

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальный измерительный микроскоп УИМ-21 предназначается для измерения линейных и угловых размеров разнообразных изделий в прямоугольных и полярных координатах. В частности, на приборе можно производить измерения резьбовых изделий, режущего инструмента, профильных шаблонов и лекал, кулачков, конусов, метчиков, резьбонарезных гребенок, а также радиусов закруглений и расстояний между осями отверстий различной формы.

По роду работ, которые можно производить на приборе, он является универсальным в полном смысле слова.

Универсальный измерительный микроскоп широко применяется на заводах машиностроительной и приборостроительной промышленности, а также в научно-исследовательских институтах.

II. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ

1. Универсальный измерительный микроскоп УИМ-21.
2. Бабки центровые со скалками.
3. Коробка электрораспределительная РК-3.
4. Кронштейн с корпусом главного микроскопа.
5. Головка окулярная штриховая ОГУ-21.
6. Объектив телецентрический МТ-21
7. Стол плоский.
8. Комплект измерительных ножей.

Кроме того, по особому заказу могут быть изготовлены специальные приспособления:

стол с высокими центрами СТ-2 для измерения резьбы различных изделий диаметром от 90 до 250 мм;

стол круглый СТ-9 для измерения углов всевозможных изделий;

бабка измерительная ИБ-21 для угловых измерений изделий, закрепляемых в центрах;
 приспособление ИЗО-1 для внутренних линейных измерений контактным методом;
 головка окулярная ОГУ-22 для измерения расстояний между центрами отверстий диаметром до 13 мм;
 опоры призматические ОП-21 для измерения длинных и бесцентровых изделий;
 насадка проекционная ПН-7 для проектирования в увеличенном виде изображения измеряемого изделия на экран;
 длиномер оптический вертикальный ИЗВ-21 для измерения наружных размеров изделий контактным методом по третьей координате — высоте изделия;
 головка профильная ОГР-23 для измерения элементов метрической резьбы и радиусов различных дуг;
 объективы сменные МТ-22, МТ-23 и МТ-24 с увеличением 5, 1,5 и 1^x.

III. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

1. Пределы измерений и цена деления отсчетных устройств

Пределы измерения длин:

в продольном направлении 0—200 мм

в поперечном направлении 0—100 мм

Пределы измерения углов..... 0—360°

Цена наименьшего деления спирального

окулярного микрометра 0,001 мм

Цена наименьшего деления штриховой

окулярной головки..... 1'

2. Точность измерений

Ниже приведены значения наибольших величин погрешностей измерения, действительных даже при неблагоприятных условиях.

Проекционный (теневой) метод

Измерение длин на плоском столе:

$$\text{в продольном направлении } \pm \left(3 + \frac{L}{30} + \frac{h_1 L}{4000} \right) \text{ мк}$$

$$\text{в поперечном направлении } \pm \left(3 + \frac{L}{50} + \frac{h_1 L}{2500} \right) \text{ мк}$$

Измерение диаметров гладких

$$\text{цилиндров в центрах } \pm \left(6 + \frac{L}{67} \right) \text{ мк}$$

Измерение средних диаметров

$$\text{резьбы } \pm \left(4 + \frac{2}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{67} \right) \text{ мк}$$

$$\text{Измерение шага резьбы } \pm \left(1 + \frac{2}{\cos \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{32} \right) \text{ мк}$$

Метод осевого сечения (с помощью ножей)

Измерение длин:

$$\text{в продольном направлении } \pm \left(2,7 + \frac{L}{30} + \frac{h_1 L}{4000} \right) \text{ мк}$$

$$\text{в поперечном направлении } \pm \left(2,7 + \frac{L}{50} + \frac{h_1 L}{2500} \right) \text{ мк}$$

Измерение диаметров гладких

$$\text{цилиндров в центрах } \pm \left(2,7 + \frac{L}{67} \right) \text{ мк}$$

Измерение средних диаметров

$$\text{резьбы } \pm \left(1 + \frac{1,7}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{67} \right) \text{ мк}$$

$$\text{Измерение шага резьбы } \pm \left(1 + \frac{1,7}{\cos \frac{\alpha}{2}} + \frac{L}{67} \right) \text{ мк}$$

Обозначения в формулах:

L — измеряемая длина в мм;

h_1 — высота изделия над стеклом стола в мм;

$\frac{\alpha}{2}$ — половина угла профиля резьбы в градусах.

3. Габарит и вес

Габарит прибора	1145 × 1060 × 705 мм
Вес	414 кг

IV. КОНСТРУКЦИЯ

Универсальный измерительный микроскоп состоит из следующих основных частей: станины, продольной каретки, поперечной каретки, главного микроскопа, колонки микроскопа, осветительного устройства и штриховой окулярной головки.

Станина 1 (рис. 1) служит основанием прибора и несет на себе продольную каретку 2, на которую устанавливают измеряемые изделия, и поперечную каретку 3. Вместе с поперечной кареткой перемещаются микроскоп и осветительное устройство. Направляющие 4 и 5 представляют собой твердозакаленные полированные угольники, по которым перемещаются точные шарико-подшипники кареток.

Со станиной жестко связаны отсчетные микроскопы 6 и 7, каждый из которых снабжен малым осветителем.

Станина имеет отлитые проушины 8 для цилиндрических штанг, используемых при переноске прибора. В основании станины предусмотрены три опорных винта, позволяющие устанавливать прибор горизонтально по круглому уровню 9.

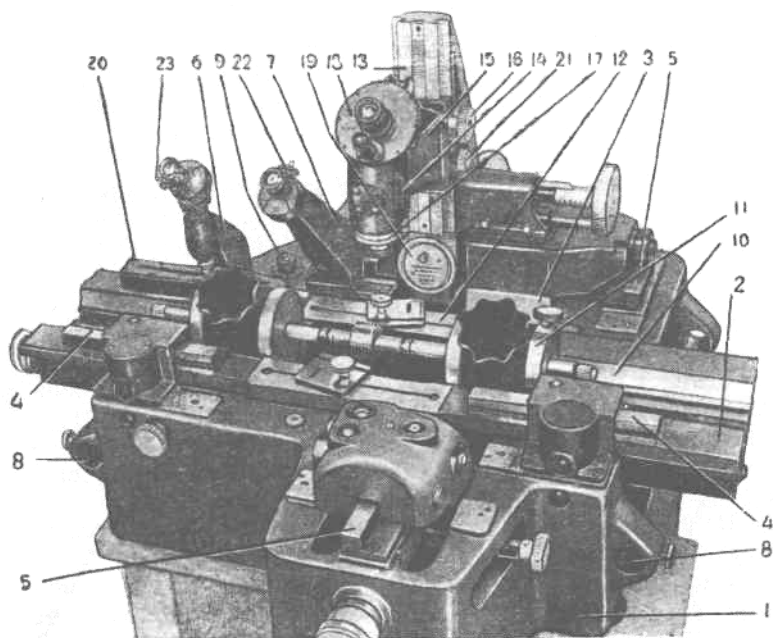


Рис. 1

Продольная каретка имеет цилиндрическое направляющее ложе 10, в котором устанавливают центровые бабки 11. Опорные плоскости 12 служат для установки приспособлений.

Поперечная каретка несет на себе колонку 13, центральное осветительное устройство и оправу шкалы поперечных перемещений. На краях отливки корпуса каретки смонтированы точные шарикоподшипники.

Главный микроскоп 14 является важнейшей частью прибора и вместе со штриховой окулярной головкой служит для точной наводки на измеряемое изделие.

Микроскоп вместе с кронштейном 15 перемещается по высоте вдоль колонки: грубое Перемещение осуществляется вращением кремальеры 16., точное — вращением накатанного кольца 17. Точная фокусировка микроскопа фиксируется круговой шкалой, нанесенной на кольцо, благодаря чему измерения можно производить одновременно на различных высотах (до 8 мм), но с меньшей точностью.

