

КОМПЛЕКТАЦИЯ

В комплект микроскопа малого инструментального типа ММИ-2 входят:

- а) сменная окулярная угломерная головка;
- б) сменные объективы с увеличением 1х, 3х и 5х;
- в) бабка с центрами;
- г) две призматические стойки и прижим к ним;
- д) прижим для крепления малых деталей;
- е) призма для бесцентровых предметов;
- ж) две меры длины концевые плоскопараллельные второго класса по ГОСТ 9038-59 длиной 25 и 50 мм;
- з) контрольный валик;
- и) матовое стекло в оправе;
- к) запасное предметное стекло измерительного стола;
- л) осветительное устройство для окулярной угломерной головки;
- м) осветительное устройство для работы в отраженном свете;
- н) осветительное устройство для работы в проходящем свете;
- о) контактное приспособление (оптический щуп) для измерения отверстий;
- п) понижающий трансформатор на 6 в для включения в сеть с напряжением 127 или 220 в, вмонтированный в основание;
- р) вилка для подключения трансформатора к сети переменного тока;
- с) пять электроламп МН 6,3—0,22;
- т) салфетка 250×250 мм;
- у) кисть беличья;
- ф) укладочный ящик для приспособлений;
- х) чехол;
- ц) ящик для укладки прибора со всеми приспособлениями;
- ч) описание;
- ш) аттестат;
- щ) упаковочный лист.

I. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Микроскоп малый инструментальный типа ММИ-2 предназначен для измерения линейных размеров в прямоугольных координатах.

Устройство микроскопа позволяет измерять элементы профиля наружных резьб, углы, конусы, радиусы, рабочие размеры различных шаблонов и другое.

Инструментальные микроскопы являются лабораторными приборами и поэтому в помещении, где они установлены, должна поддерживаться температура $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}$ и относительная влажность не превышать 70%.

II. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Основные параметры и размеры

Пределы измерений в мм:	
в продольном направлении	$0 \div 75$
в поперечном направлении	$0 \div 25$
Пределы измерения микрометрическими винтами в мм	$0 \div 25$
Увеличение основного микроскопа	$10\times; 30\times; 50\times$
Увеличение объективов	$1\times; 3\times; 5\times$
Увеличение окуляра	$10\times$
Поле зрения основного микрос-	

копа (диаметр рассматриваемого круга) в зависимости от увеличения в мм	21; 7; 4,2
Увеличение отсчетного микроскопа окулярной угломерной головки	45*
Наибольшее расстояние между центрами в мм	200
Наибольший диаметр устанавливаемого в центрах изделия в мм	55
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого в призматических опорах, в мм	100
Наибольшее расстояние между объективом и измерительным столом в мм	130
Расстояние от колонки до оси тубуса микроскопа (вылет) в мм, не менее	80

Цена деления:

шкалы микрометрических винтов в мм	0,005
угломерной головки в минутах	1
Пределы поворота стола в градусах	$0 \div 10$
Пределы наклона колонки микроскопа от вертикального положения в градусах	± 10
Цена деления шкалы наклона микроскопа в градусах	0,5

НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЗАВОД ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА



Заказ-наряд №

АТТЕСТАТ
НА
МИКРОСКОП МАЛЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ
ММИ-2

№

Изготовлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8074-56.

1970

Х. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Сущность неисправности	Метод устранения
1. Несопадение нулевой установки лимба и штриховой линии сетки в поле зрения окуляра микроскопа с направлением продольного движения измерительного стола.	1. Ослабить потайной винт в шпонке угломерной головки. Разворотом головки за счет вращения упорного винта совместить штриховую линию сетки с направлением продольного движения измерительного стола.
2. Сбивание нулевой установки шкалы наклона колонки микроскопа.	2. Установить на столе микроскопа угольник 160×100 тип 6 кл. 0, а на тубусе закрепить индикатор, наконечник которого должен касаться рабочей поверхности угольника. Передвигая кронштейн с тубусом, следят за показаниями индикатора. Действуя маховичком наклона колонки, добиться такого положения, при котором разность показаний индикатора на всей длине перемещения тубуса не будет превышать 0,04 мм. Ослабив винты, крепящие шкалу наклона колонки, развернуть последнюю до совмещения нулевой риски с риской на индексе и завернуть винты. При данном положении фиксатор должен заходить в паз.

Примечание. Указанные неисправности не являются основанием для рекламации прибора.

Масса прибора с окулярной угломерной головкой в кг $24 \pm 15\%$

Масса комплекта с упаковочным ящиком в кг $74 \pm 15\%$

Наибольшие габаритные размеры прибора в мм

длина 580

ширина 450

высота 510

Наибольшие габаритные размеры упаковочного ящика в мм:

длина 750

ширина 575

высота 550

Погрешности прибора

При измерении на приборе погрешности в значительной степени зависят от квалификации оператора, качества обработки измеряемой детали или элемента, от диафрагмирования источника света, конструктивных особенностей данного экземпляра прибора, внешних условий и других факторов.

При соблюдении основных требований техники измерения погрешности регламентируются нормами точности, указанными в ГОСТ 8074-56 и приведенными ниже.

НОРМЫ ТОЧНОСТИ

№№ п. п.	Наименование показателей	Допустимые отклонения
1	2	3
1.	Прямолинейность движения стола в пределах всего его хода в продольном и поперечном направлении в мм	0,002
2.	Взаимная перпендикулярность направления движения салазок в секундах	30
3.	Суммарная погрешность показаний прибора при измерении микрометрическими парами продольных и поперечных салазок, считая от нуля до любого деления (исключая мёртвый ход) в мм	$\pm 0,003$
4.	Мёртвый ход в микрометрических парах в мм	0,002
5.	Погрешность показаний прибора при применении только одних плоскопараллельных концевых мер длины в мм	0,002
6.	Прямолинейность движения тубуса микроскопа и перпендикулярность направления его перемещения в минутах относительно плоскости стола в «нулевом» положении колонки при наводке с помощью реечного механизма	2

6

Таблица 1

Наружный диаметр цилиндра и средний диаметр в мм	Диаметр диафрагмы в мм			
	угол профиля 30°	угол профиля 55°	угол профиля 60°	гладкие цилиндры
1	7,5	9	9,5	12
3	7,5	9	9	11,5
5	7	8,5	8,5	11
7,5	6,5	8	8,5	10,5
10	6,5	7,5	8	10
15	6,5	7,5	8	10
20	6	7,5	7,5	9,5
25	5,5	6,5	6,5	8,5
30	5	6	6,5	8
40	4,5	5,5	5,5	7
50	4	5	5	6

