

## ВВЕДЕНИЕ

В производстве часто возникает необходимость измерения размеров изделий или их элементов, имеющих сложную форму, конфигурацию или множество контролируемых параметров, что потребует большое разнообразие специальных средств измерений. Однако такие измерения могут быть выполнены при помощи измерительных микроскопов, в конструкции которых положен бесконтактный метод. В машиностроении наиболее распространены инструментальные микроскопы – малый (ММИ) и большой (БМИ) с последующей модификацией ИМЦЛ 150х50,Б. Они имеют одинаковый принцип измерений и различаются конструкцией, диапазоном измерений и областью применения. Эти микроскопы предназначены для линейных и угловых измерений в проходящем и отраженном свете разнообразных изделий в прямоугольных и полярных координатах. На микроскопах измеряют наружные линейные размеры деталей, диаметры валов и отверстий, углы режущего инструмента и шаблонов, основные элементы профиля резьбовых инструментов и калибров, радиусы закруглений профилей, размеры конусов, расстояние между центрами отверстий и т.д.

Целью работы является приобретение практических навыков в определении линейных и угловых размеров деталей на инструментальных микроскопах.

Материальное обеспечение: инструментальные микроскопы ММИ-2 и ИМЦЛ-150х50,Б, изделия с линейными и угловыми размерами.

### 1. МАЛЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ МИКРОСКОП (ММИ-2)

Малый инструментальный микроскоп (рис.1.1) состоит из следующих основных частей:

- основания с предметным столом;
- колонки с тубусом;
- осветительной и оптической систем.

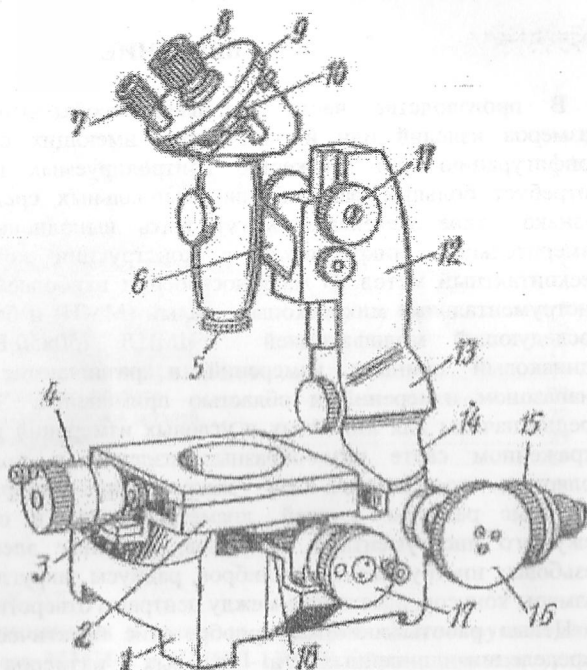


Рис.1.1. Малый инструментальный микроскоп МИИ-2:  
 1 – основание; 2 – предметный стол; 3 – винт поворота стола  
 вокруг вертикальной оси; 4 – микрометрическое устройство  
 поперечной подачи; 5 – сменный объектив; 6 – кронштейн с  
 тубусом; 7 – угломерный микроскоп; 8 – окуляр; 9 – окулярная  
 головка; 10 – головка для поворота угломерной шкалы; 11 –  
 маховичок для вертикальной подачи тубуса; 12 – стойка; 13 – ось  
 стойки; 14 – опора стойки; 15 – осветитель; 16 – винт установки  
 стойки под углом; 17 – микрометрическое устройство продольной  
 подачи; 18 – площадка для укладки концевых мер.

### 1.1. Основание микроскопа и предметный стол

Микроскоп имеет массивное основание 1, внутри которого смонтированы узлы оптической системы, а на задней стороне расположен осветитель 15. На основании установлены салазки с предметным столом 2. В центре стола имеется круглое сквозное

отверстие, закрытое стеклом, через которое проходит свет от осветителя. Предметный стол перемещается по направляющим на шариковых опорах в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Стол перемещают двумя микрометрическими винтами 4 и 17 в пределах 0...25 мм и ценой деления нониуса барабана 0,005 мм.

Для увеличения диапазона измерения прибора в продольном направлении (до 75 мм) между торцом микровинта и опорными площадками салазок помещают концевую меру необходимого размера. Салазки прижимаются к микровинтам пружинами и их можно отводить вручную. После удаления плитки стол под действием тех же пружин возвращается к упору. Для того, чтобы не произошло удара стола об упор, его движение слева направо замедляется специальным тормозным механизмом (амортизатором), который посредством ряда шестерен вызывает вращение крыльчатки. Крыльчатка при этом испытывает сопротивление воздуха, что и создает равномерное перемещение стола. Верхняя часть стола поворачивается винтом 3 вокруг вертикальной оси основания для совмещения линии измерения с направлением продольного и поперечного перемещения. Угол поворота составляет  $\pm 5^\circ$ . Поворот стола используют для образовавшегося перекаса осей измерения и деталей. Винтами зажимают стол в нужном положении.

На верхнюю плиту стола установлено специальное приспособление — бабка с центрами, которая применяется для закрепления деталей, имеющих внутренние или наружные центры. Бабка может быть использована для закрепления деталей, не имеющих ни внутренних, ни наружных центров. Для этого ослабляют винт и удаляют цилиндрический центровочный валик. Открываются V-образные призмы, на которые и укладывают измеряемую деталь. Если же рабочие размеры бабки не позволяют разместить контролируемую деталь, то можно применить для ее укладки специальные V-образные призмы, прикладываемые к прибору. Кроме этих приспособлений к прибору прилагается установочная оправа. Она крепится в центрах бабки и служит для фокусировки микроскопа на линию центра измеряемой детали. Оправа имеет лезвие, которое находится на оси оправы и оси центров бабки, а следовательно, и на оси установленного в центре изделия.

Для крепления мелких деталей имеется приспособление с прижимами.