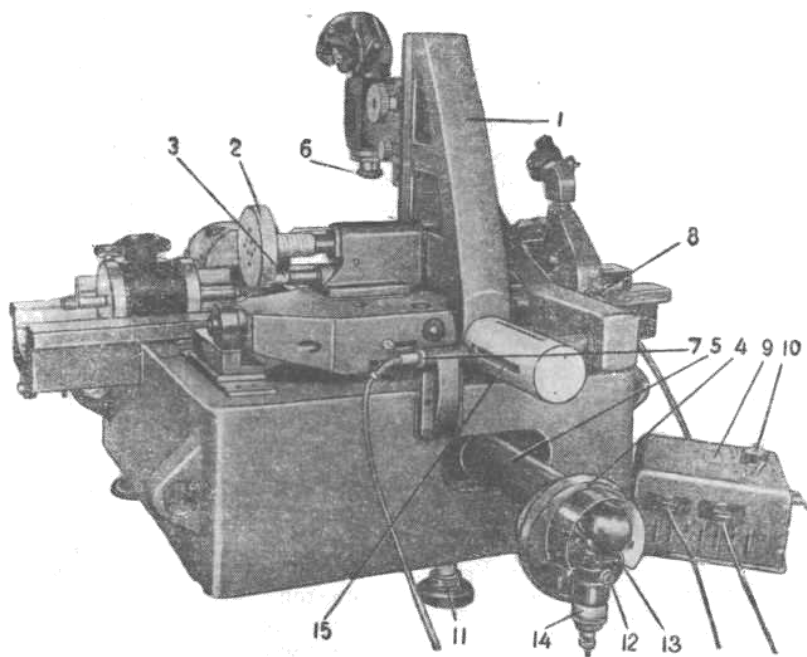


Рис. 2

В верхней части тубуса микроскопа установлена штриховая окулярная головка 18.

Колонка 1 (рис. 2) смонтирована на поперечной каретке и может наклоняться вместе с микроскопом в обе стороны от вертикального положения маховичком 2. Ось наклона колонки точно пересекает линию центров центральных бабок, благодаря этому наклоны не вносят значительных погрешностей в измерения. Для того чтобы колонка прочно удерживалась в вертикальном положении, имеется пружинящий фиксатор 3, который заскакивает в соответствующее гнездо на внутренней стороне маховичка 2 и блокирует его. На стороне колонки, обращенной к микроскопу, установлено регулировочное кольцо 19 (рис. 1) с делениями; под действием кольца меняется диаметр отверстия ирисовой диафрагмы осветительного устройства.

Осветительное устройство смонтировано на поперечной каретке. Свет от лампы проходит через

заключенный в кожух 4 (рис. 2), направляется в тубус 5 осветительного устройства, отклоняется зеркалом вверх и попадает в объектив 6.

В револьверной оправе, заключенной в кожух 4, помещены три конденсора: один с надписью «фото» на оправе — для непосредственного наблюдения, измерения теньвым методом и методом осевого сечения, другой с надписью «3^x» — для работы с проекционной насадкой при увеличении объектива 3 и 5^x и третий — с надписью «1^x и 1,5^x» — для работы с проекционной насадкой при увеличении объектива 1 и 1,5^x.

Ирисовая диафрагма применяется для регулировки резкости изображения при точных измерениях.

Лампы центрального освещения 12 в, 30 вт и малых осветителей 7 и 8 — 2,5 в, 0,45 а включаются в сеть 127 или 220 в через электрораспределительную коробку 9, которая имеет на боковой стенке два штепселя для включения прибора в сеть, а на передней стенке четыре штепселя (один для лампы 12 в, три других для ламп малых осветителей) и маховичок для регулировки центрального освещения. В верхней части коробки имеется маховичок 10 для регулировки малых осветителей.

На электрораспределительной коробке имеются два выключателя: один с надписью «микроскопы» — для малых осветителей, другой с надписью «коллиматор» — для центрального освещения.

Штриховая окулярная головка состоит из корпуса 1 (рис. 3) и окуляра 2. В корпусе помещена стеклянная пластина со штриховыми линиями, видимыми в окуляре. Штриховые линии служат для наводки на контур измеряемого изделия или на риску измерительного ножа.

Пластину можно поворачивать на 360° маховичком 3;

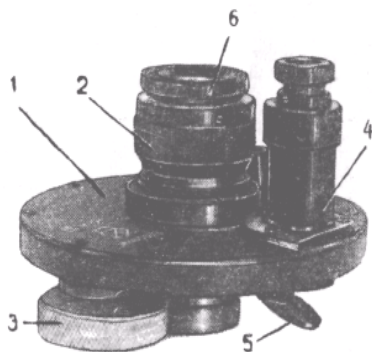


Рис. 3

вместе с пластиной поворачивается градусный лимб, видимый в отсчетный микроскоп 4 одновременно с минутной (неподвижной) шкалой.

Штриховая окулярная головка отъюстирована так, что при нулевом положении шкалы по микроскопу 4 горизонтальные штрихи сетки совпадают с направлением движения продольной каретки, а вертикальные — с направлением движения поперечной каретки.

Зеркало 5 служит для освещения поля зрения отсчетного микроскопа.

V. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

1. Распаковка

Универсальный измерительный микроскоп транспортируется в деревянном ящике. Чтобы распаковать прибор, необходимо, отвернув шурупы и сняв крышку, вынуть прижимные колодки 1 (рис. 4), снять четыре стяжки 2 и откинуть боковые стенки, связанные петлями с дном ящика.

Затем прибор берут за подъемные штанги 3 и переносят на заранее подготовленное место, где он должен быть установлен на прочном столе или фундаменте высотой 600—800 мм.

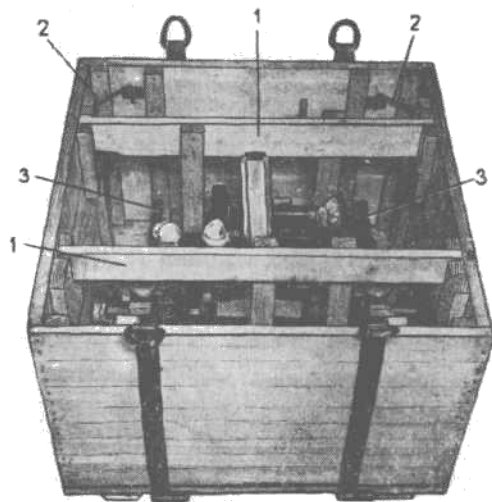


Рис. 4

Каретки прибора, которые в целях сохранности при транспортировании были приподняты над направляющими, опускают. Для этого с направляющих снимают бумажные обложки, удаляют смазку и отверткой вывертывают красные винты (на их головках награвированы номера «1», «2», «3», «4», «8» и «9») на скобах 1, 2, 3, 4, и 5 (рис. 5).

Освобожденные каретки прибора должны по возможности равномернее опускаться на направляющие, поэтому винты «5», «6», «7», «10» и «11» на скобах 1, 2, 3, 4 и 5 нужно вывертывать одновременно, постепенно вывинчивая торцовым ключом каждый винт.

После этого снимают все красные предохранительные скобы. Затем вывертывают красные винты с награвированными номерами «12», «13», «14», «15» и «16» из соответствующих коробок подшипников и, чтобы не утратить, привязывают шнурками к соответствующим красным скобам.

После удаления предохранительных красных скоб прибор нельзя ни поднимать, ни передвигать.

