстояние, мм
Ахроматический ОЭ-4	25	0,17	8,0	5,4
Ахроматический ОЭ-2	10	0,40	20,0	2,6
Ахроматический ОЭ-1	6,3	0,65	31,7	0,7

Характеристики окуляров указаны в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Собственное увеличение	Фокусное расстояние, мм	Линейное поле зрения, мм
Гюйгенса $10^{\times}$	10	25	14
Гюйгенса $10^{\times}$ со шкалой	10	25	14
Ортокоспический	12,5	20	16
Компенсационный	15	16,7	11

Увеличения микроскопа указаны в табл. 3.

Таблица 3

Объективы	Окуляры		
	$10^{\times}$	$12,5^{\times}$	$15^{\times}$
$F=25$ мм; $A=0,17$	80	100	120
$F=10$ мм; $A=0,40$	200	250	300
$F=6,3$ мм; $A=0,65$	317	396	476

Пределы перемещения столика, мм:

в продольном направлении от 0 до 40

в поперечном направлении от 0 до 20

Пределы поворота столика  
(в среднем положении по шка-  
ле поперечных перемещений) от 0 до 360°

Пределы перемещения тубу-  
са микроскопа в вертикальном  
направлении, мм:

по колонке . . . . . от 0 до 70

с помощью механизма гру-  
бой подачи . . . . . от 0 до 30

с помощью механизма мик-  
рометрической фокуси-  
ровки . . . . . от 0 до 2,5

Цена деления шкал:

перемещения столика, мм 1

вращения столика . . . . . 2°

механизма микрометриче-  
ской фокусировки, мкм 2

Цена деления нониуса сто-  
лика, мм . . . . . 0,1

Максимальная высота объек-  
та, мм . . . . . 100

Источник света — лампа накаливания  
РН 8-20.

Питание лампы осуществляется через  
блок питания от сети переменного тока  
220 В, 50—60 Гц.

Габаритные размеры, мм 250×220×330

Масса, кг:

микроскопа . . . . . 6

блока питания . . . . . 2

### 3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МИКРОСКОПА

#### 3.1. Оптическая схема

При наблюдении в светлом поле лучи от источника света *1* (рис. 1) проходят через коллектор *2*, теплофильтр *3*, осветительную линзу *4*, диафрагму *5*, отражаются от плоскопараллельной полупрозрачной пластинки *6* и направляются через объектив *7* на объект *8*. Лучи, отраженные от поверхности объекта, снова проходят через объектив, который совместно с линзой *9* проецирует изображение объекта в фокальную плоскость окуляров *10*.

При наблюдении в темном поле из хода лучей исключаются пластинка *6*, линза *4* и диафрагма *5* и вводится диафрагма *11*, центральная зона которой экранирована. Свет, пройдя через кольцевую диафрагму *11*, отражается от кольцевого зеркала *12* и падает на параболический конденсор *13*, который концентрирует пучок лучей на объекте. Лучи, диффузно отраженные от неровностей объекта, попадают в объектив. В поле зрения микроскопа неровности объекта изображаются светлыми на общем темном фоне.