## 1.2. Колонка и тубус

К основанию микроскопа на оси 13 крепится колонка 12, по которой перемещается кронштейн 6 с тубусом. Колонка при помощи маховика 16 может наклоняться вокруг оси в обе стороны на угол  $\pm 12^{\circ}30'$  и стопориться в вертикальном и других положениях пружинным фиксатором. Необходимый угол наклона устанавливается по шкале барабана с ценой деления  $30'$ . Наклон колонки производится для получения разных изображений резбовых и других профилей, наблюдаемых под углом их подъема.

В нижнюю часть тубуса ввинчивается объектив 5 микроскопа, несколько выше следует мостик Порро. Прибор комплектуется тремя сменными объективами, что позволяет получить  $10^{\times}$ ,  $30^{\times}$  и  $50^{\times}$  кратное увеличение.

В верхнюю часть тубуса устанавливается одна из четырех окулярных головок 9 с визирным окуляром, в который наблюдают изделие, установленное на столе микроскопа. Кронштейн 6 может перемещаться маховиком 11 вверх и вниз по вертикальной призматической направляющей и быть закрепленным на ней в любом положении при помощи стопора. Таким образом, достигается фокусирование изделия и грубая настройка микроскопа. Для точной фокусировки на измеряемый объект тубус может перемещаться по колонке в вертикальном направлении с помощью кремальберного механизма, приводимого в действие маховичком. Это повышает резкость изображения теневого конуса изделия. Ввинчиванием и вывинчиванием глазка визирного 7 и отсчетного 8 окуляров изменяют фокусное расстояние и добиваются четкости изображения контура объекта.

В комплект прибора входят сменные головки: угломерная окулярная головка, радиусная головка, резьбопрофильная головка и головка двойного изображения.

Линейная и угломерная окулярная головка предназначена для выполнения линейных и угловых измерений. Она постоянно соединена с прибором и является основной.

В поле зрения окуляра хорошо видна штриховая стеклянная пластинка. Освещенный контур изделия проектируется в увеличенном виде на эту пластинку и рассматривается через окуляр. Небольшие изделия (размером не более 4...6 мм) укладываются полностью в поле зрения окуляра, а крупные — только частично. Поэтому крупные

изделия помещают на столе так, чтобы освещалась та часть, которая подлежит измерению.

На штриховой пластинке нанесены (рис. 1.2) пунктирное перекрестие (одна горизонтальная пунктирная линия и семейство вертикальных пунктирных линий, расположенных под углом  $90^\circ$  друг

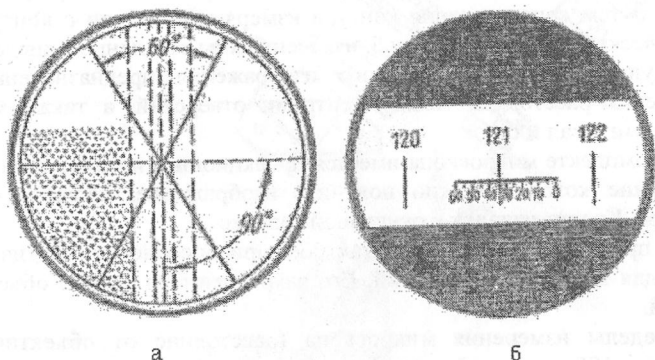


Рис. 1.2. Вид поля зрения визирного (а) и отсчетного (б) микроскопа.

к другу) и две вспомогательные тонкие сплошные линии (расположенные под углом  $60^\circ$ ). Эти линии или перекрестие наводят на грани освещенной детали, которые видны в окуляре. Окулярную сетку совмещают с контуром изделия поворотом кольца. Со штриховой пластинкой жестко соединен поворотный лимб, разделенный на градусы ( $0 \dots 360^\circ$ ). Центр окружности лимба и центр перекрестия сетки окуляра совпадают с геометрической осью вращения сетки и лимба. Лимб освещается светом, отраженным зеркалом. Источником света может служить дневной свет или электрическая лампочка.

Угловые деления отсчитывают по угломерному микроскопу, на сетке которого нанесена шкала (нониус) из 60 делений с ценой деления  $1'$ . Увеличение отсчетного микроскопа равно  $42^x$ . Минутные деления видны наложенными на градусную шкалу. Угол поворота окулярной сетки наблюдают в отсчетный микроскоп и отсчитывают по штриху градусной шкалы, видимому в пределах минутной шкалы. На рис. 2,б приведен пример шкалы, установленной на значение угла, равном  $121^\circ 34'$ .

Радиусная головка предназначена для определения радиусов закруглений равных изделий путем сопоставления профилей дуг определенных радиусов, нанесенных на стеклянный диск, с дугой измеряемого объекта.

Резьбопрофильная головка служит для измерения угла, высоты и наклона профиля, шага и среднего диаметра резьбы. Измерять можно также путем сопоставления контура измеряемой детали с контурами метрических и дюймовых резьб, нанесенных на стеклянном диске.

Окулярная головка двойного изображения предназначена для измерения расстояний между центрами отверстий, а также между штрихами шкал и сеток.

В комплекте микроскопа имеется проекционная насадка типа НП7, на экране которой можно получить изображение, наблюдаемое в окуляре. Крепят наладку к окулярной головке.

К прибору прилагается контактное приспособление (оптический щуп) для измерения отверстий. Его закрепляют на оправе объектива гайкой.

Пределы измерения микроскопа (расстояние от объектива до стола) – 190 мм; наибольший размер деталей, устанавливаемых в центрах бабки, по длине – 150...200 мм, по ширине – 40...55 мм.

### 1.3. Осветительная и оптическая системы

Источником света служит матовая лампа накаливания 25 или 40 ватт в 120 или 220 вольт. Лампа ввинчивается в патрон фонаря. В корпус фонаря закреплен зеленый светофильтр.