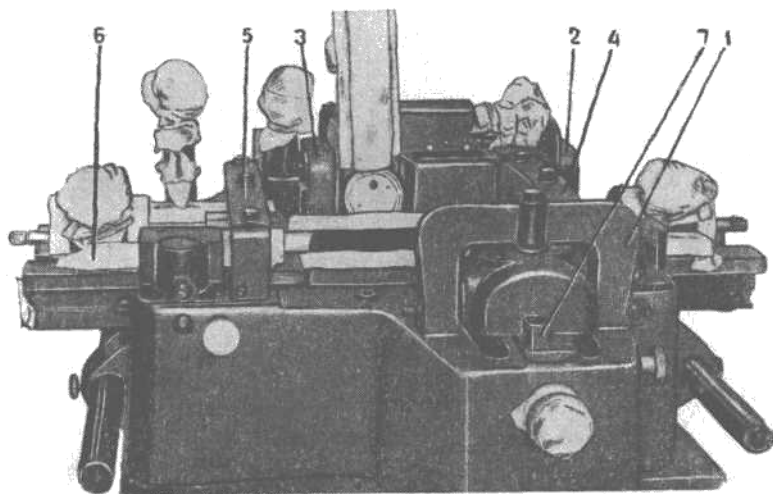
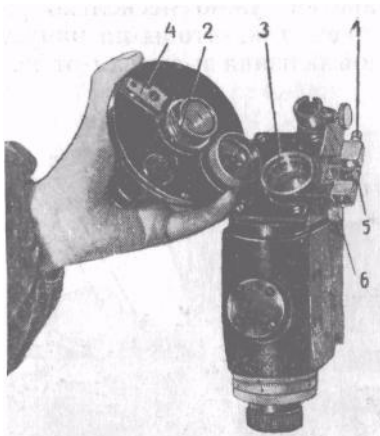


Рис. 5

Очередной этап подготовки прибора — окончательная очистка всех механических частей от смазки. Направляющие 6 и 7 должны быть особо тщательно промыты чистым бензином, при этом каретки нужно несколько раз передвинуть из конца в конец так, чтобы на направляющих не оставалось следов бензина и смазки от подшипников.

Закончив чистку, вынимают из ящика с принадлежностями кронштейн с микроскопом и вдвигают в паз (ласточкин хвост) на колонке микроскопа до тех пор, пока при вращении кремальеры зубчатая рейка не войдет в зацепление с трибкой.

Устанавливают штриховую окулярную головку. Для этого, оттянув пружинящий фиксатор 1 (рис. 6), вставляют патрубком 2 в отверстие 3 верхней части тубуса микроскопа так, чтобы выступ 4 вошел в выемку 5, затем фиксатор



отпускают, затягивают винт 6 и ставят на место глазную линзу 6 (рис. 3). Снятые упаковочные детали (скобы, винты, деревянные колодки) нужно хранить в упаковочном ящике прибора на случай дальнейшего транспортирования. Если ящик почему-либо не сохранился, то красные скобы и винты должны храниться возле прибора, так как только их применение гарантирует прибор от повреждений при переноске.

Рис. 6

2. Установка в рабочее положение

Прежде всего прибор выверяют по горизонту с помощью круглого уровня 9 (рис. 1) и установочных винтов 11 (рис. 2), затем устанавливают центровые бабки 1 (рис. 7). Для этого отвинчивают большие фасонные рукоятки 2 и помещают центровые бабки в направляющее цилиндрическое ложе продольной каретки таким образом, чтобы Т-образная

шпонка бабки вошла в Т-образный паз каретки. Передвинув бабки вдоль каретки в требуемое положение, закрепляют рукоятки 2. Зажимные винты 3 предназначены для закрепления скалок 4, несущих центра 5.

Примечание. Если скалка окажется вынутой совсем, то не всегда удастся легко вставить ее обратно — может помешать опустившаяся внутрь втулки поджимная колодка. В этом случае нужно снять бабку с направляющих, перевернуть фасонной рукояткой книзу и, встряхнув ее в таком положении, вставить скалку на место.

Если для установки измеряемого изделия понадобится плоский стол, то, прежде чем его устанавливать, необходимо

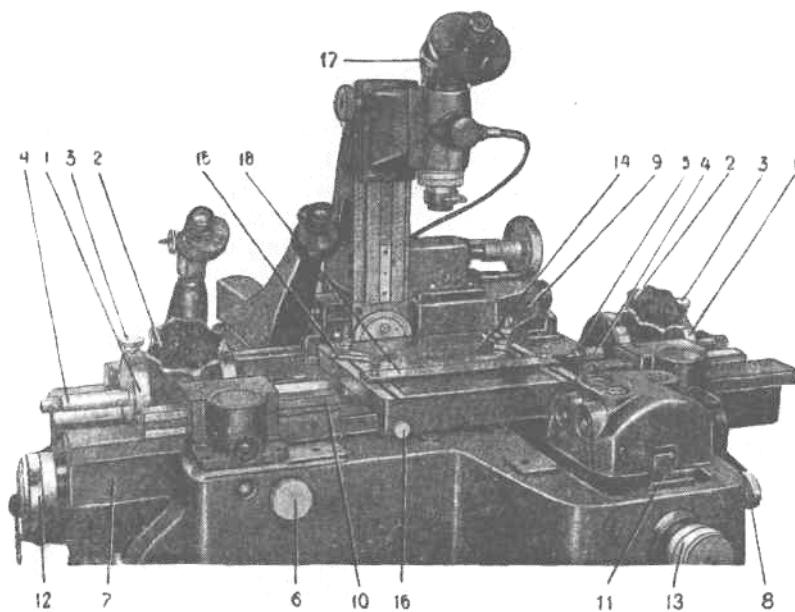


Рис. 7

тщательно протереть нижние установочные площадки, которыми стол опирается на опорную плоскость продольной каретки.

Стол устанавливают на опорную плоскость продольной каретки регулировочными винтами к себе, как показано на

рисунке; при этом винты немного вывинчивают, а затем подворачивают до начала действия буфера. Так как эти винты служат для выверки положения измеряемого изделия при небольших разворотах стола, то затягивать их до отказа нельзя.

Лампу центрального осветительного устройства включают в соответствующее гнездо электрораспределительной коробки, а последнюю — в электросеть.

Перед работой на приборе лампу центрального осветительного устройства центрируют относительно оптической оси осветительной системы. Для этого вращением револьверной оправы устанавливают конденсор с надписью «увел. 3^x ». На плоский стол ставят центрировочное приспособление (рис. 8) — коллиматор, состоящий из тубуса, линзы, диафрагмы и матового стекла, — так, чтобы свет из осветительного устройства попал в приспособление. Регулируемым кольцом открывают диафрагму до деления «25», тогда на матовом стекле центрировочного приспособления возникнет изображение диафрагмы и части спирали лампы. Теперь с помощью винтов 12 (рис. 2), 13 и гайки 14 нужно, во-первых, избежать больших окрашенных пятен, во-вторых, добиться максимального заполнения видимого поля изображением спирали и обеспечить расположение его по диаметру поля.

Если требуется заменить лампу центрального осветителя, необходимо открепить нижнюю гайку корпуса патрона, отвернуть на несколько оборотов патрон и отверткой ослабить винт хомутика, охватывающего цоколь лампы. Повернув лампу против часовой стрелки, можно вынуть ее из патрона и установить новую.

Кроме центрального осветительного устройства, имеется ряд дополнительных осветителей.

Осветитель 1 (рис. 9) верхнего освещения предназначен для работы в отраженном свете. Он имеет четыре лампочки 2,5в, включаемые в общую сеть через распределительную коробку. Осветитель крепится своим патрубком на кольце объектива с помощью пружинного замка 2 и препятствует доступу к кольцу 3.

Специальный иллюминатор 1 (рис.10) с полупрозрачной пластинкой для измерения методом осевого сечения надевается на кольцо объектива и крепится винтом 2.