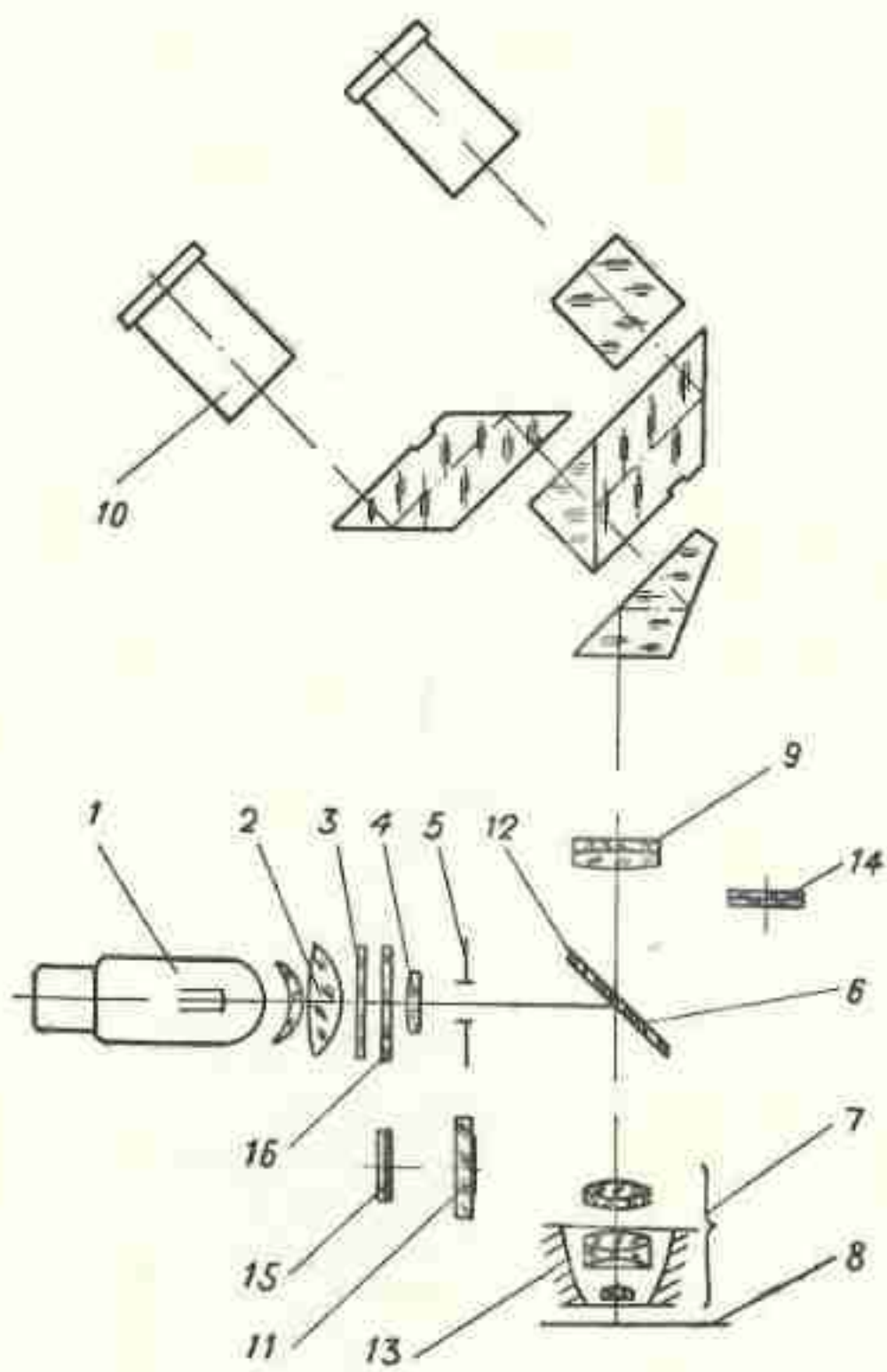


Рис. 1



При наблюдении в поляризованном свете в ход лучей вводятся анализатор *14* и поляризатор *15*.

Светофильтр *16* повышает контрастность исследуемого объекта.

### 3.2. Конструкция

Основными узлами микроскопа являются основание с колонкой, столик, корпус, бинокулярная насадка и осветитель.

Столик *17* (рис. 2) установлен на основании *18* микроскопа и при отпущенном винте *19* может быть снят. Столик перемещается в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Продольное перемещение осуществляется с помощью рукояток *20*, поперечное — с помощью рукояток *21*. Рукоятки расположены на одной оси и выведены с двух сторон столика.

Крепление объекта на столике осуществляется пружинными клеммами *22*. Центрировка столика производится двумя специальными ключами *23* (рис. 3). Поворот столика фиксируется винтом *24* (см. рис. 2).

На колонке *25* (см. рис. 3), жестко соединенной с основанием, крепится корпус *26* с тубусом *27*.

