

НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЗАВОД ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА



МИКРОСКОП МАЛЫЙ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ

ММИ-2

1973

НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЗАВОД ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА



МИКРОСКОП МАЛЫЙ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ
ММИ-2

ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
К ПОЛЬЗОВАНИЮ

1973

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Назначение	3
II. Основные данные	3
III. Оптическая схема и принцип действия	10
IV. Конструкция прибора	10
V. Методика работы	26
VI. Распаковка и установка прибора	41
VII. Уход за прибором	41
VIII. Комплект прибора и его укладка	42
IX. Каталог частей для замены	46
X. Возможные неисправности и их устранение	47
Паспорт	49

Заводом ведется постоянная работа по усовершенствованию прибора, поэтому некоторые конструктивные изменения в инструкции, рисунках и схемах могут быть не отражены.

I. НАЗНАЧЕНИЕ

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.

Инструментальный микроскоп является лабораторным прибором и поэтому в помещении, где он установлен, должна поддерживаться температура $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ и относительная влажность не должна превышать 80%.

II. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РАЗМЕРЫ

Наименование параметров и размеров	Нормы
Пределы измерений в мм:	
в продольном направлении	0—75
в поперечном направлении	0—25
Пределы измерений микрометрическими винтами в мм	0—25
Пределы измерений плоских углов, в угловых градусах окулярной угломерной головки	0—360

Пределы поворота стола в угловых градусах	0±5
Пределы углов наклона колонки микроскопа относительно вертикального положения в угловых градусах, не менее	±10
Увеличение визирного микроскопа, крат	10; 30; 50
Увеличение объектива, крат	1; 3; 5
Поле зрения визирного микроскопа (диаметр рассматриваемого круга) в зависимости от увеличения в мм	21; 7; 4,2
Увеличение отсчетного устройства окулярной угломерной головки, крат	45
Максимальное расстояние между объективом и предметным столом в мм	130
Максимальное расстояние между центрами в мм	200
Максимальный диаметр устанавливаемого в центрах изделия в мм	55
Максимальный диаметр изделия, устанавливаемого в призматических опорах в мм	100
Минимальное расстояние от колонки до оси тубуса микроскопа (вылет) в мм	80
Цена деления: шкал барабанов микрометрических винтов в мм	0,005

окулярной угломерной головки в угловых минутах	1
шкалы наклона микроскопа в угловых минутах	30
Габаритные размеры микроскопа в мм, не более:	
длина	580
ширина	450
высота	510
Масса микроскопа в кг, не более:	
с окулярной угломерной головкой и осветителем	27
в упаковке	85
Габаритные размеры упаковочного ящика в мм:	
длина	540
ширина	430
высота	440

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 5.1112-71 и приведенными в табл. 2.

НОРМЫ ТОЧНОСТИ

Наименование показателей	Нормы
1. Предел допускаемой основной погрешности прибора в мкм: при измерении образцовой штриховой шкалы микрометрическими парами продольного и поперечного перемещений предметного стола, считая от нуля до любого деления (исключая мертвый ход)	± 3
при измерении образцовой штриховой шкалы плоскопараллельными концевыми мерами длины 2-го класса ГОСТ 9038-59	± 2
2. Предел допускаемой основной погрешности прибора в угловых минутах: при измерении плоских углов с помощью круговой шкалы (лимба) окулярной угломерной головки	± 1
3. Мертвый ход в микрометрических парах в мкм	2
4. Отклонения от прямолинейности движения предметного стола в пределах его хода в продольном и поперечном направлениях в мм, не более	0,002

5. Отклонения от перпендикулярности направлений продольного и поперечного перемещений предметного стола в угловых секундах, не более	30
6. Отклонения от прямолинейности движения тубуса микроскопа и перпендикулярности его перемещения относительно плоскости предметного стола при «нулевом» положении колонки в угловых минутах, при перемещении реечным механизмом, не более	2
7. Боковое смещение точки наводки микроскопа при его наклоне вокруг оси колонки на предельный угол в мм, не более, в том случае, когда объект наводки лежит: в горизонтальной плоскости, проходящей через ось центров	0,004
в плоскости биссектрисы угла установочной призмы	0,01
8. Отклонение от соосности осей внутренних и наружных центров в горизонтальной плоскости в мм	0,01 при расстоянии между центрами 20 и 150 мм (на длине 75 мм)
9. Отклонение от параллельности	