Фонарь вставляется в трубу осветительной системы, которая крепится к ферме. Наличие крепления освещения на ферме дает возможность производить одновременный наклон тубуса и осветительной системы.

В трубе осветительной системы вмонтированы: ирисовая диафрагма и оптика. Ирисовая диафрагма позволяет получать наилучшее для работы освещение объекта посредством уменьшения или увеличения диаметра диафрагмы. Это регулирование достигается поворотом кольца. Предел изменения диаметра – от 3 до 30 мм. Величина диаметра отверстия диафрагмы отсчитывается по шкале.

Оптическая схема прибора и ход лучей показаны на рис. 1.3.

Пучок лучей от источника света 1, пройдя через светофильтр 2 и диафрагму 3, попадает на зеркало 4, изменяющее его направление

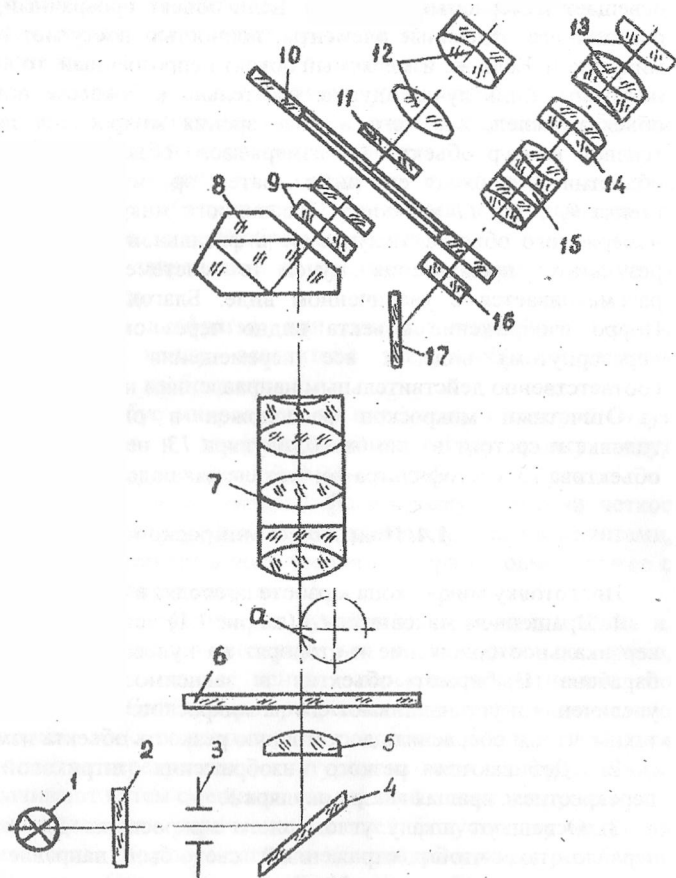


Рис.1.3. Оптическая схема прибора:

1 – источник света; 2 – светофильтр; 3 – диафрагма; 4 – зеркало; 5 – конденсор; 6 – стекло предметного стола; а – объект измерения; 7 – объектив; 8 – призма Порро; 9 – защитные стекла; 10 – лимб; 11 – сетка; 12 – окуляр визирного микроскопа; 13 – окуляр угломерного микроскопа; 14 – неподвижная шкала; 15 – объектив; 16 – светофильтр; 17 – зеркало подсветки шкалы.

на  $90^\circ$ . Затем проходит конденсор 5, стекло 6 предметного стола и освещает измеряемый объект *a*. Если объект прозрачный, то пучок, освещая его отдельные элементы, полностью поступает в визирный микроскоп. Если же измеряемый объект непрозрачный, то в микроскоп попадают лишь лучи, идущие касательно к боковым поверхностям объекта, вследствие чего в поле зрения микроскопа наблюдается теневой контур объекта. От измеряемого объекта лучи попадают в объектив 7, проходя его линзы, затем призму Порро 8, защитные стекла 9, сетку 11 и окуляр 12 визирного микроскопа. Изображение измеряемого объекта, получаемое в фокальной плоскости окуляра, в результате преломления лучей в системе линз объектива рассматривается в увеличенном виде. Благодаря наличию призмы Порро изображение объекта видно через окуляр в прямом (неперевернутом) виде и все перемещения его воспринимаются соответственно действительным направлениям перемещений объекта.

Отсчетный микроскоп расположен в окулярной угломерной головке и состоит из лимба 10, окуляра 13, неподвижной шкалы 14, объектива 15, светофильтра 16, зеркала для подсветки шкалы 17.

#### 1.4. Подготовка микроскопа к работе

Подготовку микроскопа к работе проводят в следующем порядке:

1. Вращением маховичка 16 (см.рис.1.1) устанавливают колонку в вертикальное положение и стопорят на нулевом градусе ( $0^\circ$ ) шкалы барабана. Выбирают объектив в зависимости от необходимого увеличения и устанавливают его на микроскоп. Увеличение выбирают таким, чтобы обеспечить достаточную резкость объекта измерения.

2. Добиваются резкого изображения штриховой сетки с перекрестием, вращая глазок окуляра 8.

3. Освещают шкалу угломерного микроскопа. Для этого ставят зеркало так, чтобы отраженный свет был направлен в линзы угломерного микроскопа. Устанавливают угловую шкалу на нуль, вращая маховичок барашки.

4. Добиваются резкости изображения штрихов лимба и сетки угломерного микроскопа вращая глазок 7 окуляра микроскопа.

5. Устанавливают измеряемую деталь на предметном столе, располагая ее симметрично относительно отверстия в столе и относительно хода винтов. При этом пунктирная линия штриховой сетки должна быть параллельна продольному перемещению стола.

Измерения на приборе можно проводить различными способами. Выбор способа зависит от особенностей измеряемого объекта:

а) плоские детали укладывают прямо на стекло и удерживают с помощью прижима;

б) детали, имеющие внутренние или наружные центры, устанавливают между центрами валиков, соответствующим образом закрепив в бабке. Бабку стопорят на столе винтом.