В корпусе смонтированы механизмы грубой подачи и микрометрической фокусировки

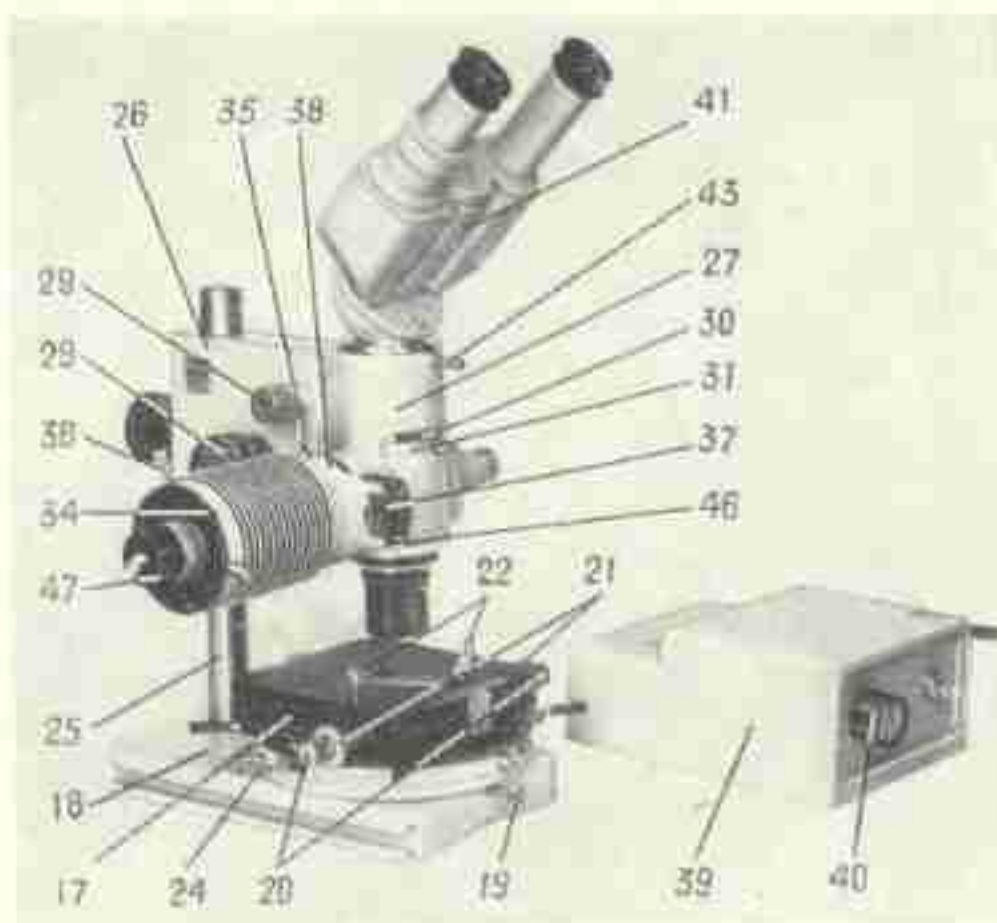


Рис. 2

ки тубуса. Грубое перемещение тубуса осуществляется рукоятками 28 (см. рис. 2, 3), микрометрическая фокусировка — рукоятками 29.

В верхней части тубуса имеется паз, в который вставляется анализатор.