- | | |
|---|---|
| линии, соединяющей вершины центров, плоскости движения предметного стола, в угловых минутах | 1 |
| 10. Отклонение от параллельности к плоскости движения предметного стола в продольном и поперечном направлениях в мм: рабочей плоскости плиты стола | 0,2 на всей длине хода стола
0,4 на длине 90 мм |
| плоскости предметного стекла | |
| 11. Погрешность показаний шкалы наклона колонки микроскопа в угловых минутах | 15 |
| 12. Отклонение от параллельности горизонтальной линии перекрестия штриховой сетки продольному ходу предметного стола при нулевом положении угломерной шкалы в минутах | 1 |
| 13. Отклонение от соосности центра перекрестия штриховой сетки к оси вращения лимба в мм | 0,001 |
| 14. Разность высот призматических стоек | 0,05 мм при расстоянии между стойками 130 мм и 0,03 мм при сдвинутом положении стоек. |

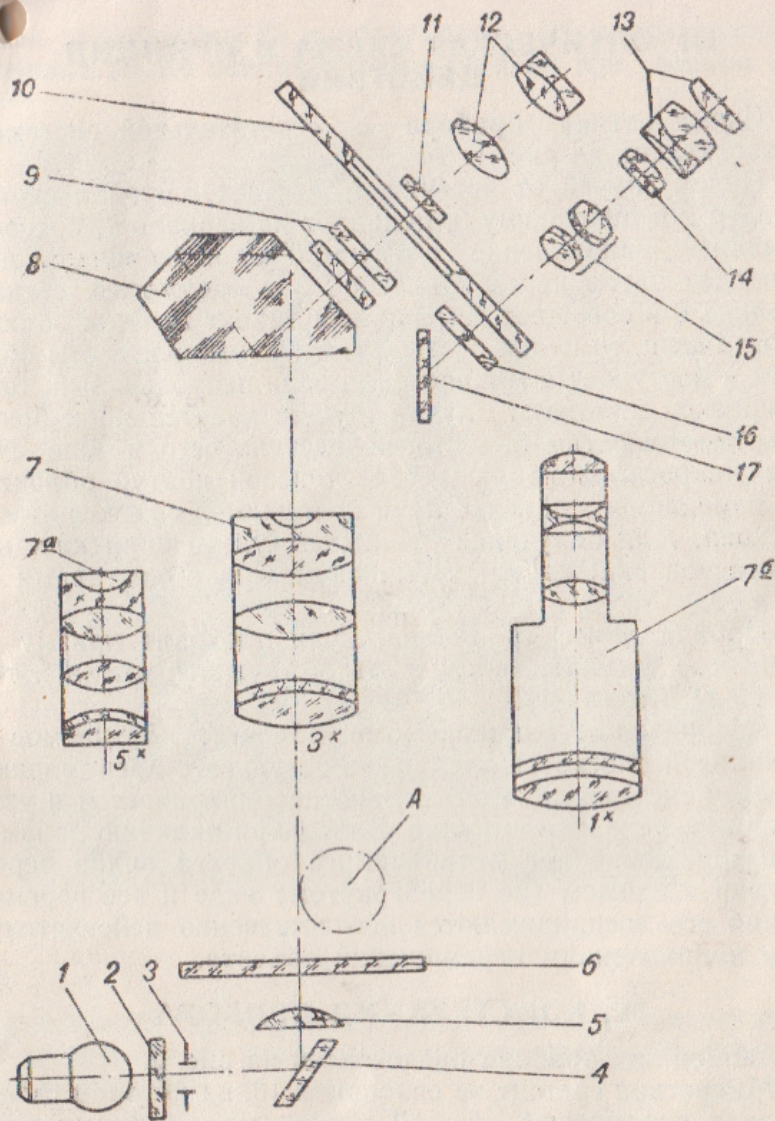


Рис. 1

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 боковым 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 основания 18, на котором смонтирован предметный стол 19 с микрометрическими вин-

тами продольного 28 и поперечного 27 перемещений и колонка 20, по направляющим которой при помощи ма-

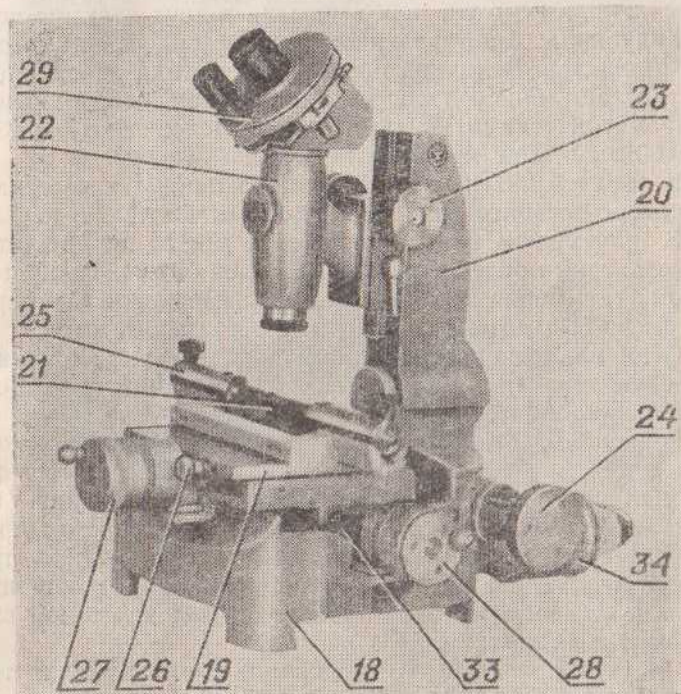


Рис. 2.