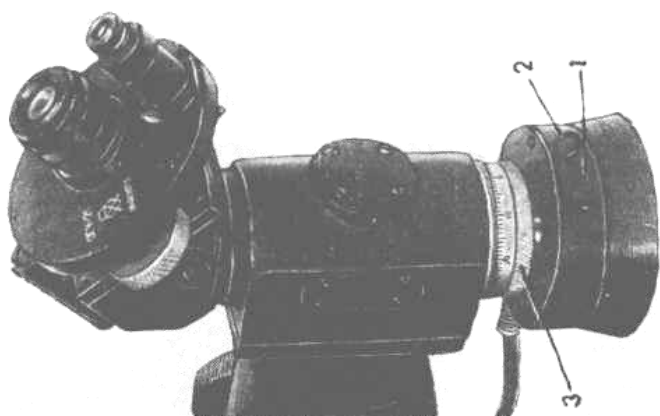


Рис. 9

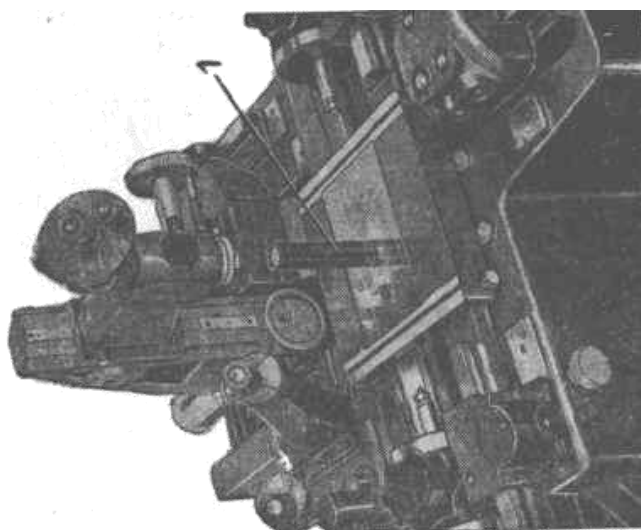


Рис. 8

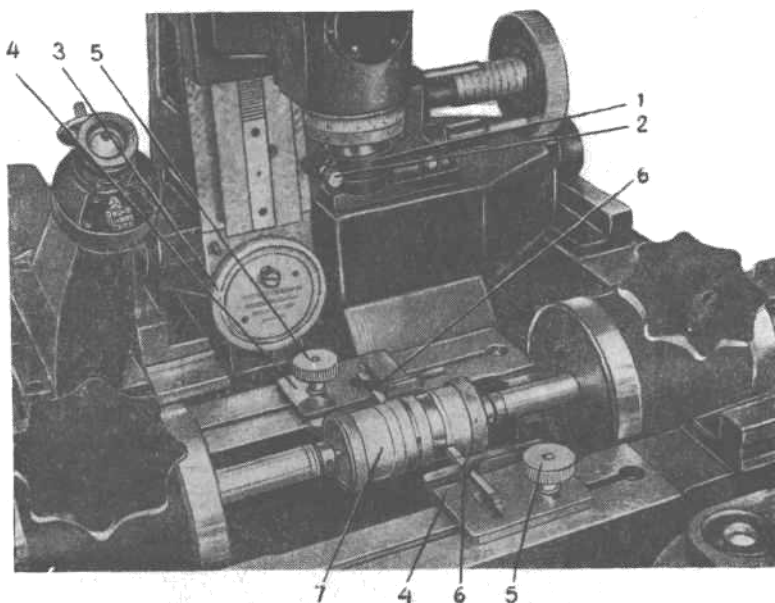


Рис. 10

Осветитель лимба штриховой окулярной головки состоит из корпуса 1 (рис. 11) и патрона 2 с лампочкой 2,5 в, включаемой в распределительную коробку. Осветитель крепится к муфте тубуса микроскопа посредством пружинного зажима 3.

Осветители отсчетных микроскопов со спиральными окулярными микрометрами однотипны и представляют собой патроны с лампочками 2,5 в, присоединенные к одному шнуру с вилкой.

VI. РАБОТА НА МИКРОСКОПЕ

1. Методы измерения

Измерения на универсальном микроскопе можно производить проекционным (теневым) методом и методом осевого сечения.

При измерении проекционным методом в проходящем свете помещают изделие на плоский стол или укрепляют в центрах на пути световых лучей, идущих из центрального осветителя.

Если изделие не прозрачное, то при наблюдении в окуляр главного микроскопа в поле зрения будет видно теневое изображение изделия. Для визирования по краю тени в фокальной плоскости окуляра установлена сетка, состоящая из нескольких штриховых линий (рис. 12).

При работе в отраженном свете изделие освещается сверху осветителем, центральное освещение выключают.

При измерении методом осевого сечения к изделию вплотную придвигают измерительные ножи с нанесенными на поверхности параллельно лезвию ножа тонкими рисками. Поверхность ножа с риской определяет плоскость измерения (для тел вращения эта плоскость будет осевым сечением). При этом методе наводка штриховых линий сетки производится не по теневому контуру изделия, а по риске ножа.

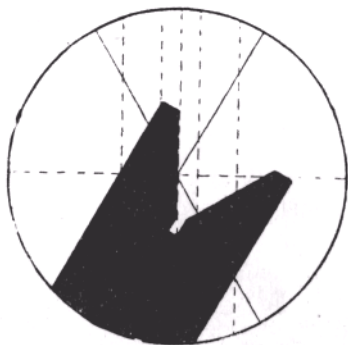


Рис 12

(рис. 10), в корпус которого вставлена полупрозрачная

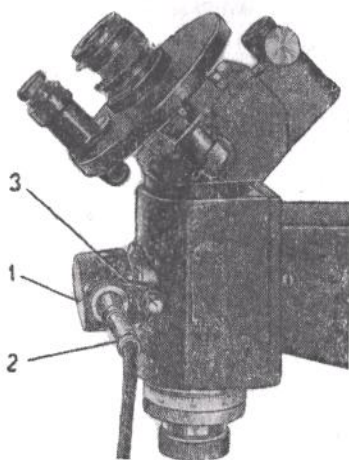


Рис. 11

Методом осевого сечения можно измерять как плоские, так и цилиндрические изделия.

Применение измерительных ножей требует установки специального осветительного приспособления, представляющего собой иллюминатор

пластинка. Благодаря ей часть лучей, идущих из центрального осветительного устройства, проходит в объектив, а часть отражается и освещает поверхность ножа с риской, наблюдаемой в поле зрения микроскопа.

В процессе измерения в поперечном направлении перемещают микроскоп, а в продольном — стол с изделием. Грубое перемещение микроскопа и стола производится от руки, точное — с помощью микровинтов.

Для отсчета перемещения служат стеклянные миллиметровые шкалы: шкала 20 (рис. 1) продольного хода и шкала 15 (рис. 2) поперечного хода, а также отсчетные микроскопы со спиральными окулярными микрометрами.

Универсальный измерительный микроскоп работает нормально при температуре $20 \pm 3^\circ\text{C}$ в сухом чистом помещении при отсутствии тряски и вибрации.

2. Работа отдельных узлов прибора

Для достижения наибольшей точности измерений необходимо ознакомиться с особенностями устройства некоторых узлов прибора, научиться правильно производить наводку штриховых линий сетки на измеряемое изделие и установку изображения на резкость, а также пользоваться спиральными окулярными микрометрами.

Установка диафрагмы

Для установки диафрагмы служит регулировочное кольцо 19 (рис. 1) со шкалой, на которой обозначены диаметры диафрагмы в миллиметрах. Чтобы исключить ошибку мертвого хода, нужно устанавливать кольцо всегда против часовой стрелки.

При измерении плоских изделий на столе наивыгоднейшим диаметром диафрагмы, как показали исследования, будет 20—25 мм.

При измерении цилиндрических изделий следует руководствоваться таблицей наивыгоднейших диаметров диафрагмы в зависимости от диаметров изделий и углов профиля резьбы и выбирать соответствующее значение диаметра диафрагмы: для гладких цилиндров — по наружному диаметру, для резьб — по среднему диаметру профиля. Ни в коем случае нельзя пренебрегать этим

обстоятельством, так как размер диафрагмы в значительной степени влияет на результат измерения.

Как правило, при установке диафрагмы большей, чем указано в таблице, результат измерения получается меньший и, наоборот, при диафрагме меньшей, чем указано в таблице, результат измерения получается больший. Поэтому при измерении цилиндрических изделий ограничиваться субъективной установкой освещения на глаз нельзя.