в) цилиндрические детали, у которых отсутствуют центры, закрепляют на призмах бабки, предварительно сняв центровые валики, или используют специальные V-образные подставки;

г) мелкие детали закрепляют на предметном столе с помощью специальной подставки.

6. Устанавливают диафрагму при помощи рифленого кольца, расположенного на конце осветителя так, чтобы обеспечить необходимую четкость изображения.

7. Фокусируют тубус микроскопа на плоскость, в которой будут проводить измерения и диафрагмирование. Фокусировку ведут используя грубую и тонкую настройку микроскопа.

При измерениях плоских деталей фокусировку ведут на четкое ребро или грань детали. Перемещая стол микрометрическими винтами, вводят измеряемую сторону в поле зрения окуляра и совмещают ее с центром перекрестия штриховых линий.

Затем быстро передвигают стол рукой в нужном направлении и, когда он будет медленно возвращаться в исходное состояние, наблюдают за положением центра перекрестия относительно измеряемой стороны. Если центр перекрестия смещается относительно контура изделия, надо выровнять его поворотом стола и добиться совпадения центра перекрестия с контуром на всем его протяжении. Стол поворачивают путем смещения его верхней плиты вокруг оси.

При измерениях цилиндрических деталей фокусировку ведут на осевую плоскость. Круглые детали (цилиндрические, резьбовые, конические) располагают так, чтобы их оси были параллельны продольному движению стола. При необходимости выполняют выравнивание стола в нужную сторону.

### 1.5. Техника измерений размеров деталей

Производят измерения одним из следующих способов:

**Измерение прямых линий.** Прямые линии можно измерять двумя способами в зависимости от их расположения относительно направляющих стола.

Если измеряемая линейная величина  $l$  (рис.1.4) расположена параллельно продольному или поперечному перемещению стола, то на микроскопе работают следующим образом:

1. В поле зрения окуляра вводят крайнюю правую точку А измеряемой стороны и совмещают ее с центром перекрестия (положение I). В этом положении снимают отсчет по линейке и нониусу барабана отсчетного устройства (например  $l_I = 22,975$  мм). За окончательный отсчет принимают среднеарифметическое значение из двух-трех показаний.

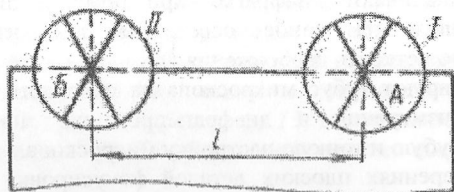


Рис.1.4. Измерение линейных размеров.

2. Перемещают стол в крайнее левое положение так, чтобы перекрестие совмещалось с точкой Б (положение II), и берут отсчет, как и в предыдущем случае (например  $l_{II} = 13,180$  мм).

3. Определяют искомый размер  $l$  как разность отсчетов, полученных в I и II положениях, т.е.  $l = l_I - l_{II} = 22,975 - 13,180 = 9,795$  мм.

Если искомый размер больше 25 мм, то между упорами стола и головной микрометрического винта вводят концевую меру (А). В этом случае для совмещения перекрестия с точкой Б концевая мера должна быть снята, а стол перемещен с помощью микрометрического винта. При определении искомого размера  $l$  необходимо к отсчету добавить размер концевой меры (например 25 мм), тогда

$$l = (22,975 + 25) - 13,180 = 34,795 \text{ мм.}$$

Если искомая линейная величина  $l$  не параллельна стороне стола, ее измеряют координатным методом. В этом случае измерения (рис.1.5,а) ведут в таком порядке.

1. Центр перекрестия совмещают с центром левого отверстия. В этом положении производят отсчет  $X_1$  по микрометрическому

устройству 17 (см.рис.1.1) и отсчет  $У_1$  – по микрометрическому устройству 4.

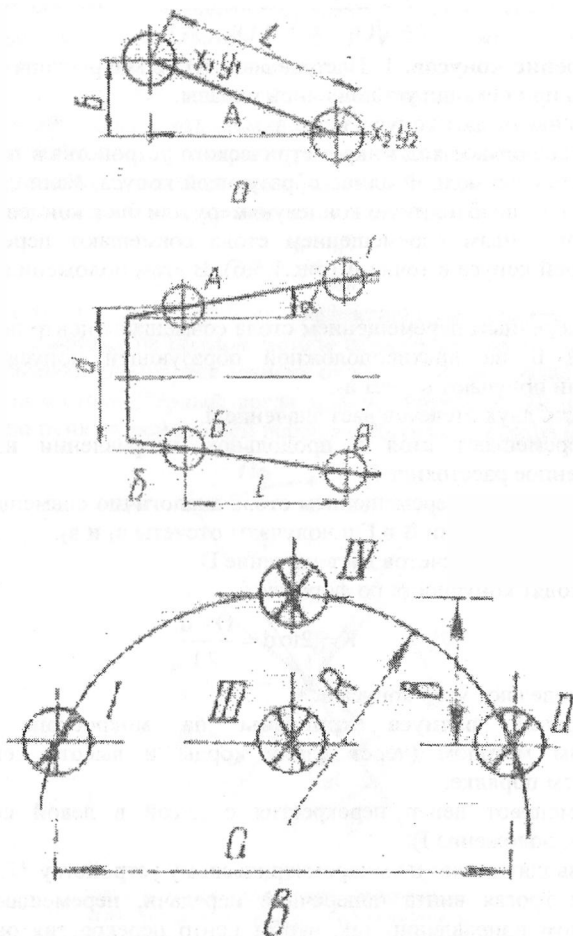


Рис.1.5. Схемы измерений на микроскопе:  
 а—измерения расстояний между центрами  
 отверстий; б—измерения конуса; в—измерения  
 радиуса дуги окружности.

2. Центр перекрестия совмещают с центром правого отверстия и в этом положении снимают отсчет  $X_2$  и  $Y_2$  и по микрометрическому устройству.