ховичков 23 перемещается кронштейн 22 с микроскопом. В задней стенке основания вмонтировано осветительное устройство 34.

1. Предметный стол

Предметный стол 19 (рис. 2) установлен на направляющих и может перемещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях при помощи микрометрических винтов. Величина перемещения стола определяется по масштабным гильзам и барабанам, связанным с микрометрическими винтами*. Цена деления на барабане 0,005 мм. Шаг микровинта 1 мм.

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

В продольном направлении стол может перемещаться 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 пружин, что обеспечивает необходимый контакт между торцом 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 приходится часто отводить в крайнее левое положение, при 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.

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

2. Центровая бабка

Центровая бабка 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).

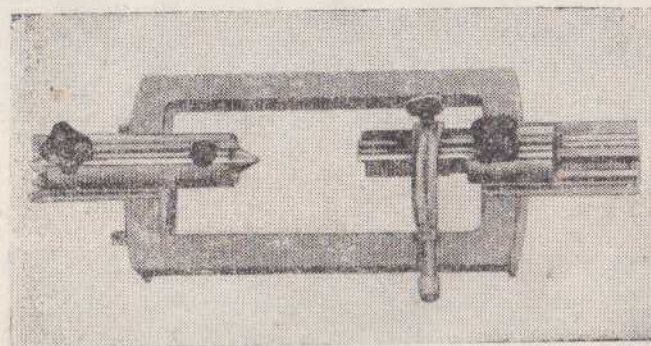


Рис. 3.

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

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).

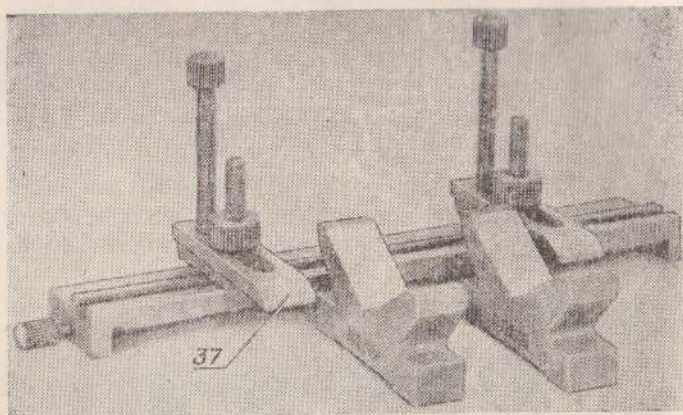


Рис. 4.

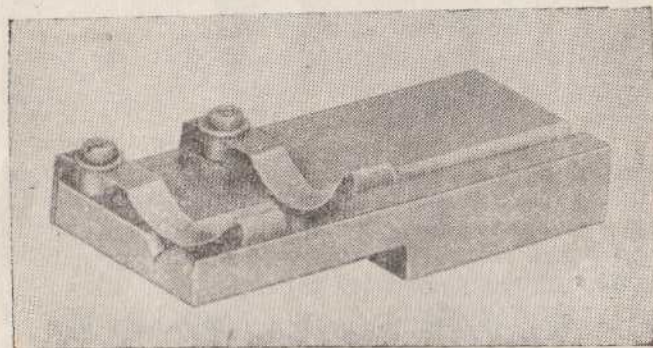


Рис. 5

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 центральной бабки.

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

Для закрепления мелких деталей к прибору прилагается, кроме вышеуказанных приспособлений, прижим для крепления малых деталей (рис. 5), также устанавливаемый на предметном столе.



Рис. 6.

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 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. Головки

При работе на приборе могут применяться четыре головки: окулярная угломерная головка 29 (рис. 2), револьверная головка с дугами разной кривизны 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. Пластинка со штриховой сеткой и лимб градусной шкалы жестко связаны между собой и имеют общий центр вращения, который находится на оптической оси микроскопа. Штриховая сетка наблюдается в окуляр визирного микроскопа, а градусная и минутная шкалы — в отсчетный угломерный микроскоп.

Вид поля зрения при наблюдении в окуляр визирно-

го микроскопа представлен на рис. 7, а при наблюдении в отсчетный микроскоп — на рис. 8.

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

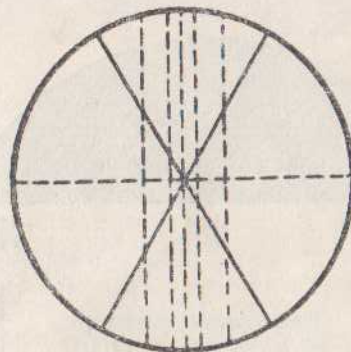


Рис. 7.