ТАБЛИЦА
наивыгоднейших диаметров диафрагмы

Наружный диаметр гладких цилиндров или средний диаметр резьбы в мм	Диаметр диафрагмы в мм			
	гладкие цилиндры	Угол профиля резьбы		
		30°	55°	60°
0,5	—	25,2	30,6	31,5
1	31,5	20,0	24,3	25,0
2	25,0	15,9	19,3	19,8
3	21,8	13,9	16,8	17,3
4	19,8	12,7	15,3	15,7
5	18,4	11,7	14,2	14,6
6	17,3	11,0	13,4	13,7
8	15,7	10,1	12,2	12,5
10	14,6	9,3	11,3	11,6
12	13,7	8,8	10,7	10,9
14	13,0	8,3	10,1	10,3
16	12,5	7,9	9,6	9,8
18	12,0	7,6	9,3	9,5
20	11,4	7,4	8,6	9,2
25	10,8	6,8	8,2	8,6
30	10,1	6,4	7,8	8,1
40	9,2	5,8	7,2	7,3
50	8,6	5,4	6,6	6,8
60	8,0	5,1	6,2	6,3
70	7,7	4,8	5,9	6,0
80	7,3	4,6	5,7	5,8
90	7,0	4,4	5,4	5,6
100	6,8	4,2	5,2	5,4
150	5,9	3,8	4,6	4,7
200	5,4	3,4	4,1	4,2

Пользование измерительными каретками

Измерительные каретки имеют тормозные винты: винт 6 (рис. 7) закрепляет продольную каретку 7, винт 8 — поперечную каретку 9. При отжатых винтах можно легко перемещать каретки от руки вдоль направляющих 10 и 11. Это движение используется для предварительного, грубого подведения измеряемого участка изделия под микроскоп.

Точную наводку осуществляют микровинтами 12 (в продольном направлении) и 13 (в поперечном направлении) при зажатых винтах 6 и 8. Нужно следить, чтобы в начале работы микровинты точной наводки были установлены в среднем положении; на втулке микровинта среднее положение отмечено белым штрихом, а крайние положения — красными штрихами.

При работе на приборе нельзя опираться руками на каретки.

Отсчеты по микроскопам со спиральными окулярными микрометрами

Микроскопы со спиральными окулярными микрометрами предназначены для отсчета линейных измерений в продольном и поперечном направлениях.

В поле зрения каждого микроскопа одновременно видны: два-три штриха миллиметровой шкалы (рис. 13), неподвижная шкала десятых долей миллиметра с делениями от 0 до 10, круговая шкала для отсчета сотых и тысячных долей миллиметра и двойные витки спирали.

Чтобы произвести отсчет, необходимо предварительно маховичком 22 (рис. 1) или 23 подвести двойной виток спирали так, чтобы миллиметровый штрих, расположенный в зоне двойных витков, оказался точно посередине между линиями витка. Индексом для отсчета миллиметров служит нулевой штрих шкалы десятых долей миллиметра. На рис. 13 миллиметровый штрих «46» прошел нулевой штрих шкалы десятых долей миллиметра, а ближайший больший штрих «47» еще не дошел до нулевого штриха шкалы десятых долей миллиметра. Отсчет будет 46 миллиметров плюс отрезок от штриха «46» до нулевого штриха шкалы десятых долей миллиметра. В этом отрезке число десятых долей миллиметра будет обозначено цифрой «3» последнего пройденного штриха шкалы.

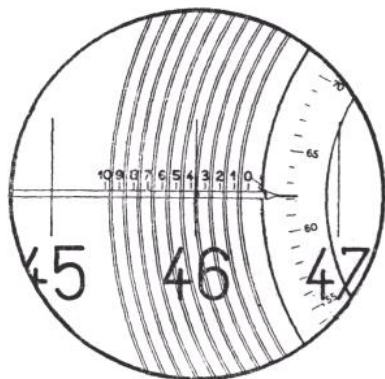


Рис. 14

К прибору прилагаются аттестаты на шкалы продольной и поперечной кареток, дающие поправки на неточность делений шкал. При особо точных измерениях к среднему значению отсчетов прибавляют приведенные в аттестатах поправки с учетом их знаков.

Отсчет по микроскопу штриховой окулярной головки

При измерении углов отсчет производится по микроскопу штриховой окулярной головки. В поле зрения микроскопа видны одновременно два-три штриха градусной шкалы (рис. 14) и минутная шкала с делениями от 0 до 60. Индексом для отсчета служит нулевой штрих

На рис. 14 градусный штрих «121» прошел нулевое деление минутной шкалы при движении лимба по часовой стрелке, а ближайший больший штрих «122» еще не дошел до нулевого деления минутной шкалы. Отсчет будет 121° плюс отрезок от штриха «121» до нулевого деления минутной шкалы.

В этом отрезке число минут будет соответствовать

Сотые и тысячные доли миллиметра отсчитываются по круговой шкале, индексом для отсчета служит указатель шкалы десятых долей миллиметра; цена деления круговой шкалы — $0,001 \text{ мм}$. На рисунке штрих «62» прошел указатель и некоторую часть следующего деления шкалы. Эту часть деления определяют на глаз, она примерно равна $0,2$ деления круговой шкалы. Итак, окончательный отсчет будет $46,3622 \text{ мм}$.

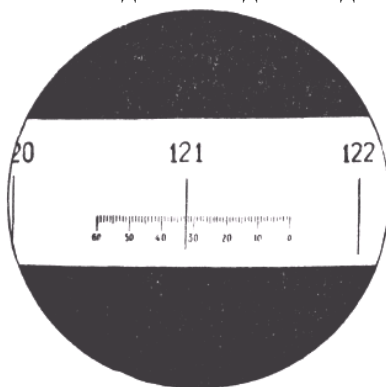


Рис. 14

количеству пройденных штрихов — в данном случае 32'. Десятые доли минуты оцениваются на глаз. Окончательный отсчет будет 121°32,5'.

Наводка штриховых линий сетки на край теневого изображения

Прежде чем приступить к точным измерениям, работающий на микроскопе должен научиться производить наводку штриховых линий сетки окулярной головки на контур теневого изображения. Для этого необходимо тренироваться в наводке штрихов на край теневого изображения и отсчетах по спиральному микрометру. Тренировку можно производить по плиткам или по гладким цилиндрическим калибрам.

На рис. 15 приведен пример неправильной наводки (а и б) и правильной наводки (в); жирными штриховыми линиями обозначены линии сетки окулярной головки, а сплошными линиями (в виде прямоугольника) обозначен контур изделия.

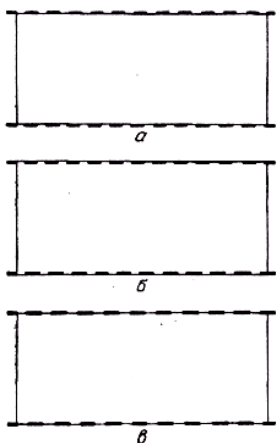


Рис. 15

Наводка штриховой линии на контур теневого изображения изделия будет тогда правильной, когда половина толщины штриха наложится на теневое изображение, а другая половина будет выступать на светлом фоне, т. е. ось штриховой линии сетки совместится с контуром теневого изображения.

Если производить наводку на контур теневого изображения, как показано на рис. 15 а, то полученный результат измерения будет больше действительного размера, а при наводке штриховых линий, как показано на рис. 15 б, результат будет

меньше действительного размера. Погрешность при неправильной наводке может достигать значительной величины, так как толщина штрихов линий сетки равна 8 мк (на измеряемом изделии 2,7 мк).

Наводка штриховой линии по риску ножа должна производиться так, чтобы оси штрихов и риски совпадали.

Фокусировка главного микроскопа

При измерении плоских изделий проекционным методом сначала подводят от руки один край изделия под микроскоп так, чтобы перекрылась часть круглого светового пятна на стекле стола. В поле зрения микроскопа будет видно изображение в большинстве случаев нерезкое.

Освободив тормозной винт 21 (рис. 1) и вращая маховичок 16, производят предварительную грубую фокусировку на изделие до получения приблизительно отчетливой картины.