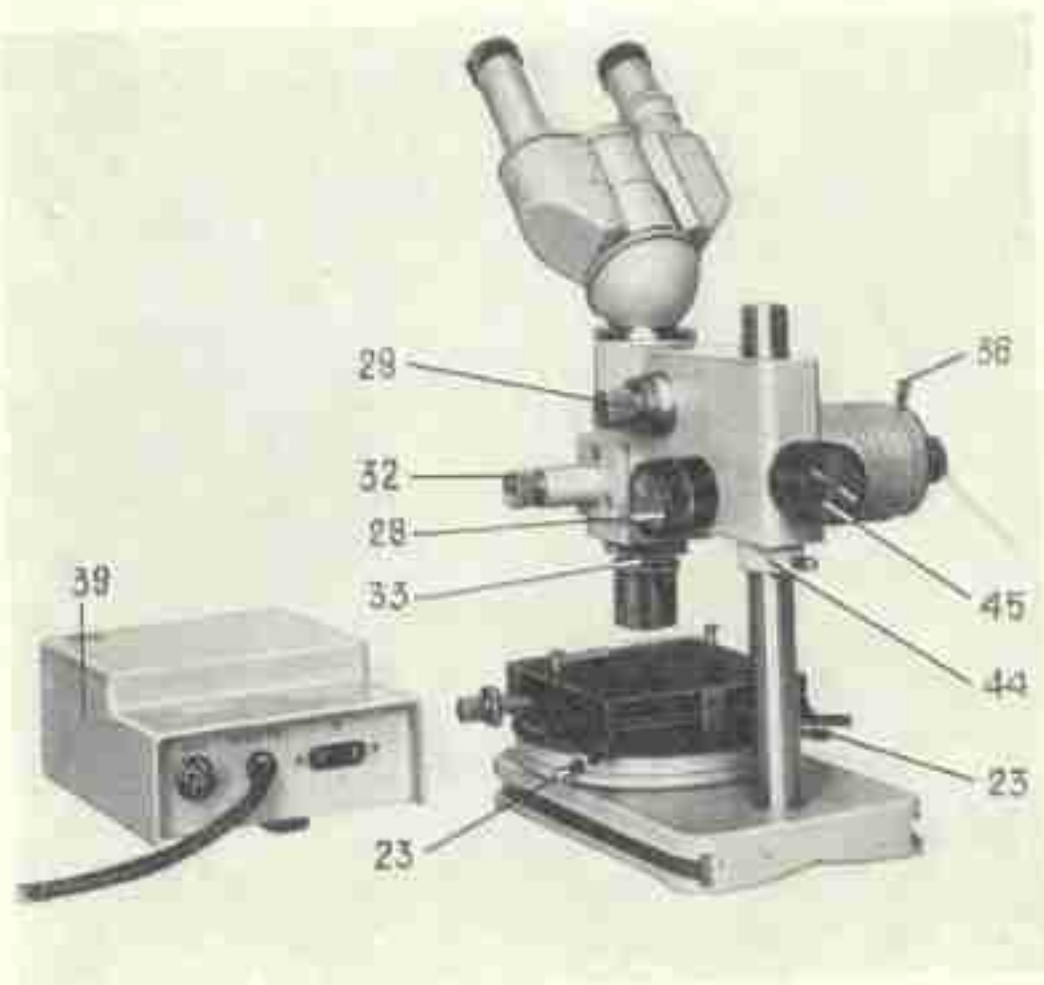


Рис. 3

Поворот анализатора осуществляется в пределах от 0 до  $90^\circ$  с отсчетом по шкале 30 (см. рис. 2).

При работе без анализатора в паз встав-

ляется пылезащитная заглушка 31 (см. рис. 2, 4).

Рукоятка 32 (см. рис. 3) служит для выключения светоделительной пластинки 6 (см. рис. 1) при работе в темном поле.