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

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 за-

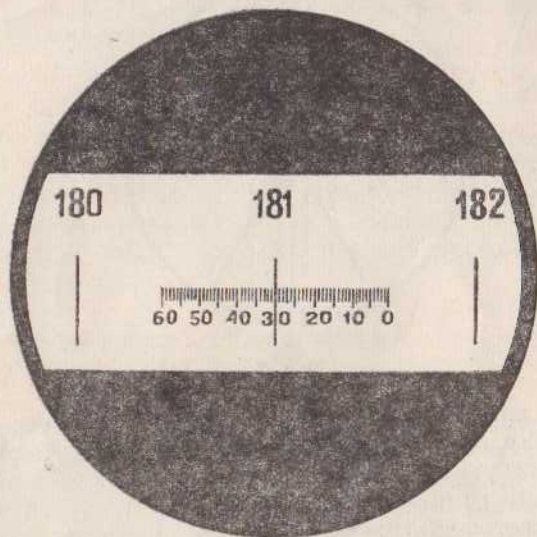


Рис. 8

круглений 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 $10\times$. Головка рассчитана на применение объективов $1\times$ и $3\times$. Вращение диска осуществляется при помощи маховичка 36 (рис. 9).

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 $10\times$.

Револьверная головка с набором профилей метрической резьбы

Данная головка предназначена для измерения угла, высоты и наклона профиля резьбы, шага и среднего диаметра 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 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, головка двойного изображения и револьверная головка с набором профилей метрической резьбы закрепляются на приборе так же, как и окулярная угломерная головка.

8. Объективы

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

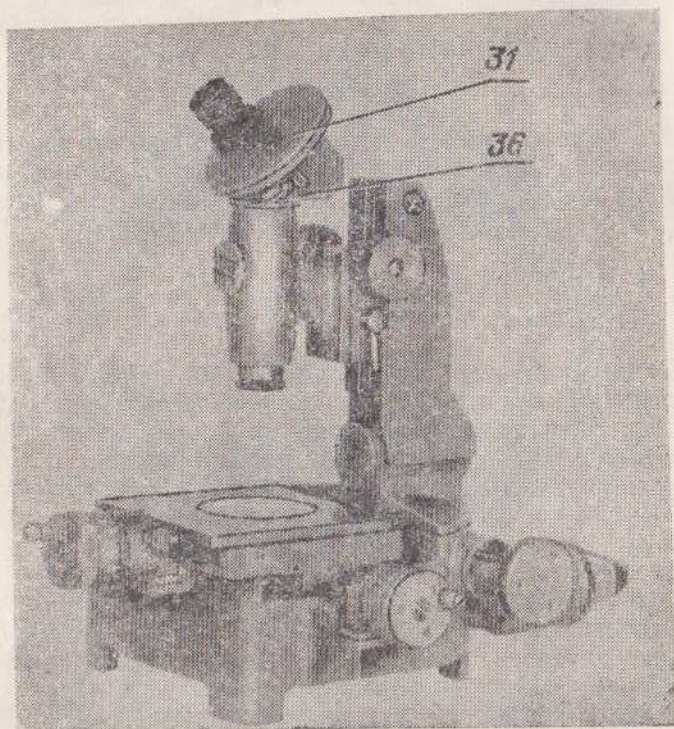


Рис. 9

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

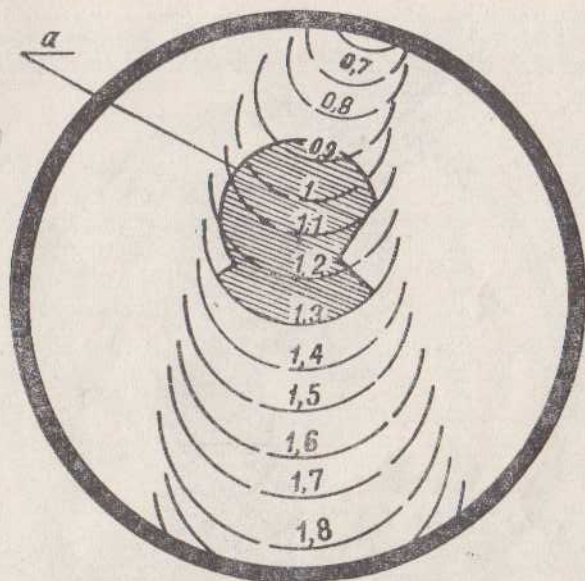


Рис. 10
а — вероятный контур

9. Контактное приспособление (оптический щуп) для измерения отверстий

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 визирование с помощью микроскопа

точек, между которыми производится измерение, не может быть достигнуто с надлежащей точностью.