3. Определяют размер  $l$  по формуле

$$l = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}.$$

**Измерение конусов.** 1. Настраивают тубус микроскопа на осевую плоскость при помощи установочной оправы.

2. Устанавливают конус в центрах.

3. Обеспечивают ход микрометрического устройства в продольном перемещении на полной длине образующей конуса. Если она больше 25 мм, вводят необходимую концевую меру или блок концевых мер.

4. Поперечным перемещением стола совмещают перекрестие с образующей конуса в точке А (рис.1.5,б). В этом положении получают отсчет  $a_1$ .

5. Поперечным перемещением стола совмещают центр перекрестия с точкой Б на противоположной образующей конуса. В этом положении получают отсчет  $a_2$ .

Разность двух отсчетов дает значение  $d$ .

6. Перемещают стол в продольном направлении на заранее установленное расстояние  $l$ .

7. Поперечным перемещением стола аналогично совмещают центр перекрестия с точками В и Г и получают отсчеты  $v_1$  и  $v_2$ .

Разность двух отсчетов дает значение  $D$ .

8. Находят конусность по формуле

$$K = 2t\alpha d = \frac{D - d}{2l}.$$

9. Определяют угол конуса  $\alpha$ .

**Измерение радиуса кривизны** на микроскопе проводят косвенным методом (через длину хорды и высоту сегмента) в следующем порядке.

1. Совмещают центр перекрестия с дугой в левой ее стороне (рис.1.5,в, положение I).

Производят отсчет по микрометрическому устройству 17.

2. Не трогая винта поперечной передачи, перемещают стол в продольном направлении так, чтобы центр перекрестия оказался на дуге с правой стороны (положение II). В этом положении производят снова отсчет по микрометрическому устройству 17.

3. Определяют длину  $a$  хорды как разность полученных отсчетов. Для повышения точности измерения длину хорды следует брать как можно больше.

4. С помощью микрометрического устройства 17 перемещают стол влево в положение, когда центр перекрестия расположится в средней части хорды, т.е. займет положение III. В этом положении производят отсчет по микрометрическому устройству 4.

5. Перемещают стол вверх настолько, чтобы центр перекрестия совпал с дугой в самом верхнем положении (IV). В этом положении снимают второй отсчет по микрометрическому устройству 4.

6. Находят высоту сегмента как разность отсчетов.

7. Определяют радиус дуги окружности по формуле

$$R = \frac{b}{2} + \frac{a^2}{8b}$$

**Измерение углов.** Наиболее эффективными следует считать способы, основанные на прямом методе измерений. Этот метод может быть использован двояко, все зависит от того, как расположена деталь на предметном столе. Первый, когда одна из граней детали совмещена с какой-либо пунктирной линией перекрестия сетки окуляра (рис. 1.6)

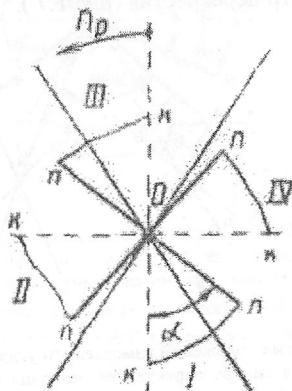


Рис.1.6. Схема положений измеряемого угла, когда вершина его располагается в центре перекрестия, а одна из граней угла совмещается с одной из пунктирных линий перекрестия.

или расположена параллельно пунктирным линиям рис.1.7. Второй, когда так разместить грани угла нельзя. Предпочтение следует отдать первому случаю, так как при этом отсчет углов ведется прямо по шкале от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  без каких-либо пересчетов.

Первый случай. 1. Устанавливают угломерную шкалу на нуль. Для этого, действуя винтом головки II, ставят сетку окулярной шкалы в такое положение, чтобы нулевое деление угломерной шкалы находилось в верхнем положении.

2. Размещают деталь на предметном столе.

Если вершина измеряемого угла вырисовывается четко и центр перекрестия легко совместить с вершиной угла, то деталь может быть установлена на любой удобной позиции. При этом вершину совмещают с перекрестием, а одну грань угла с соответствующей пунктирной линией. Для того, чтобы вести отсчет по прямой шкале (от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ), угол должен располагаться справа (если смотреть от перекрестия к центру перекрестия) от пунктирной линии.

Если вершина измеряемого угла затуплена или вырисовывается нечетко, то деталь следует устанавливать так, чтобы одна ее грань была параллельна какой-либо пунктирной линии, а другая грань проходила через центр перекрестия (рис.1.7).

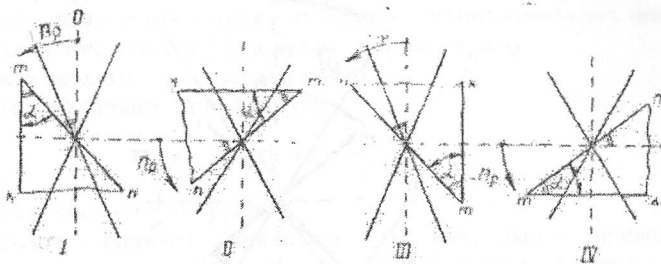


Рис.1.7. Схема положений измеряемого угла, когда вершина его не находится в центре перекрестия, но одна из сторон угла может размещаться параллельно какой-либо из пунктирных линий.

При установке детали следует использовать как продольную, так и поперечную подачи стола.

3. Совмещают пунктирную линию с другой стороной (гранью) угла. Совмещение осуществляют поворотом угломерной шкалы

против часовой стрелки. При этом головку угломерной шкалы вращают по часовой стрелке до совпадения линии и грани.

4. По градусной шкале через окуляр устанавливают значение измеренного угла.

Второй случай. Если вершина угла может быть совмещена (по четкости) с центром перекрестия (рис.1.8), то установку детали на предметном столе и измерения ведут в следующем порядке.

1. Устанавливают угломерную шкалу на нуль.