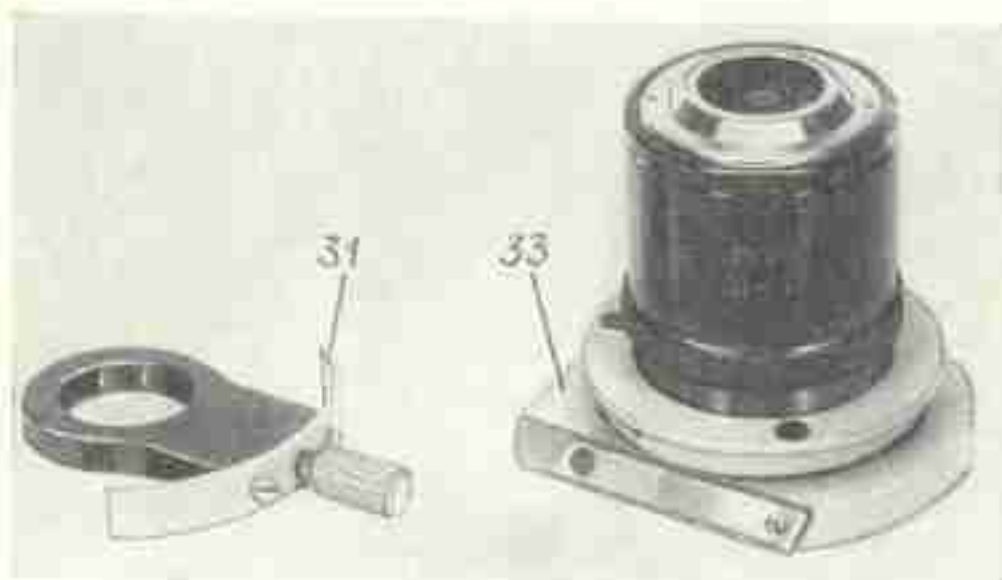


Рис. 4

Сменные салазки с объективом 33 (см. рис. 3, 4) устанавливаются в направляющие тубуса микроскопа.

Осветитель 34 (см. рис. 2) закрепляется на тубусе микроскопа винтом 35. Винты 36 (см. рис. 2, 3) служат для центровки нити лампы относительно оптической оси микроскопа. В выдвижной рамке 37 (см. рис. 2) находятся ирисовая диафрагма 5

(см. рис. 1) и диафрагма 11 темного поля. В паз 38 (см. рис. 2) осветительного тубуса вкладывается светофильтр 16 (см. рис. 1) типа ЖЗС5 или поляризатор 15.

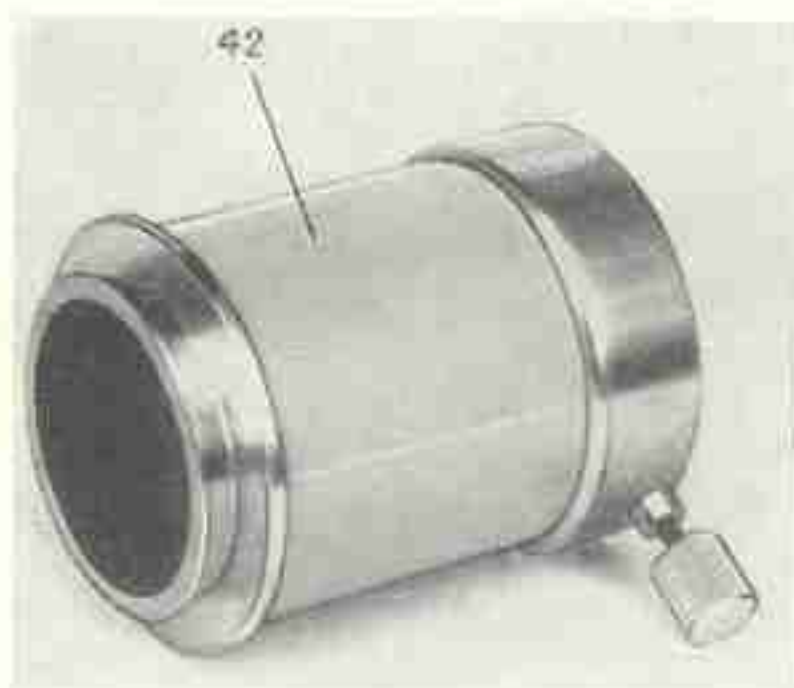


Рис. 5

Питание лампы осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50—60 Гц через блок питания 39 (см. рис. 2, 3). Рукоятка 40 (см. рис. 2) служит для регулировки накала лампы (подробнее см. техническое описание блока питания).

блок питания. Отвинтите болты на дне ящика и выньте микроскоп.

Освободите узлы микроскопа и принадлежности, находящиеся в укладочном ящике, от упаковочной бумаги.

Проверьте комплектность прибора по прилагаемому паспорту.