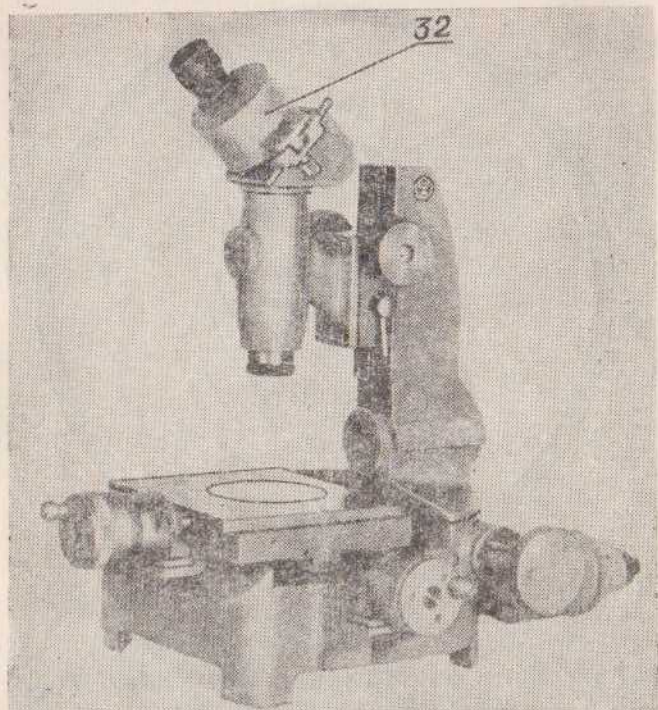


Рис. 11

При измерении необходимо пользоваться объективом увеличения $3\times$.

Приспособление закрепляется на оправе объектива гайкой 30; качающийся на горизонтальной оси наконеч-

ник 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),

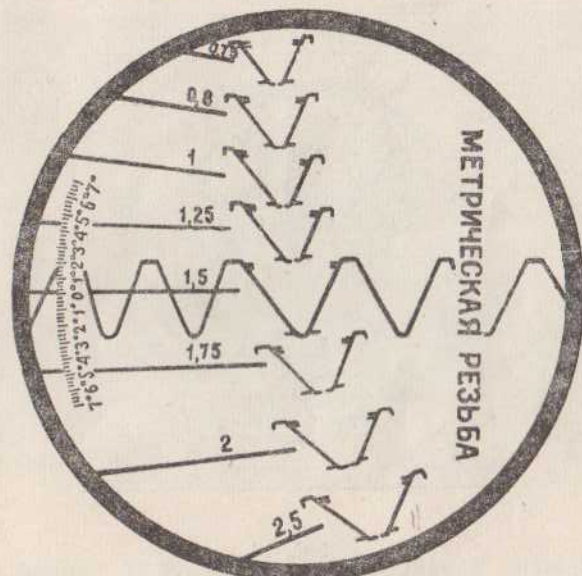


Рис. 12.

заключенную в оправе 38 и освещаемую электрической лампочкой МН6,3—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 приспособ-

собления 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-

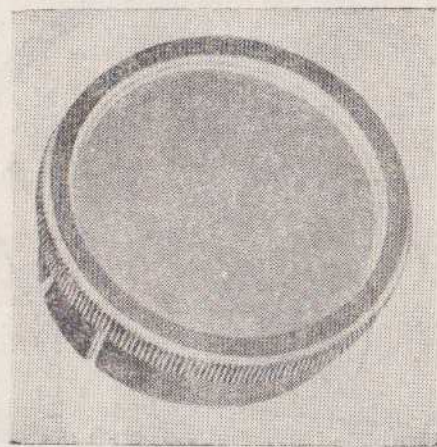


Рис. 13.

ключение направления действия пружины производится поворотом кольца 39.

Принципиальная схема действия приспособления показана на рис. 19.

10. Осветители

Освещение детали при измерении в проходящем снизу свете может быть естественным и искусственным. При

измерении с применением естественного освещения в корпус диафрагмы вставляется матовое стекло в оправе (рис. 13), а при применении искусственного освещения в корпус вставляется осветитель 34 (рис. 2) и включается непосредственно в электрическую сеть соответствующего

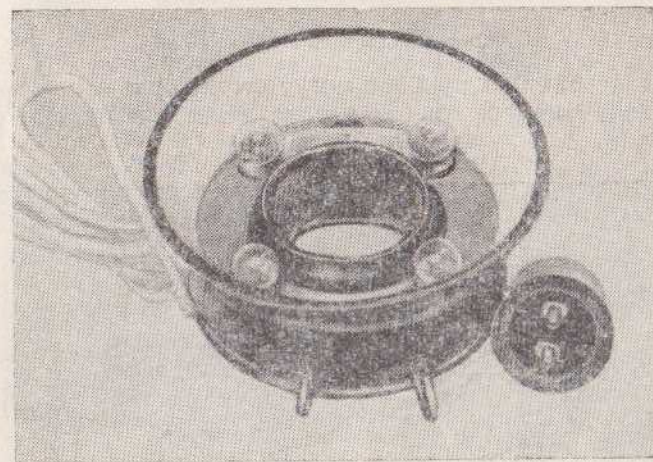


Рис. 14.