2. Совмещают центр перекрестия с вершиной измеряемого угла, перемещая стол как в продольном, так и поперечном направлениях, выбирая наиболее удобную позицию для измерения.

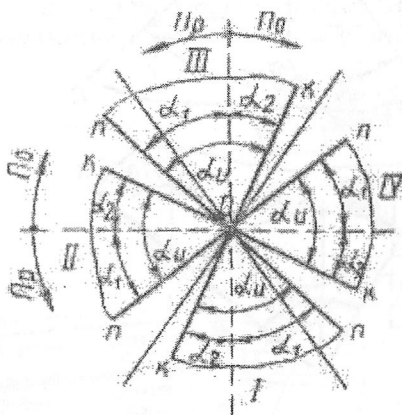


Рис.1.8. Схема положений измеряемого угла для случая, когда ни одна из его граней не совмещается с пунктирными линиями (вершина угла размещается в центре перекрестия). Везде  $\alpha_1$  — по прямой шкале,  $\alpha_2 = (360^\circ - \alpha_{ш})$  по обратной шкале.

3. Совмещают одну из граней угла с ближайшей пунктирной линией и замечают показания градусной шкалы. При совмещении возможны два случая:

если пунктирную линию поворачивают против часовой стрелки и совмещают с гранью, то отсчет ведут по обратной шкале (от  $360^\circ$  до  $0$ ) получая угол  $\alpha_2$ , который определяют из выражения

$$\alpha_2 = 360^\circ - \alpha_{ш}$$

где  $\alpha_{ш}$  – отсчетный угол по шкале, град.

Если вершина угла не может быть совмещена с центром перекрестия (рис.1.9), то в этом случае:

1. Устанавливают угломерную шкалу на нуль.

2. Совмещают перекрестие с серединой видимой части одной из граней угла и затем, вращая головку совмещают ближайшую пунктирную линию с этой гранью угла. Получают угол  $\alpha_1$ .

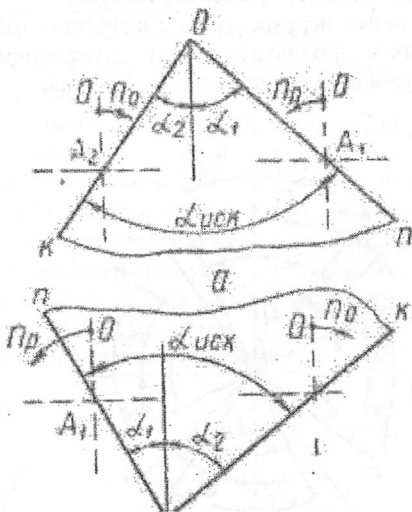


Рис.1.9. Схема положений измеряемого угла, когда ни одна из его граней не совмещается с пунктирными линиями (вершина угла вне перекрестия). Везде  $\alpha_1$  – по прямой шкале,  $\alpha_2 = (360^\circ - \alpha_{ш})$  по обратной шкале.

3. Перемещая стол в продольном и поперечном направлениях, совмещают центр перекрестия со второй гранью угла и в этом положении поворачивают ту же пунктирную линию до совпадения с гранью. Получают угол  $\alpha_2$ .

4. Определяют значение искомого угла  $\alpha_n$  по формуле

$$\alpha_n = \alpha_1 + \alpha_2.$$

## 2. МИКРОСКОП ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ИМЦЛ 150x50,Б

Микроскоп ИМЦЛ 150x50,Б с цифровым отсчетом на индикаторном табло, с применением фотоэлектрических преобразователей с линейными шкалами предназначен для выполнения тех же операций, что и ММИ-2, но может измерения проводить в прямоугольных и полярных координатах. Предел измерения в продольном направлении – 150 мм, в поперечном – 50 мм.

На массивном литом основании (рис.2.1), имеющем для переноски ручки, находятся координатный стол 12, колонка 16 и тубус визирного микроскопа 15. В нижней части тубуса имеется резьбовое отверстие, куда могут быть ввернуты объективы 13 с увеличением 1; 1,5; 3 или 5<sup>x</sup> и наружная резьба, на которую навинчено съемное кольцо для крепления объективов с увеличением 10, 20 или 40<sup>x</sup>.

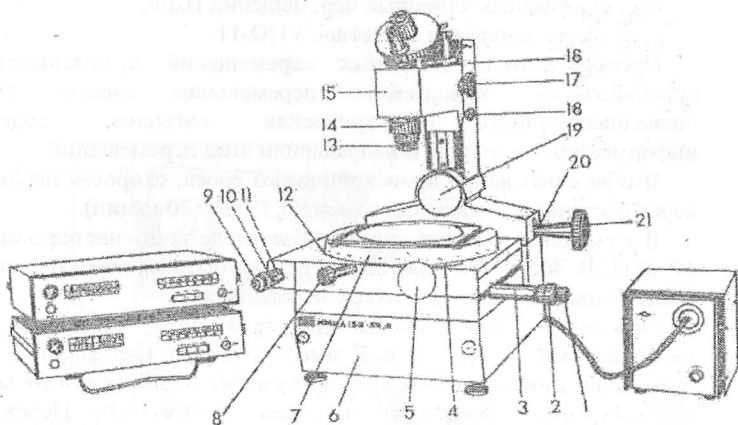


Рис.2.1. Общий вид микроскопа ИМЦЛ 150x50,Б:

1 – стопор продольного перемещения стола; 2 – маховичок продольного перемещения стола; 3 – механизм продольного перемещения стола; 4 – нониус; 5 – винт поворота предметного стола; 6 – основание; 7 – лимб поворота стола; 8 – стопор поворота стола; 9 – стопор поперечного перемещения стола; 10 – маховичок поперечного перемещения стола; 11 – механизм поперечного перемещения стола; 12 – координатный стол; 13 – объектив; 14 – кольцо крепления объективов; 15 – тубус; 16 – колонка; 17 – винт грубой настройки; 18 – стопорный винт; 19 – ось колонки; 20 – шкала наклона колонки; 21 – маховичок наклона колонки.