Произведите осмотр внешнего вида микроскопа и принадлежностей, входящих в комплект, убедитесь в отсутствии повреждений.

Для рассматривания участков большой поверхности микроскоп устанавливайте непосредственно на эту поверхность. При этом снимите с основания столик.

Опустите по колонке 25 (см. рис. 2) и закрепите хомутик 44 (рис. 3); поворотом рукоятки 45 отверните стопорный винт, корпус с тубусом опустите до упора в хомутик и зажмите стопорный винт.

Для рассматривания участков цилиндрической поверхности микроскоп ставится своим основанием призматической формы непосредственно на деталь. Крепления, устанавливаемые в Т-образные пазы основания, изготавливает сам потребитель применительно к конкретным условиям работы.

Прилагаемый к комплекту микроскопа прессик служит для запрессовки шлифа в

блок питания. Отвинтите болты на дне ящика и выньте микроскоп.

Освободите узлы микроскопа и принадлежности, находящиеся в укладочном ящике, от упаковочной бумаги.

Проверьте комплектность прибора по прилагаемому паспорту.

Произведите осмотр внешнего вида микроскопа и принадлежностей, входящих в комплект, убедитесь в отсутствии повреждений.

Для рассматривания участков большой поверхности микроскоп устанавливайте непосредственно на эту поверхность. При этом снимите с основания столик.

Опустите по колонке 25 (см. рис. 2) и закрепите хомутик 44 (рис. 3); поворотом рукоятки 45 отверните стопорный винт, корпус с тубусом опустите до упора в хомутик и зажмите стопорный винт.

Для рассматривания участков цилиндрической поверхности микроскоп ставится своим основанием призматической формы непосредственно на деталь. Крепления, устанавливаемые в Т-образные пазы основания, изготавливает сам потребитель применительно к конкретным условиям работы.

Прилагаемый к комплекту микроскопа прессик служит для запрессовки шлифа в

пластилин на металлической пластинке; при этом исследуемая поверхность шлифа располагается параллельно основанию пластинки. При запрессовке нужно положить на плоскую металлическую пластинку немного пластилина, наложить на него шлиф нерабочей стороной, установить пластинку со шлифом на прессик, покрыть исследуемую поверхность шлифа листом бумаги и с небольшим усилием нажать на рукоятку прессика до соприкосновения установочной шайбы прессика со шлифом, после чего рукоятку отпустить.

## 6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 6.1. Настройка освещения и работа в светлом поле

Включите лампу через блок питания в сеть. Вставьте окуляры в бинокулярную насадку, салазки с объективом вдвиньте до упора и установите заранее подготовленный объект на столик. Включите в ход лучей отражательную пластинку, для чего вдвиньте ручку 32 (см. рис. 3) в корпус до упора.

Передвиньте рамку 37 (см. рис. 2) с ирисовой диафрагмой от себя до упора, сфокусируйте микроскоп на объект.



Пользуясь диоптрийным механизмом левой окулярной трубки, сфокусируйте левый окуляр насадки на объект. Установите окулярные трубки насадки в соответствии с расстоянием между глазами, при этом поля зрения левой и правой трубок должны слиться в одно поле.

Закройте ирисовую диафрагму с помощью рукоятки 46.

Перемещениями патрона 47 с лампой вдоль втулки и вращением центрировочных винтов 36 (см. рис. 2, 3) добейтесь наиболее яркого и равномерного освещения объекта, после чего откройте ирисовую диафрагму на две трети. Величину открытия диафрагмы необходимо подбирать каждый раз опытным путем, добиваясь наилучшего изображения объекта. При слишком широко открытой диафрагме снижается контрастность изображения, при мало открытой — искажается изображение структуры объекта.

Для общего обзора исследуемого объекта целесообразно применять слабый по увеличению объектив  $F=25$  мм;  $A=0,17$ , для более подробного изучения — объектив  $F=10$  мм;  $A=0,40$  и объектив  $F=6,3$  мм;  $A=0,65$ . Объективы и окуляры необходимо подбирать по табл. 3.