IX. КАТАЛОГ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ЗАМЕНЫ

№№ п. п.	Наименование	Шифр детали или сборки
1.	Фиксатор	сб 1-17
2.	Стекло предметное	ММИ 1-59
3.	Микровинт с гайкой	БП сб 14-21А
4.	Лимб в оправе	БМИ сб 17-8
5.	Кронштейн с зеркалом	БМИ сб 17-7
6.	Центр	ММИ 1-100
7.	Осветитель	ММИ сб 1-24
8.	Линза в оправе	БМИ сб 18-2
9.	Втулка	БМИ 18-12
10.	Наглазник	БМИ 18-13

VIII. КОМПЛЕКТ ПРИБОРА И ЕГО УКЛАДКА

В комплект, кроме микроскопа с окулярной угломерной головкой, входит ряд приспособлений и узлов, указанных в аттестате и расширяющих область его применения.

По требованию заказчика к прибору могут быть изготовлены сменная револьверная головка с дугами разной кривизны, сменная револьверная головка с набором профилей метрической и дюймовой резьб и сменная головка двойного изображения.

Указанные приспособления не входят в обязательный комплект и могут быть приложены, если это требование оговорено в договоре или заказ-наряде на поставку прибора, а также поставлены по отдельному заказу. Стоимость их не входит в стоимость обязательного комплекта и поставляются они за отдельную плату.

Концевые меры длины, прикладываемые к прибору, должны соответствовать требованиям ГОСТ 9038-59 для класса 2 и следующему дополнительному условию: углы между измерительными поверхностями и опорной плоскостью концевой меры (сторона, противоположная маркировке) должны быть равными $90^\circ \pm 2'$.

Микроскоп укладывается в деревянный ящик и закрепляется болтами, проходящими через дно ящика. Тубус с кронштейном закрепляется на боковой стенке ящика.

Все остальные приспособления и узлы, входящие в комплект прибора, укладываются в специальные, имеющие номера, гнезда полированного ящика, на внутренней стороне крышки которого имеется перечень вложений.

1	2	3
7. Боковое смещение точки наводки микроскопа при его наклоне вокруг оси колонки на предельный угол в том случае, когда объект наводки лежит в горизонтальной плоскости, проходящей через ось центров в мм	0,004	
8. Боковое смещение точки наводки микроскопа при его наклоне вокруг оси колонки на предельный угол в том случае, когда объект наводки лежит в плоскости биссектрисы угла установочной призмы для бесцентровых предметов в мм	0,01	0
9. Погрешность показаний прибора при измерении углов с помощью круговой шкалы окулярной угломерной головки в минутах	± 1	

III. ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Схема оптики прибора с осветительной системой представлена на рис. 1.

Пучок лучей от источника света 1, пройдя светофильтр 2 и диафрагму 3, попадает на зеркало 4, которое изменяет направление его на 90° от первоначального, проходит затем через конденсор 5 и предметное стекло столика 6 и освещает измеряемый объект А. Если объект прозрачный, то пучок освещает отдельные элементы объекта и поступает в микроскоп, а если непрозрачный, то в микроскоп попадают лучи, идущие касательно к бо-

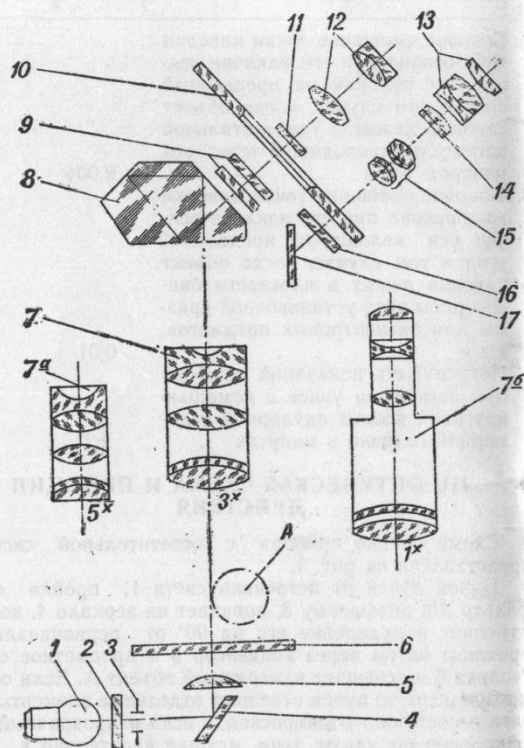


Рис. 1

VII. УХОД ЗА ПРИБОРОМ

Точность и надежность работы прибора зависит, прежде всего, от исправного состояния, своевременной его поверки, правильного обращения и выбора надлежащего метода работы.

Для предохранения рабочих поверхностей от коррозии, их следует протирать слегка промасленной салфеткой так, чтобы на поверхности оставалась тонкая жировая пленка. В случае длительной эксплуатации прибора необходимо проверять плавность ходов всех подвижных механизмов и смазывать трущиеся части специальными смазками для оптико-механических приборов.

Перед началом работы на приборе необходимо поверить совпадение нулевой установки лимба и пунктирного штриха сетки поля зрения основного окуляра с направлением продольного движения стола.

Поверку необходимо проводить периодически.

С наружных поверхностей оптических деталей при чистке сначала смахивают мягкой волосной кисточкой пыль, обдувают струей воздуха из резиновой груши, а затем, если потребуется, протирают чистым обезжиренным ватным тампоном, смоченным в гидролизном ректифицированном спирте ТУ-3-66-65. Тампон, накрученный на деревянную палочку, должен заменяться после каждой отдельной протирки. Необходимо избегать избытка спирта, так как он будет выжиматься при протирке и затекать под оправу.

По окончании работы приспособления укладываются в предназначенный для них ящик, а прибор закрывается полиэтиленовым чехлом для предохранения от пыли.

Точность измерений с помощью описанного приспособления несколько выше точности, достигаемой при обычных измерениях на микроскопе, так как фиксирование точек, между которыми измеряется расстояние, производится точнее при механическом контакте, нежели при визировании с помощью микроскопа увеличением 30 $\times$.