Координатный стол имеет круговой предметный лимб, который поворачивается вокруг вертикальной оси. Вращение предметного лимба стола осуществляется механизмом поворота 5. Углы поворота отсчитывают по шкале при помощи кониуса 4. Лимб фиксируют в нужном положении маховичком 8 (против часовой стрелки). Прямолинейное движение кареток стола осуществляется механизмом перемещения 3 и 11 (в продольном и поперечном направлениях). Для быстрого перемещения стола необходимо повернуть маховичок 1 (или 9) против часовой стрелки до упора и приложить усилие рукой к каретке по направлению движения, удерживая ее от чрезмерно быстрого хода. Для медленного и более точного перемещения кареток стола служат маховички 2 и 10. При этом маховички 1 и 9 необходимо затянуть.

Для каждого направления перемещения стола в микроскоп входят: преобразователь линейных перемещений ПЛФ; устройство цифровое отсчетное УЦО-11.

Преобразователи линейных перемещений предназначены для преобразования измеряемого перемещения кареток стола в последовательность электрических сигналов, содержащих информацию о величине и направлении этих перемещений.

Чтобы считывание происходило без сбоя, скорость перемещения кареток стола не должна быть более 0,33 м/с (20 м/мин).

В качестве источника света в осветителе применяется лампа КГМ 12-40 (12В, 40Вт). Питание лампы осуществляется через блок питания, размещенный в общем корпусе с осветителем.

Осветитель для работы в отраженном свете с малыми увеличениями  $1^x$ ,  $1,5^x$ ;  $3^x$  и  $5^x$  имеет корпус 1 (рис.2.2,а), в котором помещены линзы конденсора, призма-куб и смонтирован механизм переключения диафрагмы на два положения. Переключение диафрагмы производится маховичком 2. Осветитель закрепляют на тубусе микроскопа гайкой 3, предварительно сняв кольцо. Корпус осветителя имеет гнездо для приема световода.

Осветитель для работы в отраженном свете с большими увеличениями  $10^x$ ,  $20^x$  и  $40^x$  (рис.2.2,б) имеет корпус 3, в котором размещен конденсор. Осветитель закрепляется на объективе зажимным винтом 2.

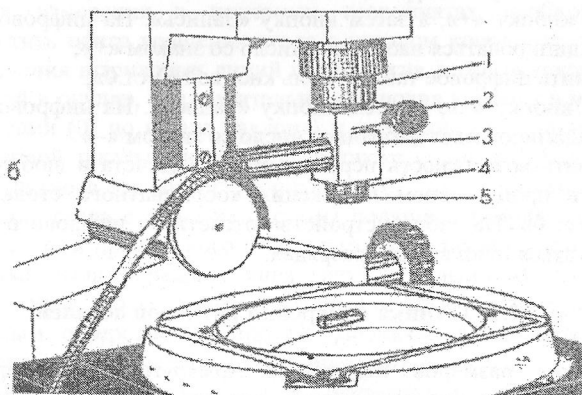
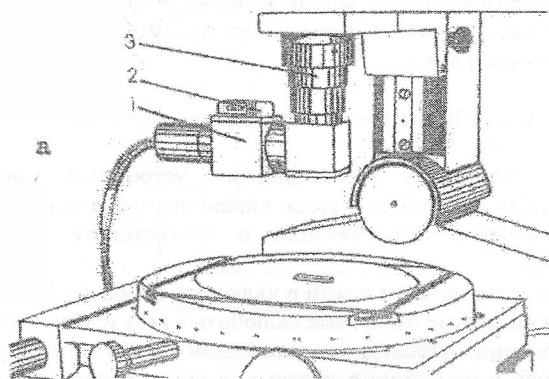


Рис.2.2. Микроскоп с осветителями отраженного света:  
 а - с малыми увеличениями: 1 - корпус; 2 - переключатель; 3 - гайка; б - с большими увеличениями:  
 1 - гайка; 2 - зажимной винт; 3 - корпус; 4 - кольцо; 5 - объектив.

В комплект прибора входят такие же головки как и у ММИ-2, но с более усовершенствованными конструкциями, а также еще имеется окулярный двухкоординатный микрометр для измерения линейных размеров в пределах 1 мм.

## 2.1. Подготовка микроскопа к работе

Произвести кабельное подсоединение устройства цифрового отсчетного (УЦО) и преобразователя линейного фотоэлектрического (ПДФ) и остальных коммуникаций в соответствии со схемой подключения.

Подключить блок питания к сети и включить тумблер «ВКЛ.».

Устройства цифровые отсчетные включить в сеть и дать прогреться в течение 15 мин. Проверить готовность и функционирование преобразователей и устройств отсчетных, а также возможность ввода предустановки по следующей методике:

набрать на переключателе «Предустановка» устройства цифрового отсчетного пятиразрядное десятичное число;

установить в нуль цифровое табло кнопкой «Уст.0»;

нажать кнопку «+», а затем кнопку «Запись». На цифровом табло должно индицироваться набранное число со знаком «+»;

установить цифровое табло в нуль кнопкой «Уст.0»;

нажать кнопку «-», а затем кнопку «Запись». На цифровом табло должно индицироваться набранное число со знаком «-».

Проверить возможность переноса начала отсчета в любую точку, для чего в произвольном положении координатного стола нажать кнопку «Уст.0». На табло устройства отсчетного цифрового должны индицироваться нули во всех разрядах.

## 2.2. Техника измерений размеров деталей

Измерение размеров изделий в прямоугольных координатах (рис.2.3) ведут после совмещения границ деталей с визирными линиями окуляра перемещением и вращением координатного стола.

Отсчет по прибору может вестись двумя способами. В первом случае, если начало координат будет произвольным (например 12,847мм), то результат равен разнице показаний между вторым (20,960 мм) и первым отсчетом, т.е.  $20,960 - 12,847 = 8,113$ мм.