При контроле металлов по балльным шка-

лам для ограничения поля зрения окуляров следует применять диафрагмы из комплекта микроскопа. Диафрагмы с гравировкой «300» и «500» к окулярам  $15\times$  используются при общем увеличении микроскопа соответственно 300 и 500.

## 6.2. Определение цены деления шкалы (или сетки) окуляра

В поле зрения окуляра  $10\times$  со шкалой из комплекта микроскопа может быть установлена сетка (вместо шкалы). Окуляр со шкалой применяется для измерения величины исследуемых зерен; сеткой пользуются для измерения площадей, приходящихся на долю различных включений в исследуемом объекте.

Перед измерением объекта вначале определяют, какой истинной величине соответствует одно деление шкалы окуляра в плоскости объекта с каждым объективом в отдельности.

Для определения цены деления шкалы окуляра кладут на предметный столик объект-микрометр *ОМО*, вставляют в один из тубусов бинокулярной насадки окуляр  $10\times$  со шкалой и, наблюдая в окуляр, добиваются перемещением глазной линзы окуляра резкого изображения его шкалы. Фо-

кусируют микроскоп на резкое изображение шкалы объект-микromетра в плоскости шкалы окуляра и поворотом окуляра добиваются параллельности штрихов обеих шкал. Выбирают в центре поля определенное число делений шкалы объект-микromетра и подсчитывают, сколько делений шкалы (или сетки) окуляра укладывается в выбранном числе делений шкалы объект-микromетра.

Цену деления  $E$  окулярной шкалы или сетки вычисляют по формуле

$$E = \frac{\alpha T}{A},$$

где  $\alpha$  — число делений объект-микromетра;  
 $T$  — цена деления шкалы объект-микromетра, равная 0,01 мм;  
 $A$  — число делений шкалы (или сетки) окуляра.

Для замены шкалы сеткой (или наоборот) следует вывернуть снизу корпуса окуляра оправу коллективной линзы, отвернуть кольцо в верхней части оправы и путем откидывания вынуть шкалу (или сетку), затем вложить шкалу (или сетку) делениями вверх в выточку оправы, навернуть гайку и ввинтить оправу коллективной линзы в корпус окуляра.

### 6.3. Работа в темном поле

Для наблюдения объектов в темном поле установите выбранный по табл. 1 объектив, вставьте в бинокулярную насадку окуляры, выбранные по табл. 2, откройте полностью ирисовую диафрагму.

Выдвинув на себя до упора рамку 37 (см. рис. 2), включите в ход лучей диафрагму темного поля. Выведите из хода лучей отражательную пластинку, выдвинув до отказа рукоятку 32 (см. рис. 3).

Проверьте настройку освещения.

### 6.4. Работа в поляризованном свете

Наблюдение в поляризованном свете можно вести только в светлом поле.

Рамка 37 должна быть вдвинута в корпус осветителя до упора. Рукоятка 32 должна быть вдвинута до отказа в тубус 27 (см. рис. 2).

Отцентрируйте столик, для чего установите сначала столик по шкале поперечных перемещений в среднее положение. В таком положении столик можно поворачивать на  $360^\circ$ .

Поместите на столик микроскопа объект и сфокусируйте микроскоп на резкость изображения.

Найдите в наблюдаемом изображении объекта какую-либо заметную деталь малых размеров (например, темную точку).

Ключами 23 (см. рис. 3) отцентрируйте столик так, чтобы при его вращении на  $360^\circ$  изображение выбранной точки оставалось в центре поля зрения неподвижным.

Переведите изображение точки объекта в центр перекрестия шкалы окуляра. Поворачивая столик, заметьте наибольшее отклонение изображения точки объекта от центра перекрестия окуляра. Остановите столик и, вращая центрировочные ключи 23, подведите изображение точки объекта к центру перекрестия окуляра на величину, равную половине отклонения.