напряжения. В осветителе установлена лампа 220 в, 15—40 вт. При питании от сети напряжением 127 в необходимо на панели трансформатора правый цоколь переставить в левое свободное гнездо и заменить лампу 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 визирного микроскопа.

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 оче-

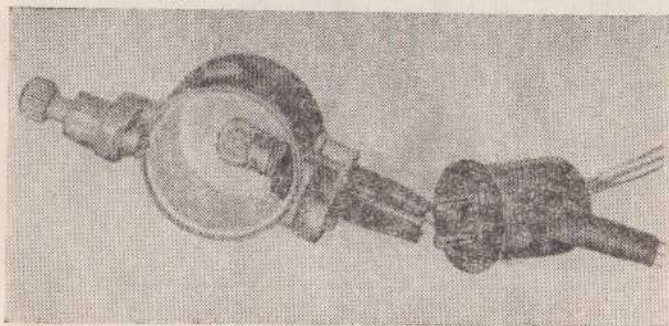


Рис. 15.

редь 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.

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 3 (стр. 46).

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 половины 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 предметный стол с деталью до совмещения изображения вершин профиля противопо-

ложной 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.

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

* Для устранения влияния мертвого хода микровинтов прибора на результат измерения следует перемещать предметный 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.

диаметрально противоположной параллельной стороны профиля резьбы. Наклонив колонку на тот же угол, но в противоположную сторону, снова совмещают штриховую 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 микровину 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.

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

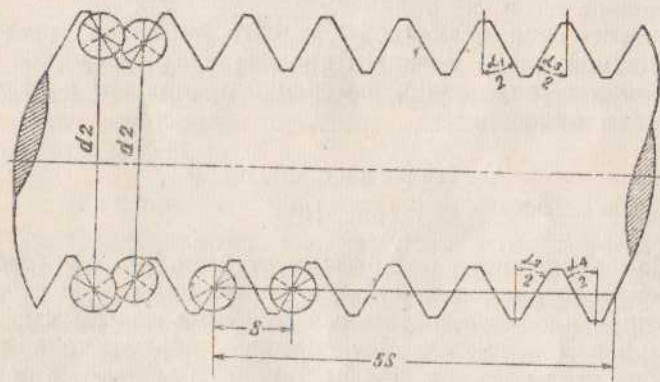


Рис. 16.

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 резь-

бы со штриховой линией сетки и производства первого отсчета по продольному микровинту отвести предметный 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.

При измерении между крайними витками получены следующие результаты:

$S_{\text{лев. п}} = 10,006$ мм; $S_{\text{прав. п}} = 10,002$ мм.

$$S_{\text{п}} = \frac{S_{\text{лев. п}} + S_{\text{прав. п}}}{2} =$$

$$= \frac{10,006 + 10,002}{2} = 10,004 \text{ мм}$$

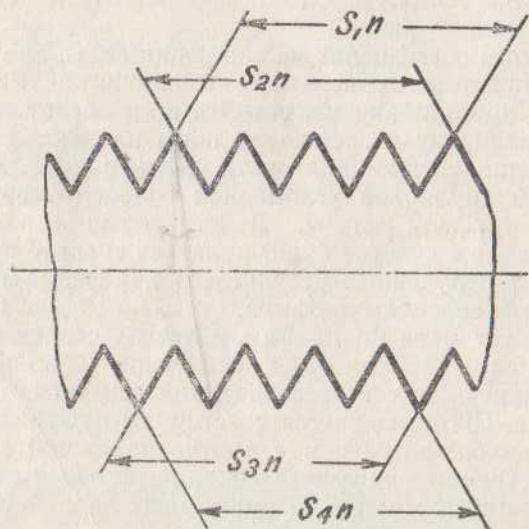


Рис. 17.

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 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 следующей 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 половин угла профиля на противоположной стороне резьбовой детали следует 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 половин угла профиля следует тангенс измеренных значений половин угла профиля разделить на косинус угла подъема резьбы.

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

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:

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

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:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ лев.} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ лев.}}{\operatorname{Cos} \beta} = \frac{\operatorname{tg} 30^\circ 5'}{\operatorname{Cos} 4^\circ} = \frac{0,57929}{0,99756} = 0,58070, \quad \frac{\alpha}{2} \text{ лев.} \approx 30^\circ 9'.$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ прав.} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ прав.}}{\operatorname{Cos} \beta} = \frac{\operatorname{tg} 29^\circ 59'}{\operatorname{Cos} 4^\circ} = \frac{0,57696}{0,99756} = 0,57837, \quad \frac{\alpha}{2} \text{ прав.} \approx 30^\circ 3'.$$

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.