VI. РАСПАКОВКА И УСТАНОВКА ПРИБОРА

Прибор транспортируется в ящике, в котором, кроме микроскопа, находятся все его принадлежности.

При распаковке необходимо руководствоваться инструкцией, вложенной в укладочный ящик.

Прибор рекомендуется устанавливать в затемненном участке помещения.

Микроскоп должен быть установлен на прочном столе, защищенном от толчков, сотрясений и непосредственного воздействия тепловых установок и солнечных лучей.

Установка отдельных приспособлений на прибор должна производиться аккуратно, с соблюдением предосторожностей.

Для правильной установки предметного стекла на измерительном столе необходимо совместить паз предметного стекла с лункой на плите измерительного стола, ось которой совпадает с его продольным перемещением. После установки стекла лунки нужно заполнить воском, мастикой или пластилином.

вым поверхностям объекта, вследствие чего в поле зрения микроскопа наблюдается теневой контур объекта. От измеряемого объекта лучи попадают в объектив микроскопа. Для получения различных увеличений каждый микроскоп снабжается тремя сменными объективами 7; 7а и 7б.

Пройдя линзы объектива, лучи проходят призму 8, защитные стекла 9, сетку соответствующей сменной головки 11 и окуляр 12.

Изображение измеряемого объекта, получаемое в фокальной плоскости окуляра, в результате преломления лучей в системе линз объектива, рассматривается в увеличенном виде через окуляр. Благодаря наличию призмы 8, изображение рассматриваемого объекта видно через окуляр в прямом (не перевернутом) виде и все перемещения его воспринимаются соответственно действительным направлениям перемещений объекта.

IV. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА

Общий вид прибора представлен на рис. 2.

Микроскоп состоит из чугунного основания 18, на котором смонтирован измерительный стол 19 с микрометрическими винтами продольного 28 и поперечного 27 перемещений и колонка 20, по направляющим которой при помощи маховичков 23 перемещается кронштейн 22 с микроскопом. В задней стенке основания вмонтировано осветительное устройство 34.

1. Измерительный стол

Измерительный стол 19 (рис. 2) установлен на направляющих и может перемещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях при помощи микрометрических винтов. Величина перемещения стола определяет-

ся по масштабным гильзам и барабанам, связанным с микрометрическими винтами*. Цена деления на барабане 0,005 мм. Шаг микровинта 1 мм.

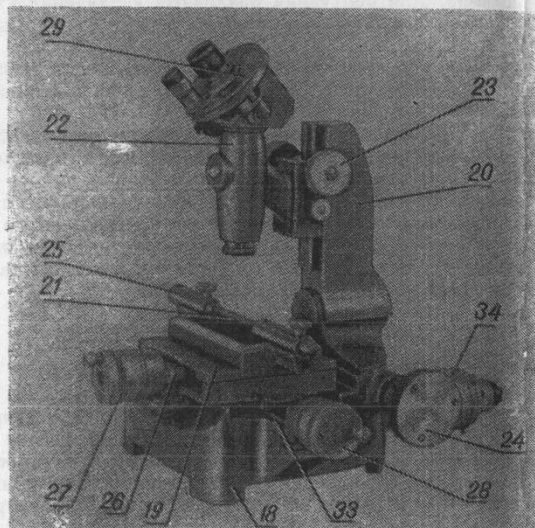


Рис. 2.

В верхней части стола имеется предметное стекло, на которое ставятся измеряемые объекты.

В продольном направлении стол может перемещать-

* В последующем изложении микрометрические винты для краткости будут сокращенно именоваться «микровинты».

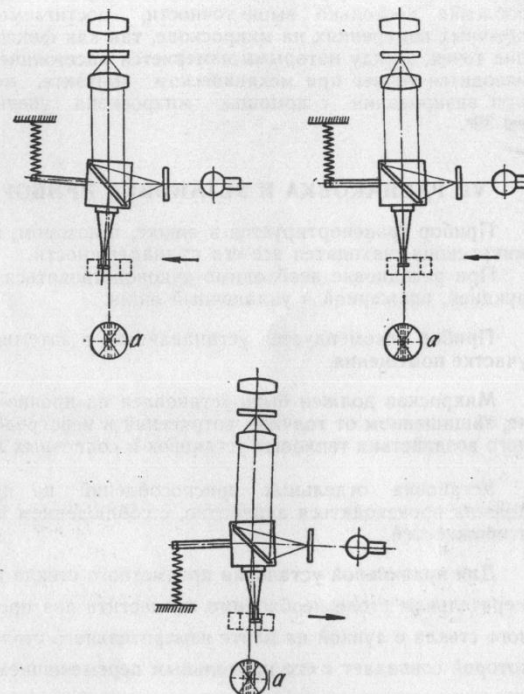


Рис. 19.

Схема работы приспособления.

а — вид в поле зрения.

цо, под действием пружины прижимается к внутренней поверхности кольца. Действуя микровинтом продольного перемещения стола, добиваются положения, при котором штрих окулярной сетки микроскопа будет находиться строго между нитями сетки приспособления. Медленно перемещая стол микроскопа в ту и другую сторону в поперечном направлении и следя за положением нитей сеток, необходимо убедиться в том, что точка касания измерительного наконечника с внутренней поверхностью кольца лежит на диаметре (а не на хорде), параллельном продольному ходу стола.

После надлежащего совмещения нитей сеток производится отсчет по шкале барабана продольного микровинта. Затем, действуя поворотом кольца 39, переключают направление действия пружины и перемещают стол в продольном направлении до тех пор, пока наконечник рычага не коснется внутренней поверхности кольца с другой стороны.

Добившись совмещения нитей окулярной сетки микроскопа и биссектора приспособления, производят второй отсчет по той же шкале. Разность отсчетов плюс диаметр наконечника выразят величину диаметра кольца *. Описанное приспособление может быть использовано также для измерения ширины пазов деталей и для наружных измерений. Пределы измерения приспособления при установке на малом инструментальном микроскопе составляют $5 \div 70$ мм.

Наибольшая глубина измеряемых отверстий с применением наконечника $\varnothing 8$ мм — 28 мм, измерительное усилие $0,1 \div 0,2$ н.

* Действительный размер диаметра наконечника рекомендуется периодически проверять с точностью до 0,0005 мм.