Окончательная точная установка резкости изображения теневого контура достигается вращением накатанного кольца 17.

Резкость изображения резбовых изделий достигается в основном так же, как и гладких цилиндров. Однако, когда колонка центрального микроскопа установлена вертикально, нельзя одновременно отфокусировать микроскоп на обе грани зуба или впадины резьбы. Отфокусировать микроскоп можно наклоном колонки с помощью маховичка 2 (рис. 2) на средний угол подъема резьбы. Практически величину наклона колонки находят опытным путем, добиваясь резкого изображения обеих граней профиля зуба.

При измерении среднего диаметра резьбы, когда требуется перейти от одного контура к противоположному, нужно одновременно наклонить колонку в обратную сторону на тот же угол. Если измеряемая резьба нормирована и средний угол подъема ее известен, то наклон колонки можно установить маховичком 2 по его шкале с ценой деления 15'.

Средний угол подъема резьбы можно приближенно подсчитать по формуле

$$\omega = 18,25 \frac{S}{d_{cp}},$$

где ω — искомый угол подъема в градусах;

S — шаг в мм;

d_{cp} — средний диаметр в мм.

При измерении методом осевого сечения плоскость измерения определяется измерительными ножами, поэтому и фокусировать микроскоп следует на тонкую риску ножа; колонка микроскопа при этом должна стоять вертикально, указатель будет находиться на нуле шкалы маховичка.

Установка ножей

Прежде чем установить измерительные ножи, на конец оправы объектива надевают иллюминатор 1 (рис. 10) и закрепляют винтом 2. Диафрагму открывают полностью, т. е. ставят кольцо 3 на деление «25» или «30». Затем

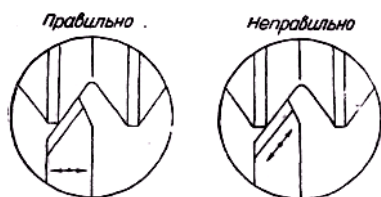


Рис. 16

устанавливают и закрепляют измеряемое изделие, придвигают к нему возможно ближе опорные площадки 4 и закрепляют их винтами 5.

После этого помещают измерительный нож под ножедержатель 6 и, действуя двумя руками (одной отжимают ножедержатель, другой передвигают нож), подводят нож к изделию так, чтобы между контуром изделия и лезвием ножа был виден узкий параллельный просвет. Затем измерительные ножи приводят в соприкосновение по всей длине изделия, при этом не должно наблюдаться просвета.

На рис. 16 стрелками показано, как надо придвигать нож к изделию.

Ножами можно измерять только хорошо отшлифованные или доведенные поверхности. Наиболее ответственной частью ножа является его лезвие, — малейшая зазубрина на нем может вызвать неплотное прилегание и тем самым внести погрешность в результат измерения.

Наибольшая опасность повредить ножи возникает при их установке, поэтому с самого начала нужно усвоить методику установки ножей.

Ни в коем случае нельзя перемещать придвинутый к изделию нож, а также поворачивать или перемещать изделие при придвинутых ножах.

3. Измерение длин проекционным (теневым) методом

Плоские изделия

Измеряемое изделие помещают на плоский стол 14 (рис. 7) так, чтобы его поверхности, между которыми должно быть измерено расстояние, приблизительно были ориентированы по тому или другому измерительному направлению (поперечному или продольному). После этого изделие зажимают струбцинками 15, которые крепятся в Т-образных пазах стола или планки 18. Перемещением продольной или поперечной каретки подводят одну из граней изделия под микроскоп и фокусируют на резкость изображения.

Вращая один из винтов 16 (или одновременно оба, но в противоположные стороны) и точной подачей перемещая поперечную каретку, добиваются параллельности края теневого изображения и штриховой линии сетки, а затем совмещают их. При этом в угловом отсчетном микроскопе окулярной головки должен быть отсчет «О» (или «90°», «180°», «270°»). Правильность установки изделия контролируют перемещением продольной каретки на всю длину изделия и наблюдением в микроскоп за положением края теневого изображения относительно штриховой линии.

Для повышения точности установки изделия при проверке правильности его положения рекомендуется оставлять между штриховой линией и краем изображения небольшой просвет, изменение которого наблюдается в микроскоп при движении каретки.

Закончив установку изделия, приступают к измерению. Для этого микровинтом точной подачи каретки наводят микроскоп на один край теневого изображения изделия, производят отсчет по соответствующей шкале спирального окулярного микрометра и записывают его. Затем перемещают каретку до появления в микроскопе второго края теневого изображения изделия. Микровинтом точной подачи совмещают ту же штриховую линию с краем теневого изображения, снова производят отсчет по той же шкале и записывают его. Разность обоих отсчетов даст измеренную длину.

Гладкие цилиндрические изделия

Прежде чем установить измеряемое изделие, производят фокусировку на резкость изображения профилей центров, как указано в разделе «Фокусировка главного микроскопа». Затем закрепляют изделие в центрах, устанавливая соответствующую диафрагму, как указано в разделе «Установка диафрагмы», и приступают к измерению диаметра цилиндра. Для этого перемещают сначала грубо (от руки) поперечную каретку с микроскопом, подводят горизонтальную штриховую линию сетки окулярной головки к одной стороне теневого изображения цилиндра, точной подачей поперечной каретки совмещают штриховую линию сетки с краем теневого изображения цилиндра, как указано в разделе «Наводка штриховых линий сетки на край теневого изображения», и производят отсчет по шкале поперечного хода с помощью спирального микрометра. Далее ту же штриховую линию сетки наводят на противоположный край теневого изображения цилиндра и снимают второй отсчет по шкале. Разность отсчетов даст величину измеренного диаметра. При измерении колонка микроскопа должна стоять вертикально и отсчет по отсчётному микроскопу окулярной головки должен быть «0» (или «90°», «180°», «270°»). Длина цилиндра измеряется так же, как длина плоских изделий.

Конусы

Для измерения конус укрепляют в центрах. Устанавливают какую-либо из штриховых линий сетки окулярной головки параллельно образующей измеряемого конуса у его основания. Затем перемещают продольную и поперечную каретки до тех пор, пока конец образующей конуса у вершины не появится в поле зрения микроскопа; при этом параллельность образующей и штриховой линии сетки не должна нарушаться.

После этого устанавливают продольную каретку на какой-либо отсчет (в целых миллиметрах) по шкале продольного хода и закрепляют ее.

Далее, действуя поперечной кареткой, совмещают штриховую линию сетки с образующей теневого контура, как показано на рис. 17 (положение I), и производят отсчет по шкале поперечного хода. Затем перемещают продольную каретку на целое число миллиметров к другому концу

конуса, перемещением поперечной каретки совмещают штриховую линию сетки с образующей теневого контура (положение //) и снова снимают отсчет по шкале поперечного хода. Разность обоих отсчетов (δ) по шкале, разделенная на длину перемещения продольной каретки (a) в миллиметрах, даст тангенс половины угла конуса.

Полученный результат не будет свободен от погрешности, возникшей вследствие возможного перекаса изделия (т. е. непараллельности оси B изделия и направления A движения продольной каретки).

Для исключения влияния этой погрешности повторяют такое же измерение на другой стороне теневого изображения образующей конуса (положения III и IV). Очевидно, что погрешность от перекаса войдет и в этот результат, но с обратным знаком. Для исключения этой погрешности нужно взять среднее арифметическое из обоих результатов измерения — 2 —.

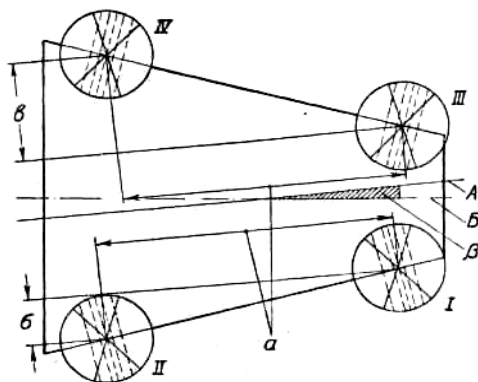


Рис. 17

Для повышения точности измерения необходимо брать наибольшую длину конуса — перемещение продольной каретки делать возможно большим.