При этих измерениях необходимо пользоваться точ-

кой 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 3 \times и 5 \times .

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 кольцо, под действием пружины прижимается к внутренней

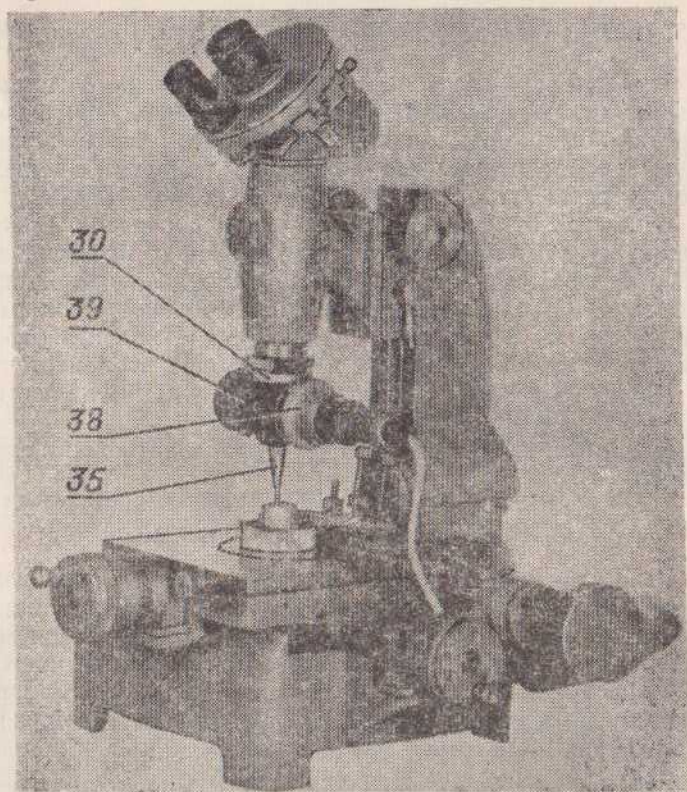


Рис. 18.

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.

Точность измерений с помощью описанного приспособления несколько выше точности, достигаемой при обычных измерениях на микроскопе, так как фиксирова-

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

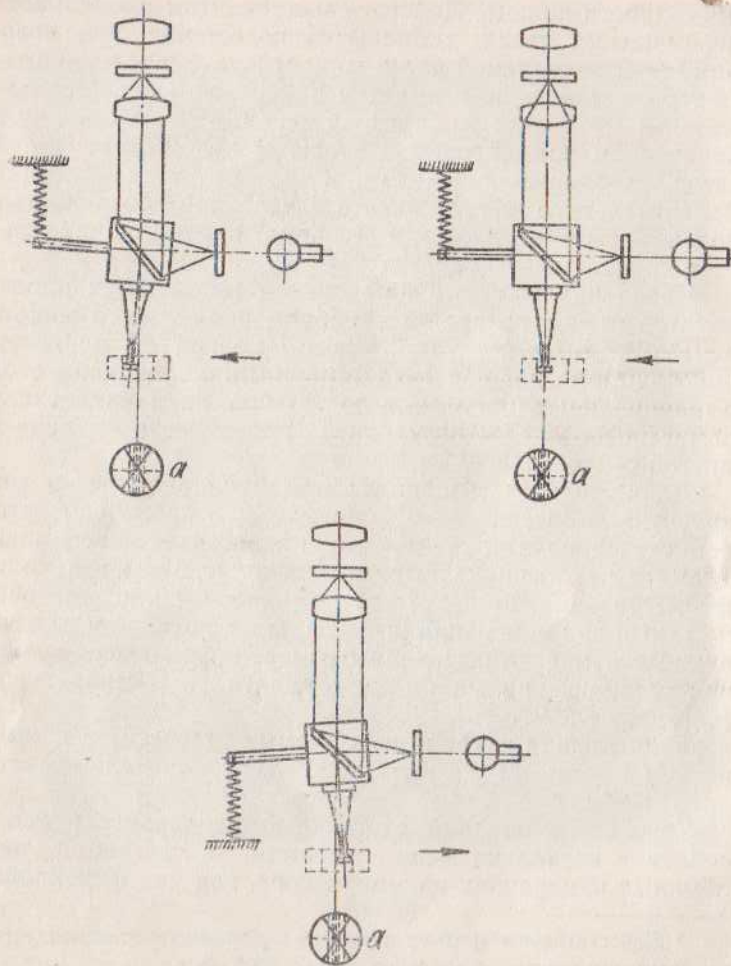


Рис. 19. Схема работы приспособления.
а — вид в поле зрения.