ся независимо от микровинта на длину 50 мм. Таким образом, применяя плоскопараллельные концевые меры длины до 50 мм, можно измерять длину до 75 мм.

Стол микроскопа находится под действием сильных пружин, что обеспечивает необходимый контакт между торцем штока микровинта и доведенным упором стола.

При работе с применением плоскопараллельных концевых мер длины, последние должны укладываться на специальную шлифованную площадку 33 основания.

При выполнении измерительных операций стол приводится часто отводить в крайнее левое положение, при

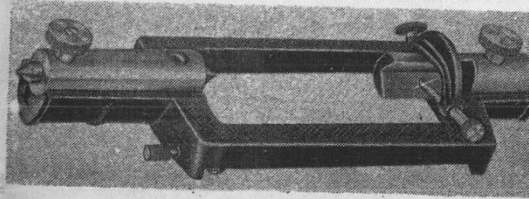


Рис. 3.

котором он теряет контакт с микровинтом. Возвращение его в исходное положение происходит под действием вышеуказанных пружин.

Во избежание ударов движение стола замедляется специальным механизмом — амортизатором.

Амортизатор работает только при движении измерительного стола слева направо. При этом механизм посредством ряда шестерен вызывает вращение крыльчатки. Крыльчатка испытывает сопротивление воздуха, что и создает равномерность в перемещении стола.

2. Бабка с центрами

Бабка с центрами 25 (рис. 2) применяется для закрепления деталей, имеющих внутренние и наружные центры. Устанавливается она на верхнюю плиту измерительного стола так, чтобы осевая линия центров была параллельна продольному направлению движения стола.

3. Призма для бесцентровых деталей

Для закрепления деталей, не имеющих ни внутренних, ни наружных центров, применяется призма (рис. 3).

Для установки линии центров в направлении, параллельном продольному ходу, измерительный стол можно поворачивать вокруг вертикальной оси на угол $\pm 5^\circ$ с помощью механизма поворота стола 26 (рис. 2).

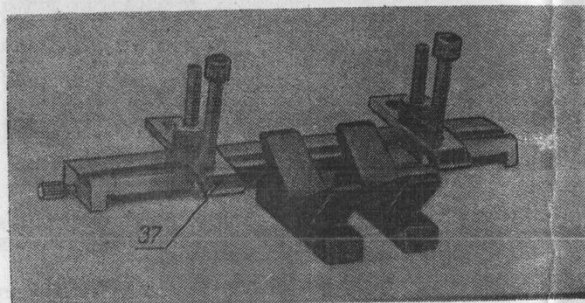


Рис. 4.

4. Призматические стойки и прижим к ним

Две призматические стойки и прижим к ним, состоящий из планки и струбцинок, составляют V-образное приспособление (рис. 4).

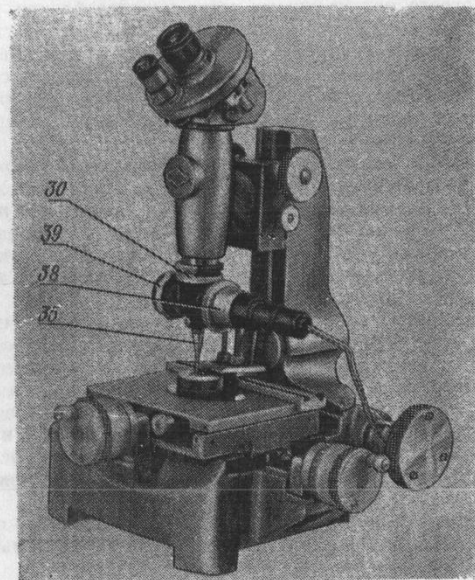


Рис. 18

При этих измерениях необходимо пользоваться точкой пересечения линий штриховой сетки, т. е. перекрестием окулярной угломерной головки.

3. Измерение расстояний между центрами отверстий

Измеряемый объект с помощью угломерной головки устанавливают так, чтобы ось, соединяющая центры отверстий, была параллельна ходу стола, затем взамен угломерной головки устанавливают головку двойного изображения (рис. 11).

Фокусируют микроскоп на одно из отверстий. В поле зрения будет наблюдаться раздвоенное изображение этого отверстия. После совмещения этих изображений производят первый отсчет. Затем микровинтом подводят в поле зрения раздвоенное изображение второго отверстия, совмещают их в одно и производят второй отсчет.

Разность отсчетов будет равна измеряемому расстоянию между центрами отверстий.

При этих измерениях следует пользоваться объективами 3х и 5х.

4. Измерение радиусов кривизны

Револьверная головка с дугами разной кривизны устанавливается на микроскоп таким же образом, как и основная — окулярная угломерная головка. Измеряемое изделие помещается на стол прибора. Видимый контур шаблона (рис. 10) совмещается с наиболее точно совпадающим по контуру штриховым профилем в окуляре микроскопа.

5. Измерение контактным приспособлением

Поверяемое кольцо устанавливается и закрепляется на столе микроскопа. Наконечник 35, введенный в коль-

Направляющие плоскости призматических стоек составляют между собой угол 120° . Это приспособление применяется для установки на него цилиндрических деталей, не имеющих центров или превышающих по своей длине рабочие пределы бабки с центрами.

Призматические стойки закрепляются на измерительном столе с помощью струбцинок 37, которые имеют возможность перемещения по Т-образному пазу планки.

Для закрепления мелких деталей к прибору применяется, кроме вышеуказанных приспособлений, прижим

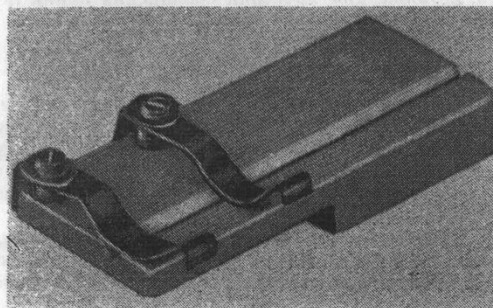


Рис. 5.

для крепления малых деталей (рис. 5), также устанавливаемый на измерительном столе.

5. Контрольный валик

Контрольный валик (рис. 2, поз. 21 и рис. 6) предназначен для фокусировки микроскопа на горизонтальную

плоскость, совпадающую с линией центров бабки, для установки линии центров параллельно продольному ходу



Рис. 6

стола, а также для проверки совпадения линии центров с осью вращения колонки.