Резьбовые изделия

Измерение наружного и внутреннего диаметров резьбовых изделий производится аналогично измерению диаметров гладких цилиндров.

Подготовку прибора к измерению средних диаметров производят так же, как и к измерению гладких цилиндров. Устанавливают по таблице соответствующий диаметр диафрагмы и наклоняют колонку на угол профиля резьбы. Затем, вращая сетку окулярной головки, устанавливают центральную (среднюю из пяти) штриховую линию параллельно образующей профиля резьбы и совмещают их, как показано на рис. 18 (положение I), действуя подачей продольной или поперечной каретки, при этом вторая штриховая линия (перпендикулярная первой) должна делить измеряемую сторону резьбы примерно пополам.

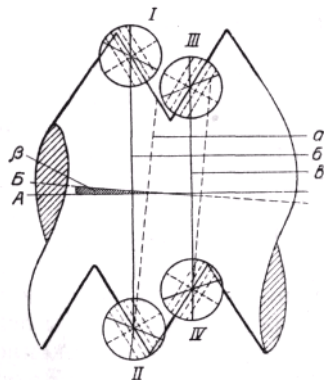


Рис. 18

После совмещения снимают отсчет по шкале поперечного хода. Затем перемещают каретку рукой до появления в поле зрения диаметрально противоположной параллельной образующей профиля и закрепляют; наклоняют колонку микроскопа в обратную сторону (на величину угла подъема резьбы). Микровинтом точной подачи поперечной каретки вновь добиваются совмещения штриховой линии сетки окулярной головки с образующей профиля резьбы (положение II), при этом сетка должна оставаться неподвижной.

Затем производят второй отсчет по шкале поперечного хода. Разность отсчетов даст измеренный средний диаметр резьбы.

Полученный результат может иметь погрешность вследствие возможного перекаса оси *Б* резьбы относительно оси *А* измерения. Для исключения этой погрешности производят измерение среднего диаметра по правой и левой сторонам профиля (положения III и IV) и получают второй результат измеренного среднего диаметра, также содержащий погрешность от перекаса, но с обратным знаком. Среднее арифметическое из двух измерений даст величину среднего диаметра, свободную от погрешности перекаса, $\frac{\bar{b} + \bar{b}}{2} = \alpha$.

Если придется иметь дело с косо нарезанной резьбой, то

указанным способом точно совместить штриховые линии с обеими образующими профиля не удастся. В таком случае нужно устанавливать штриховые линии сетки не параллельно образующей профиля зуба, а на его средний установочный угол.

Измерение шага резьбовых изделий производят при той же установке изделия в центрах. Одну из штриховых линий окулярной сетки совмещают с образующей профиля резьбы так, чтобы ось штрихов лежала на линии контура (рис. 19, положение /), и по шкале продольного хода снимают отсчет. Затем сдвигают продольную каретку на один или несколько шагов, смотря по тому, нужно ли измерить отдельный шаг или узнать его среднюю величину, снимают отсчет по шкале продольного хода (положение //) и вычисляют разность обоих отсчетов, которая даст шаг или сумму шагов вместе с погрешностью от перекоса. Затем маховичком 17 (рис. 7) поворачивают штриховую линию сетки параллельно второй образующей профиля, совмещают их соответственно и повторяют измерение (рис. 19, положения /// и IV).

Результат второго измерения даст шаг или сумму шагов, но с погрешностью от перекоса, имеющей на этот раз противоположный знак. Среднее арифметическое обоих результатов будет уже свободно от погрешностей перекоса.

Для того чтобы при измерении на несколько шагов освободить результат от остаточных ошибок направляющих кареток и ошибки в высоте центров, повторяют измерение на другой стороне диаметра изделия и окончательно вычисляют среднее значение.

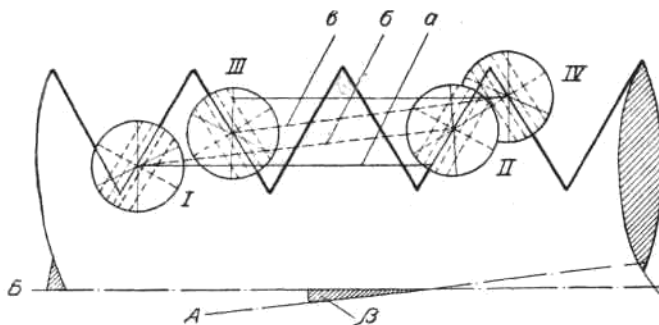


Рис. 19

Измерение шага от витка к витку получается точнее всего на той стороне изделия, которая обращена к колонке микроскопа.

4. Измерение углов проекционным (теневым) методом

Плоские изделия

Изделие помещают на стекло плоского стола. Перемещением продольной и поперечной кареток вводят в поле зрения микроскопа одну сторону измеряемого угла. Затем наводят какую-нибудь из штриховых линий на край изображения этой стороны угла и снимают отсчет в угловом отсчетном микроскопе. Далее маховичком 3 (рис. 3) поворачивают сетку окулярной головки и производят наводку на вторую сторону измеряемого угла. Снова снимают отсчет в угловом микроскопе. Разность двух отсчетов даст искомую величину угла.

При переводе штриховой линии с одной стороны угла на другую нужно следить за тем, чтобы не спутать эту линию с соседней.

Резьбовые изделия

При измерении углов резьбовых изделий обычно рассматривается не целый угол (например, между двумя сторонами профиля зуба), а только половина его. Положение биссектрисы угла относительно оси измеряемого изделия позволяет судить о наклоне профиля к оси резьбы.

Измерение производится следующим образом: изделие закрепляют в центрах (бабки при этом нужно сдвинуть как можно ближе) и по лимбу углового микроскопа устанавливают нулевой отсчет. Затем, поворачивая сетку окулярной головки, совмещают среднюю штриховую линию с одной стороной профиля резьбы и производят отсчет по угловому микроскопу. Совмещение производят как обычно или с узким равномерным просветом. Полученный отсчет даст величину половины угла профиля.

После этого, вращая сетку окулярной головки в противоположную сторону, производят наводку по другой стороне профиля резьбы, получают некоторый отсчет β , причем разность $360^\circ - \beta$ также даст величину половины угла профиля. Если биссектриса угла профиля перпендикулярна оси измерения, то эти две половины угла

должны быть равны между собой. Если же половины угла не равны (биссектриса угла не перпендикулярна оси измерения — случай косой резьбы), то полуразность между ними даст отклонение биссектрисы от перпендикуляра к оси. Но этот результат еще зависит от того, насколько точно совпадает линия, соединяющая центровые гнезда, с измерительным продольным направлением.

Возникающие при этом погрешности исключают вторичным измерением обеих половин угла по противоположной стороне изделия и полученные четыре величины угла соответствующим образом комбинируют.

Поясним это следующим примером (рис. 20, положения *I* и *II*).

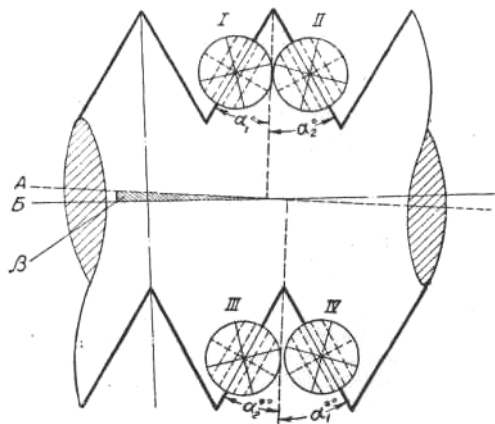


Рис. 20

Предположим, что при измерении угла профиля резьбы при первой установке получены отсчеты:

левая сторона зуба $329^{\circ}47,3'$ ($30^{\circ}12,70'$)
 (α_1°) , правая сторона зуба $30^{\circ}2,3'$ (α_2°).