Эти операции повторяйте до тех пор, пока изображение выбранной точки не будет оставаться неподвижным в центре поля зрения при вращении столика на  $360^\circ$ . Выньте светофильтр и на его место установите поляризатор в оправе так, чтобы точка на рукоятке поляризатора располагалась против риски на корпусе осветителя.

Анализатор в оправе вставляют в паз в верхней части тубуса вместо заглушки 31 (см. рис. 2). Установите рукоятку анализа-

тора по шкале  $30^\circ$  в положение  $90^\circ$  (плоскости поляризации поляризатора и анализатора скрещены), при этом должно наблюдаться максимальное потемнение поля зрения окуляра.

## 7. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С МИКРОСКОПОМ, ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Микроскоп выпускается тщательно проверенным и смазанным особой смазкой.

Упаковка прибора обеспечивает сохранность его при перевозке. При появлении на микроскопе пыли нужно стереть ее чистой тряпкой.

В случае загустения и загрязнения смазки в направляющих грубого движения следует промыть направляющие бензином, вытереть их тряпкой, после чего нанести тонкий слой смазки из комплекта микроскопа.

Особое внимание необходимо обращать на чистоту оптических деталей. Для чистки внешних поверхностей коллектора, светофильтров и других деталей следует первоначально удалить с них пыль мягкой кистью, предварительно промытой в эфире,

после чего осторожно протереть ватой, слегка смоченной спиртом, чистым бензином или эфиром. Для смывания следует намотать вату на палочку, обмакнуть ее в смесь, стряхнуть излишки смеси и осторожно, без нажима, стереть с загрязненной поверхности следы пальцев или другую грязь. При этом вату следует сменить несколько раз. Ни в коем случае нельзя дышать на просветленные поверхности и сдувать с них пыль ртом.

Разбирать оптические части микроскопа самим нельзя. При необходимости разборки рекомендуется вызвать для этого специалиста или отправить микроскоп в специальную мастерскую.

По окончании работы на микроскопе выньте окуляры и наденьте на тубусы насадки защитные колпачки. Окуляры вместе с другими принадлежностями уберите в укладочный ящик. Микроскоп накройте чехлом.

При транспортировании микроскоп, блок питания и укладочный ящик с принадлежностями должны быть уложены в упаковочный ящик так, чтобы при встряхивании ящика они не перемещались. Допускается перевозка всеми видами закрытого транспорта.

## 8. КАТАЛОГ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗАКАЗА

Наименование	Номер сборки или детали
Анализатор в оправе	Ю-44.41.211
Ключ для столика	Ю-17.61.721
Лепесток с цапфочками	Ю-28.77.920
Набор шайб для микрометриче- ской подачи	Ю-25.46.321
	Ю-25.46.442
	Ю-25.46.461
Поляризатор в оправе	Ю-44.41.347
Пружина (для патрона)	Ю-77.51.073
Пружина (для столика)	Ю-77.51.062
Рейка грубой подачи	Ю-61.36.460
Светофильтр	Ю-71.91.479
Теплофильтр	Ю-71.91.259



ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

- Рис. 1. Оптическая схема.
- Рис. 2. Внешний вид прибора.
- Рис. 3. Внешний вид прибора.
- Рис. 4. Переходная втулка.
- Рис. 5. Объектив с салазками.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение . . . . .	3
2. Технические данные . . . . .	4
3. Устройство и работа микроскопа . . . . .	7
3.1. Оптическая схема . . . . .	7
3.2. Конструкция . . . . .	9
4. Маркирование . . . . .	14
5. Порядок установки и подготовка к работе . . . . .	14
6. Порядок работы . . . . .	15
6.1. Настройка освещения и работа в светлом поле . . . . .	16
6.2. Определение цены деления шкалы (или сетки) окуляра . . . . .	18
6.3. Работа в темном поле . . . . .	20
6.4. Работа в поляризованном свете . . . . .	20
7. Правила обращения с микроскопом, хранение, транспортирование . . . . .	22
8. Каталог деталей и узлов для дополнительного заказа . . . . .	24
Приложение. Перечень рисунков . . . . .	25