6. Колонка

Колонка 20 (рис. 2) служит для закрепления на ней микроскопа. Кронштейн 22 через направляющую кронштейна соединяется с колонкой 20. Перемещение кронштейна по колонке вверх и вниз осуществляется с помощью кремальерного механизма, приводимого в действие маховичком 23.

С помощью маховичка 24 колонка может наклоняться от вертикального положения влево и вправо на 10° . Угол наклона определяется по шкале, нанесенной на гильзе маховичка. Цена деления шкалы 30 минут. Наклон производится для получения резких изображений резьбовых и других профилей, наблюдаемых под углом их подъема. В вертикальном положении колонка фиксируется специальным фиксатором.

7. Окулярные головки

При работе на приборе могут применяться четыре окулярные головки: окулярная угломерная головка 29 (рис. 2), револьверная головка с дугами разной кривиз-

Отклонение биссектрисы угла профиля от перпендикулярности оси изделия равно:

$$\frac{30^\circ 9' - 30^\circ 3'}{2} = 3'.$$

Погрешности измерений половин угла профиля для резьбы с шагом менее 1 мм сильно возрастают ввиду трудности правильного совмещения изображения стороны профиля (очень малой длины) со штриховой линией сетки.

Уменьшение погрешностей измерения достигается повторными измерениями, что особенно важно при измерении резьбы с малой величиной шага.

2. Измерение конусов

Правильность конуса определяется половиной угла конуса « α » (угол наклона). Этот угол следует считать заданным, если известна конусность изделия. Конусность «К» определяется измерением диаметров в двух поперечных сечениях конуса на известной длине:

$$K = \frac{D-d}{L} = 2 \operatorname{tg} \alpha,$$

где:

- D — диаметр конуса в большем сечении;
- d — диаметр конуса в меньшем сечении;
- L — длина между этими сечениями.

Следовательно, для практического определения конусности изделие закрепляют в центрах бабки, измеряют диаметры в двух сечениях и определяют расстояние между этими сечениями.

На противоположной стороне профиля резьбовой детали получены отсчеты $30^{\circ}2'$; $329^{\circ}56'$ (средние из трех). Соответствующие им половины угла профиля равны:

$$\frac{\alpha_1}{2} = 30^{\circ}2' \quad \frac{\alpha_3}{2} = 30^{\circ}4'.$$

Среднее значение половин угла профиля равно для левой половины угла:

$$\frac{\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\alpha_2}{2}}{2} = \frac{30^{\circ}2' + 30^{\circ}8'}{2} = 30^{\circ}5'.$$

Для правой половины угла:

$$\frac{\frac{\alpha_3}{2} + \frac{\alpha_4}{2}}{2} = \frac{30^{\circ}4' + 29^{\circ}54'}{2} = 29^{\circ}59'.$$

Для получения более точного результата воспользуемся формулой, указанной выше:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ лев.} &= \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ лев.}}{\cos \beta} = \frac{\operatorname{tg} 30^{\circ}5'}{\cos 4^{\circ}} = \\ &= \frac{0,57929}{0,99756} = 0,58070, \quad \frac{\alpha}{2} \text{ лев.} \approx 30^{\circ}9'. \\ \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ прав.} &= \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ прав.}}{\cos \beta} = \frac{\operatorname{tg} 29^{\circ}59'}{\cos 4^{\circ}} = \frac{0,57696}{0,99756} = \\ &= 0,57837, \quad \frac{\alpha}{2} \text{ прав.} \approx 30^{\circ}3'. \end{aligned}$$

ны 31 (рис. 9), револьверная головка с набором профилей метрической и дюймовой резьб и головка двойного изображения 32 (рис. 11).

Окулярная угломерная головка (рис. 2, поз. 29)

Окулярная угломерная головка предназначена для выполнения линейных и угловых измерений и является наиболее существенной частью микроскопа.

Внутри корпуса головки имеется стеклянная пластинка со штриховой сеткой 11 и лимб 10 (рис. 1), разделенный по окружности на 360 равных частей. Пластика со штриховой сеткой и лимб градусной шкалы жестко связаны между собой и имеют общий центр вращения, ко-

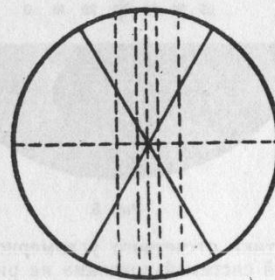


Рис. 7

торый находится на оптической оси микроскопа. Штриховая сетка наблюдается в окуляр основного микроскопа, а градусная и минутная шкалы — в отсчетный угломерный микроскоп.

Вид поля зрения при наблюдении в окуляр основного микроскопа представлен на рис. 7, а при наблюдении в отсчетный микроскоп — на рис. 8.

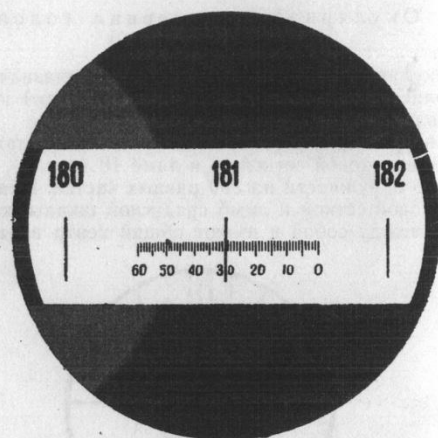


Рис. 8.

Схема оптики отсчетного угломерного микроскопа с осветительной системой показана на рис. 1, где:

- 17 — зеркало для освещения градусной и минутной шкал;
- 16 — светофильтр;
- 15 — объектив микроскопа;
- 14 — минутная шкала;
- 13 — окуляр микроскопа;
- 10 — лимб.

наклонить колонку прибора в противоположную сторону на угол, равный углу подъема резьбы.

Полученные результаты измерения значений половин угла профиля меньше их действительных значений, вследствие наклона колонки микроскопа (особенно при измерении резьб с углом подъема свыше 4°).

Для получения тангенса действительных значений половины угла профиля следует тангенс измеренных значений половин угла профиля разделить на косинус угла подъема резьбы.

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2}}{\cos \beta}$$

где:

$\frac{\alpha}{2}$ — искомая половина угла профиля (половина угла профиля в осевом сечении);

$\frac{\alpha_1}{2}$ — измеренная половина угла профиля (половина угла профиля в сечении, расположенном под углом β к осевому сечению);

β — угол подъема резьбы.