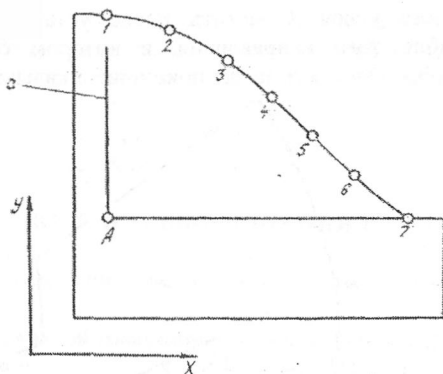


Рис.2.3. Схема измерений в прямоугольных координатах.

Если начало координат совпадает с нулем (нажатием кнопки «Уст.0»), то отсчет измерения второго положения равен измеряемому размеру (например 8,113мм).

Для измерения в полярных координатах необходимо точно совместить центр вращения стола с началом координат, т.е. с точкой пересечения штриховых линий перекрестия сетки окулярной головки, видимой в окуляр, предварительно установив колонку в вертикальном положении ( $0^\circ$  по шкале наклона) и ноль нониуса с началом отсчета угломерной шкалы микроскопа, а также совместив 0 шкалы лимба координатного столпа с нониусом (0). Для совмещения центра вращения стола с началом системы полярных координат пользуются перекрестием предметного стола, которое устанавливается так, чтобы разметка была обращена вниз (внутрь отверстия). Центрирование стола можно также производить с помощью предметного стекла с конусным отверстием и оправы. Добиваются совмещения центров механизмами перемещения координатного стола.

При измерении изделий с очертаниями кривых (рис.2.4) в полярных координатах необходимо установить измеряемое изделие на отцентрированный стол. Совместить изображение центра детали с центром перекрестия сетки угломерной головки. Если деталь имеет вместо намеченного центра отверстие, то для упрощения работы вставить в это отверстие пробку с заранее намеченным центром.

Совместить после центрирования изделие вращением стола одну из линий перекрестия сетки с линией, начерченной на детали и служащей

началом отсчета углов. Отметить после установки показание на цифровом табло того направления, в котором будут измеряться радиусы-векторы. Отметить также показание шкалы стола.

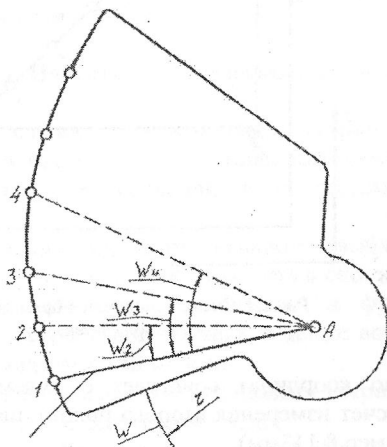


Рис.2.4. Схема измерений в полярных координатах.

Например:

на шкале стола  $38^{\circ} 8'$ ;

на индикаторном табло 1,355 мм.

Предположим измеряемый профиль должен отвечать следующим данным:

Радиус	Угол поворота
Точка 1 $X_1=45,0\text{мм}$	$1=0^{\circ}$
Точка 2 $X_2=50,5\text{мм}$	$2=15^{\circ}$
Точка 3 $X_3=56,7\text{мм}$	$3=35^{\circ}$

Измерение правильности положения точки 1 кривой производить проверкой радиус-вектора, так как угловая координата в данном случае равна нулю. Установить на цифровом табло отсчет, равный сумме (разности) начальной и табличной величин. В данном случае отсчет должен быть равен:  $1,355+45=46,355$  мм.

При правильном выполнении профиля изделия край его теневого изображения совпадает с началом координат. Если же измеряемый контур не точен, то отклонение измеряется как в прямоугольных координатах.

Поступить аналогичным образом при переходе к измерению точки 2, прибавить к нему новую установку стола, равную сумме начальной и табличной величин, т.е. для точки 2 будет иметь значение:

установка на табло  $1,355+50,5=51,855$  мм;

установка шкалы стола  $38^{\circ}8'+15^{\circ}=53^{\circ}8'$ ;

и т.д. для всех последующих точек.

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить конструкции инструментальных микроскопов ММИ-2 и ИМЦЦ 150х50,Б.

2. Овладеть техникой измерения и проведением измерений линейных и угловых размеров.

3. Для заданной детали определить способ крепления на предметном столе и закрепить изделие.

4. Выбрать схему измерений в соответствии с предложенными в описании.

5. Подготовить прибор к работе.

6. Произвести измерения линейных и угловых размеров.

7. Провести съем информации.

8. Нанести результаты измерений на эскизы изделий.

9. Оформить отчет.

#### В отчете следует:

1) привести краткое изложение конструкции инструментальных микроскопов, технику измерения размеров и съем информации;

2) нанести полученные результаты на эскизы изделий;

3) сделать заключение о годности детали.

#### Контрольные вопросы

1. Назначение инструментальных микроскопов.

2. Назвать и расшифровать марки инструментальных микроскопов.

3. Указать область применения инструментальных микроскопов для измерения линейных и угловых размеров.

4. Каким требованиям должен отвечать микроскоп, подготовленный к работе?

5. Какие бывают способы крепления изделий на столе микроскопа?

6. Как снимаются показания с отсчетного устройства при измерении линейных размеров в продольном и поперечном направлениях?

7. Как снимаются показания при измерении углов по прямой и обратной шкале?

8. Как выполняются измерения в прямоугольных и поперечных координатах?

## ЛИТЕРАТУРА

1.Иванов, А.И. Контрольно-измерительные приборы в сельском хозяйстве/ А.И.Иванов, А.А.Куликов, Б.С.Третьяков. М.: Колос, 1984.

2.Иванов, А.И. Практикум по взаимозаменяемости, стандартизации и техническим измерениям /П.В.Полещенко. М.:Колос,1977.