ние точек, между которыми измеряется расстояние, производится точнее при механическом контакте, нежели при визировании с помощью микроскопа увеличением 30^x.

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

VII. УХОД ЗА ПРИБОРОМ

Точность и надежность работы прибора зависят прежде всего от исправного состояния, своевременной его проверки, 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 жи-

ровая 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 проверить совпадение нулевой установки лимба и пунктирного штриха сетки поля зрения основного окуляра с направлением продольного движения стола.

Проверку необходимо проводить периодически.

С наружных поверхностей оптических деталей при чистке сначала смахивают мягкой волосистой кисточкой пыль, обдувают струей воздуха из резиновой груши, а затем, если потребуется, протирают чистым обезжиренным ватным тампоном, смоченным в гидролизном ректифицированном спирте. 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.

VIII. КОМПЛЕКТ ПРИБОРА И ЕГО УКЛАДКА

В комплект, кроме микроскопа с окулярной угломерной головкой, входит ряд приспособлений и узлов, указанных в табл. 4, расширяющих область его применения.

По требованию заказчика к прибору могут быть изготовлены револьверная головка с дугами разной кривизны, револьверная головка с набором метрической резьбы, головка двойного изображения, контактное приспособление (оптический щуп) для измерения отверстий и матовое стекло в оправе.

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.

Меры длины концевые, 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 и центровая бабка укладываются в деревянный ящик и закрепляются болтами, проходящими через дно ящика. Тубус с кронштейном и осветитель закрепляются на боковых стенках 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.

Таблица 3

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	АЛ6.275.000
2.	Стекло предметное	АЛ7.241.000
3.	Микровинт с гайкой	АЛ6.063.003
4.	Лимб в оправе	АЛ6.050.000
5.	Кронштейн с зеркалом	АЛ5.950.001
6.	Центр	АЛ8.327.000
7.	Осветитель	АЛ5.142.001
8.	Линза в оправе	АЛ5.930.000
9.	Оправа	АЛ8.636.018
10.	Наглазник	АЛ8.647.028

X. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Сущность неисправности	Метод устранения
1. Несовпадение 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.
3. Не работают осветители, включающиеся через понижающий трансформатор прибора.	3. Проверить исправность ламп и предохранителя. В случае неисправности заменить новыми.
Примечание. Указанные неисправности не являются основанием для рекламации прибора.	



НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ
ЗАВОД ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА



ПАСПОРТ
НА
МИКРОСКОП МАЛЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ
ММИ-2

№ 734788

Изготовлен в соответствии с требованиями ГОСТ 5.1112-71

1973

КОМПЛЕКТАЦИЯ

Наименование	Обозначение	Колич.
Объективы с увеличением:		
1х	АЛЗ.870.000	1
3х	АЛЗ.870.002	1
5х	АЛЗ.870.001	1
Окулярная угломерная головка	АЛЗ.883.001	1
Центровая бабка с одной парой центров	АЛЗ.991.000	1
Две призматические стойки и прижим к ним	АЛ6.462.000	1
Призма для бесцентровых предметов	АЛ6.208.000	1
Прижим для крепления малых деталей	АЛ6.462.001	1
Меры длины концевые плоскопараллельные второго класса по ГОСТ 9038-59 размерами в мм:		
25		1
50		1
Контрольный валик	АЛ6.434.000	1
Предметное стекло	АЛ7.241.000	1
Осветительное устройство:		
для окулярной угломерной головки	АЛ2.424.001	1
для работы в отраженном свете	АЛ2.424.000	1
для работы в проходящем свете	АЛ5.142.001	1
Понижающий трансформатор для включения в сеть напряжением 127 и 220 в на 6,3 в	АЛ5.700.000	1
Вилка для подключения трансформатора к сети переменного тока	АЛ6.605.000	1
Электролампы МН 6,3—0,22 ГОСТ 2204-69		5
Салфетка 250×250 мм		1
Кисть беличья		1

Укладочный ящик для приспособлений	АЛ4.161.039	1
Чехол	АЛ4.166.000	1
Ящик для укладки прибора со всеми приспособлениями	АЛ4.171.006	1
Описание и инструкция к пользованию		1
Сопроводительный ярлык		1

Примечание. Для удобства пользования описание и паспорт объединены в одной брошюре.

ГАРАНТИЯ ПОСТАВЩИКА

Поставщик гарантирует соответствие микроскопа малого инструментального требованиям ГОСТ 5.1112-71 при соблюдении потребителем условий эксплуатации и хранения, установленных стандартом.

Гарантийный срок 2,5 года со дня ввода прибора в эксплуатацию, а также шесть месяцев хранения на складах и нахождения в пути со дня отгрузки со склада поставщика.

ОТК

28/IX
1973 г.
7АЛЗ
НЗ