Например: допустим, что при измерении угла профиля резьбы с углом подъема 4° на стороне профиля резьбовой детали, ближней к наблюдателю, получены отсчеты (средние из трех) $329^\circ 52'$; $29^\circ 54'$, соответствующие им половины угла профиля равны:

$$\frac{\alpha_2}{2} = 30^\circ 8' \quad \frac{\alpha_4}{2} = 29^\circ 54'$$

ошибки, вызываемые искажением профиля вследствие проектирования контура резьбы, а не осевого сечения. При измерении угла совмещают одну из линий штриховой сетки со стороной профиля резьбы и отсчитывают половину угла профиля (рис. 16).

Если биссектриса угла профиля перпендикулярна оси резьбы, то полученные углы должны быть равны.

В случае неравенства этих углов, отклонение биссектрисы угла профиля от перпендикулярности к оси резьбы изделия может быть определено как половина разности

между полученными значениями углов $\frac{\alpha_1}{2}$ и $\frac{\alpha_2}{2}$.

Для исключения систематических ошибок измерения, являющихся результатом непараллельности оси резьбы продольному направлению перемещения стола, половины угла профиля следует измерять в одном осевом сечении, но с двух противоположных сторон.

При этом действительные значения половины угла профиля (правой и левой) определяют как среднее арифметическое из результатов измерений, произведенных по соответствующей стороне профиля, по следующим формулам:

$$\frac{\alpha}{2} \text{ прав.} = \frac{\frac{\alpha_3}{2} + \frac{\alpha_4}{2}}{2}$$

$$\frac{\alpha}{2} \text{ лев.} = \frac{\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\alpha_2}{2}}{2}$$

Для осуществления измерения половины угла профиля на противоположной стороне резьбовой детали следует

Освещенная часть лимба проектируется на минутную шкалу, 60 делений которой соответствуют одному делению лимба (рис. 8), следовательно, цена деления угломерной шкалы равняется одной минуте.

Окулярная угломерная головка съемная и может быть заменена головкой двойного изображения или одной из револьверных головок.

Револьверная головка с дугами разной кривизны

Револьверная головка с дугами разной кривизны (рис. 9) предназначена для определения радиусов закруглений разных изделий. Контур закругления деталей проектируется объективом микроскопа на стеклянный диск, на котором нанесены профили дуг нормальных радиусов. Картина, которая наблюдается через окуляр головки при измерении радиуса закругления изделия, представлена на рис. 10.

Увеличение окуляра составляет 10×. Головка рассчитана на применение объективов 1× и 3×. Вращение диска осуществляется при помощи маховичка 36 (рис. 9).

Окулярная головка двойного изображения (рис. 11)

Эта головка предназначена для измерения расстояний между центрами отверстий, имеющих ось симметрии, а также для измерения расстояний между штрихами шкал и сеток. Увеличение окуляра составляет 10×.

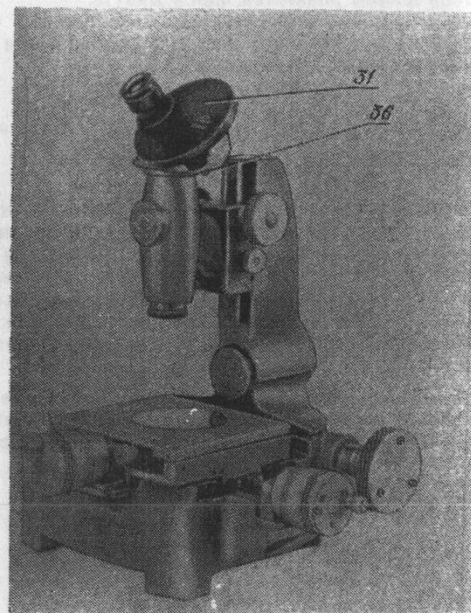


Рис. 9

При измерении между крайними витками получены следующие результаты:

Слев.п = 10,006 мм; Справ.п = 10,002 мм.

$$S_n = \frac{S_{\text{лев.п}} + S_{\text{справ.п}}}{2} = \frac{10,006 + 10,002}{2} = 10,004 \text{ мм}$$

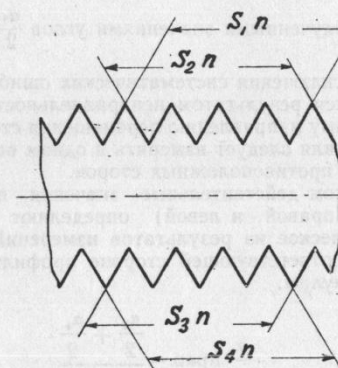


Рис. 17

Измерение половины угла профиля

Измерение половин, а не целого угла необходимо для того, чтобы можно было судить о наклоне профиля к оси резьбы. Проекционный метод дает возможность выявить

отсчета по продольному микровинту отвести измерительный стол влево и поместить концевую меру.

Число витков (n), между которыми производится измерение, умноженное на номинальный шаг (S) резьбы, должно быть равно размеру установленной концевой меры.

При правильном шаге штриховая линия в поле зрения окажется совмещенной с изображением стороны соответствующего витка.

Если этого совмещения не наблюдается, то оно достигается вращением продольного микровинта. Разность показаний по барабану микровинта до и после совмещения даст величину погрешности шага на данной длине.

Измерение следует повторить, совмещая со штриховой линией окулярной угломерной головки вторые образующие профиля резьбы. Действительным размером шага на данном участке будет являться среднее арифметическое из полученных результатов измерений по правым и левым сторонам профиля.

Измерение шага по правым и левым сторонам профиля резьбы необходимо для исключения ошибки, могущей возникнуть за счет несовпадения оси винта с линией центров. Шаг измеряется со стороны профиля, обращенной к наблюдателю, и с противоположной стороны (рис.17). Среднее арифметическое из четырех полученных результатов измерений принимают за действительный размер шага на данном участке.

$$S_n = \frac{S_1n + S_2n + S_3n + S_4n}{4}$$

Пример подсчета:

Производится измерение резьбы с номинальным шагом 2 мм.

Револьверная головка с набором профилей метрической и дюймовой резьб

Данная головка предназначена для измерения угла, высоты и наклона профиля резьбы, шага и среднего диаметра резьбы.

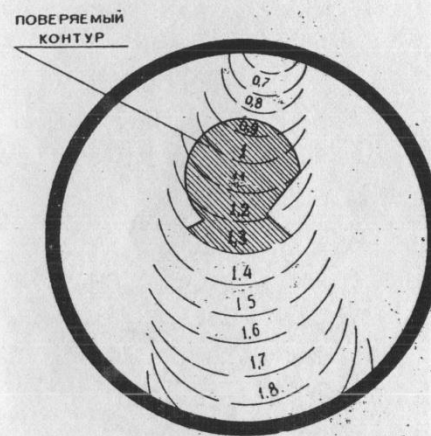


Рис. 10

метра резьбы. Контур измеряемой детали проектируется объективом микроскопа на стеклянный диск, на котором нанесены штриховые контуры профилей метрической резьбы для шага от 0,2 мм до 6 мм, и дюймовой резьбы

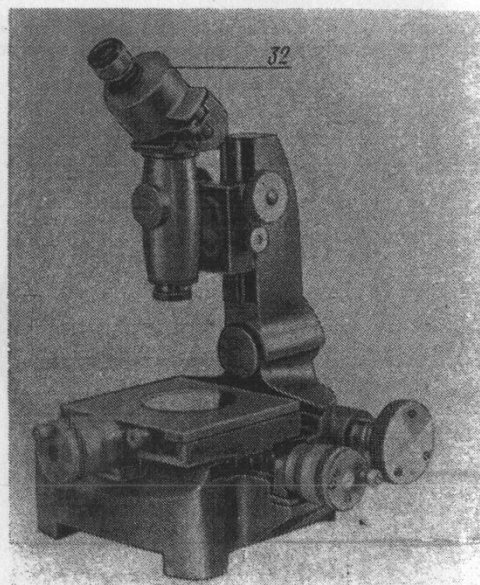


Рис. 11

Разность полученных отсчетов даст величину шага (или суммы шагов, если перемещают стол на соответствующее расстояние), измеренного по одной стороне профиля.

Затем лимб окулярной угломерной головки поворачивают так, чтобы одна из его штриховых линий была

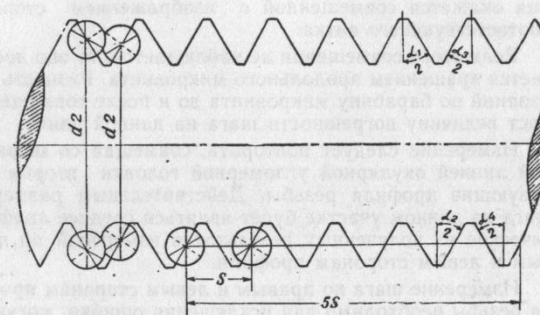


Рис. 16

параллельна изображению второй стороны профиля резьбы, и повторяют измерение способом, указанным выше.

Действительным размером шага на данном участке будет являться среднее арифметическое из полученных результатов измерений по левым и правым сторонам профиля.

При измерении концевыми мерами необходимо после совмещения изображения стороны одного из витков резьбы со штриховой линией сетки и производства первого

линию сетки с профилем резьбы и производят второй отсчет.

Разность отсчетов даст величину среднего диаметра резьбы, измеренного по одной стороне профиля.

После этого совмещают со штриховой линией штриховой сетки другую сторону профиля резьбы и повторяют измерения в том же порядке.

Фактической величиной среднего диаметра резьбы для данной нитки является среднее арифметическое из полученных результатов измерений по правым и левым сторонам профиля.

Измерение шага S

(рис. 16)

Измерение шага резьбы может быть произведено с отсчетом по продольному микровинту прибора и с применением плоскопараллельных концевых мер длины.

При измерении колонку прибора необходимо наклонить на угол подъема резьбы. Затем совмещают с помощью продольного и поперечного микровинтов и одновременного вращения маховичка лимба окулярной угломерной головки изображение стороны профиля резьбы детали с одной из штриховых линий сетки окулярной угломерной головки. Отсчеты производятся по барабану продольного микровинта. Как первый отсчет, так и все последующие должны являться средним арифметическим из нескольких отсчетов, которые осуществляются путем неоднократных совмещений измеряемого контура со штриховой линией окулярной угломерной головки. При измерении шага только микровинтом перемещают стол до совмещения с той же штриховой линией окулярной угломерной головки изображения стороны следующего витка профиля резьбы и производят второй отсчет.

от 24 до 4 ниток на дюйм. Картина, наблюдаемая через окуляр головки, показана на рис. 12.

Головка рассчитана на применение объектива 3 $\times$.

Револьверная головка с дугами разной кривизны, окулярная головка двойного изображения и револьверная головка с набором профилей метрической и дюймовой резьбы закрепляются на приборе так же, как и окулярная угломерная головка.

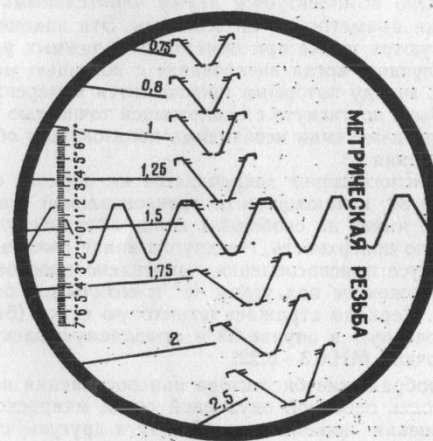


Рис. 12

8. Объективы микроскопа

К прибору прилагаются три объектива: 1 $\times$, 3 $\times$ и 5 $\times$. Учитывая, что увеличение окуляров всех головок 10 $\times$, то

общее увеличение на микроскопе можно получить 10^x, 30^x и 50^x.

9. Контактное приспособление для измерения отверстий (оптический щуп)

Контактное приспособление (рис. 18) предназначается главным образом для измерения внутренних размеров. Оно комплектуется двумя мерительными наконечниками диаметром 8 мм и 3,5 мм. Эти наконечники используются также при измерении наружных размеров в тех случаях, когда визирирование с помощью микроскопа точек, между которыми производится измерение, не может быть достигнуто с надлежащей точностью.

При измерении необходимо пользоваться объективом увеличения 3^x.

Приспособление закрепляется на оправе объектива гайкой 30; качающийся на горизонтальной оси наконечник 35 имеет на свободном конце сферическую измерительную поверхность. На другом конце рычага, скрытом в корпусе приспособления, закреплено плоское зеркало, расположенное под углом 45° к оптической оси микроскопа. Зеркало отражает штриховую сетку (биссектор), заключенную в оправе 38 и освещаемую электрической лампочкой МН 6,3—0,22.

Изображение биссектора приспособления попадает в плоскость основной окулярной сетки микроскопа. При отклонении наконечника 35 в ту и другую сторону от среднего положения, изображение биссектора приспособления будет перемещаться относительно перекрестия нитей окулярной сетки.

Резкость изображения биссектора приспособления регулируется поворотом оправы 38. Наконечник 35 под действием пружины оттягивается вправо или влево. Пере-

Измерение диаметров гладких цилиндрических деталей производится аналогично.

Измерение внутреннего диаметра резьбы

Измерение внутреннего диаметра производится методом, указанным для измерения наружного диаметра, но не менее чем в двух сечениях, перпендикулярных оси резьбовой детали*.

Измерение среднего диаметра

Предварительно, так же как и при измерении наружного и внутреннего диаметров, резьбовую деталь, закрепленную в центрах, устанавливают параллельно продольному ходу предметного стола. Наклонив колонку на угол, равный углу подъема резьбы изделия, совмещают одну из штриховых линий штриховой сетки с изображением стороны профиля резьбы детали, действуя, при необходимости, поперечным и продольным микровинтами. Отметив первый отсчет по барабану поперечного микровинта, перемещают стол этим же винтом до появления диаметрально противоположной параллельной стороны профиля резьбы. Наклонив колонку на тот же угол, но в противоположную сторону, снова совмещают штриховую

* Для устранения влияния мертвого хода микровинтов прибора на результат измерения следует перемещать измерительный стол так, чтобы при совмещении теневого контура детали со штриховой линией сетки края теневого контура подходили к этой линии с одной и той же стороны, для чего необходимо вращать барабан микровинта в одну и ту же сторону.

1. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗЬБЫ

Инструментальный микроскоп ММИ-2 позволяет измерять следующие элементы резьбы болтов и метчиков (с четным числом канавок): наружный диаметр d , внутренний диаметр d_1 , средний диаметр d_2 , шаг S и по-

ловины угла профиля $\frac{\alpha}{2}$.

Эти же элементы, за исключением среднего диаметра, можно поверять и у резьбового калибра.

Измерение наружного диаметра резьбы и диаметра гладких цилиндрических деталей

Для измерения наружного диаметра резьбы изделие закрепляют в центрах или V-образных подставках, а затем устанавливают его параллельно продольному ходу предметного стола. Для этого совмещают с помощью поперечного микровинта горизонтальную штриховую линию штриховой сетки окулярной угломерной головки с изображением вершин профиля резьбы и поверяют совмещение по всей длине, перемещая стол в продольном направлении. Затем производят первый отсчет по барабану поперечного микровинта. С помощью этого же микровинта перемещают измерительный стол с деталью до совмещения изображения вершин профиля противоположной стороны резьбы с той же штриховой линией штриховой сетки и производят второй отсчет.

Разность отсчетов дает величину наружного диаметра резьбы. За окончательный результат измерения следует принимать среднее арифметическое из двух-трех разностей отсчетов.

ключение направления действия пружины производится поворотом кольца 39.

Принципиальная схема действия приспособления показана на рис. 19.

10. Осветители

Освещение детали при измерении в проходящем свете может быть естественным и искусственным. При измерении с применением естественного освещения в кожух осветителя вставляется матовое стекло в оправе (рис. 13), а при применении искусственного освещения в

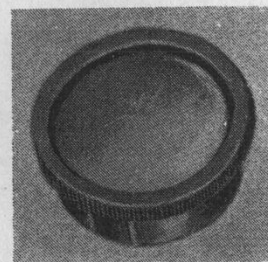


Рис. 13

кожух вставляется осветитель 34 (рис. 2) и включается непосредственно в электрическую сеть соответствующего напряжения. В осветителе установлена лампа 220 в, 15 — 40 вт. При питании от сети напряжением 127 в необходимо произвести замену лампы осветителя.

Многие детали не позволяют производить измерения в проходящем свете, например, матрицы, пуансоны с

фланцами, клейма и др. В этом случае пользуются отраженным светом и применяют специальный осветитель (рис. 14), который закрепляется на объективе основного микроскопа.

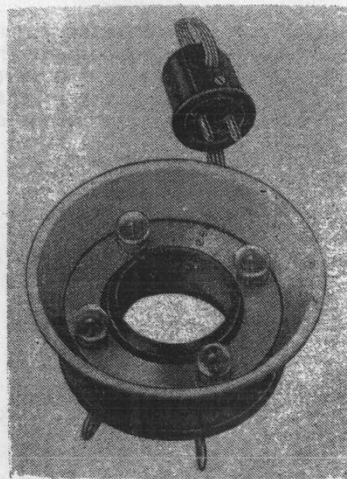


Рис. 14

При недостаточном освещении градусной шкалы угломерной головки на тубус микроскопа устанавливается

осветитель (рис. 15). Осветители (рис. 14, 15) включаются в сеть через понижающий трансформатор прибора.

V. МЕТОДИКА РАБОТЫ

Измерения на приборе могут вестись различными методами. Выбор нужного метода зависит в первую очередь от конфигурации, размеров и других особенностей измеряемого объекта. При измерении деталей, контур которых не перекрывается какими-либо выступающими частями, работу следует вести в проходящем свете.

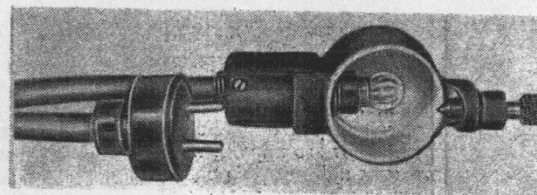


Рис. 15

При измерении изделий, контур которых заслонен от проходящего света какими-либо имеющимися выступами, при проверке глухих отверстий, разметок и т. п. пользуются отраженным светом.

Увеличение следует выбирать в зависимости от необходимой величины поля зрения. При всех других равных условиях следует пользоваться возможно большим увеличением.

При измерении изделий цилиндрической формы следует применять диафрагму, руководствуясь таблицей 1 (стр. 43).