Перемещаем поперечную каретку до появления в поле зрения противоположного зуба или впадины резьбы. Для получения равномерной резкости колонку микроскопа наклоняем в обратную сторону.

По сторонам профиля вновь производим измерения (положения *III* и *IV*). Получаем отсчеты:

левая сторона впадины $329^{\circ}41,7'$ ($30^{\circ}18,3'$)
 $(\alpha_2^{*\circ})$, правая сторона впадины $29^{\circ}56,7'$ ($\alpha_1^{*\circ}$).

Определяем среднее значение для левой и правой половин углов профиля:

левая половина

$$\frac{\alpha_1^\circ + \alpha_1^{*\circ}}{2} = \frac{30^\circ 12,7' + 29^\circ 56,7'}{2} = 30^\circ 4,7'$$

правая половина

$$\frac{\alpha_2^\circ + \alpha_2^{*\circ}}{2} = \frac{30^\circ 2,3' + 30^\circ 18,3'}{2} = 30^\circ 10,3'$$

Полный угол профиля соответственно имеет погрешность

$$4,7' + 10,3' = 15'.$$

Кроме того, имеется неравенство половин угла профиля резьбы, которое характеризуется полуразностью отклонений половин угла профиля

$$\frac{10,3' - 4,7'}{2} = 2,8'$$

Знак, который получит эта погрешность, не играет роли, поскольку не оговорено, в каком направлении отклонение считать положительным и в каком отрицательным. Погрешность перекоса в центрах вычисляют из следующих значений:

$$\frac{\alpha_1^{*\circ} - \alpha_1^\circ}{2} = 8'$$

или

$$\frac{\alpha_2^{*\circ} - \alpha_2^\circ}{2} = 8'$$

где α_1° — уменьшенная измеренная величина половины угла профиля зуба;

α_2° — увеличенная измеренная величина половины угла профиля зуба;

$\alpha_1^{*\circ}$ и $\alpha_2^{*\circ}$ — соответственные величины, измеренные по впадине.

Если было произведено только второе измерение (по впадине), то угол был бы измерен правильно, но погрешность вследствие неравенства половин угла профиля получилась бы увеличенной

$$\frac{18,3' - (-3,3')}{2} = 10,8'$$

При измерении угла профиля резьб с большим углом подъема (червяки), вследствие значительного наклона колонки микроскопа, получается некоторое искажение изображения, в результате чего измеренное значение угла профиля оказывается меньше действительного.

Для точного измерения можно вычислить действительную величину половины угла профиля по следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha'}{2}}{\cos \omega}$$

где $\frac{\alpha}{2}$ — искомая половина угла профиля;

$\frac{\alpha'}{2}$ — измеренная половина угла профиля;

ω — угол подъема резьбы.

5. Измерение длин методом осевого сечения

Способ наведения визирной линии сетки окулярной головки на тонкую риску ножа позволяет избежать трудностей и неточностей, возникающих при наводке непосредственно на теневой контур изделия. Для облегчения наводки и повышения ее точности на сетке нанесены не сплошные, а штриховые визирные линии.

Риски на ножах удалены от лезвия на различные расстояния:

у левых и правых широких ножей 0,9 мм

у левых и правых узких ножей 0,3 мм

у прямых ножей 0,9 мм

Если при измерении ножами делать поочередную наводку на риски ножей одной и той же штриховой линией сетки окулярной головки, перемещая поперечную каретку, то по шкале поперечного хода получится отсчет, увеличенный на двойную величину расстояния от риски до лезвия ножа, равную $2a$ (рис. 21). Вычитать эту величину из каждого результата измерения было бы крайне неудобно. Поэтому на штриховой сетке окулярной головки нанесены четыре штриховые линии, параллельные средней линии сетки, удаленные от нее на расстояния, соответствующие на измеряемом изделии (при увеличении микроскопа 30х) 0,3 мм и 0,9 мм и обозначенные на рис. 22 буквами M_1 и M_2 .

При измерении длин методом осевого сечения поступают следующим образом: после того как ножи придвинуты к измеряемому изделию, одну из штриховых

линий с соответствующей ценой деления совмещают с рис-

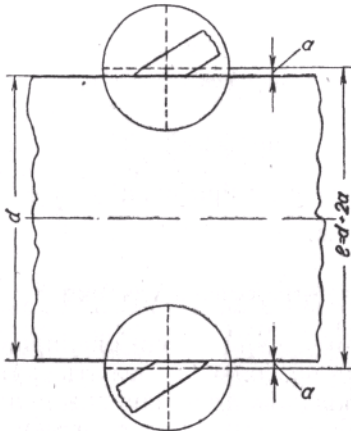
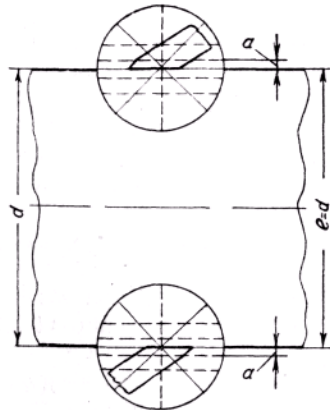
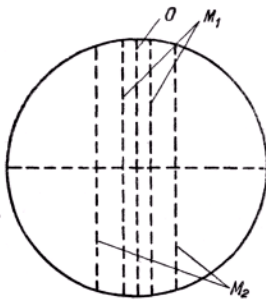


Рис. 21

При измерении нужно следить за тем, чтобы риска ножа лежала как можно точнее посередине штриховой линии по всей своей длине. Кроме того, при измерении резьбы следует наводить среднюю штриховую линию так, чтобы перекрестие расположилось на середине образуя шей профиля зуба, иначе погрешность положения профиля скажется на результате измерения среднего диаметра резьбы.



Плоские изделия

Измеряемое изделие устанавливают на столе. Стороны, между которыми будет измеряться расстояние, ориентируют по одному из направлений (продольному или поперечному) и закрепляют изделие.

Одну из сторон контура изделия подводят под микроскоп, прикладывают к ней измерительный нож, установленный на стекле стола, и фокусируют микроскоп на резкость изображения риска ножа. Затем производят наводку штриховой линии сетки на риску ножа и снимают отсчет по шкале поперечного хода.

Таким же путем подводят нож к противоположной стороне изделия, производят наводку и снимают отсчет по той же шкале. Если лезвия ножей, лежащих на стекле стола, нельзя вплотную придвинуть к измеряемой поверхности вследствие разности высот, то либо под ножи, либо под изделие нужно подложить подкладки (лучше всего концевые меры).

Цилиндрические изделия

Установку изделия и измерение производят, как указано в разделе 3, с той лишь разницей, что фокусировка микроскопа и наводка штриховой линии сетки производятся не на край теневого контура изделия, а на риску ножа.

Конусы

Для измерения конусов предусмотрены специальные прямые ножи, у которых измерительная риска расположена перпендикулярно к продольной оси, тогда как у ножей для резьбы она направлена под углом 60° .

Установку изделия производят, как указано в разделе 3. К образующей одного конца измеряемого конуса (ближе к вершине) подводят прямой нож и фокусируют микроскоп на риску ножа. Перемещая продольную каретку, устанавливают по отсчетному микроскопу какой-либо отсчет (целое число), а поперечную каретку двигают до тех пор, пока риска ножа не совместится со штриховой линией сетки, удаленной от центра на такое же расстояние, на какое риска ножа удалена от лезвия. Отсчет снимают по шкале поперечного хода.

Затем перемещают продольную каретку на целое число

миллиметров, выбранное с таким расчетом, чтобы в поле зрения микроскопа появился конец образующей (у основания конуса). К этому концу также прикладывают нож и совмещают Штриховую линию сетки с рискной ножа. Отсчет снимаю, как и в первый раз, по шкале поперечного хода.

Для исключения погрешности от перекоса (когда ось центров не параллельна движению продольной каретки) такое же измерение производят по другой, диаметрально противоположной стороне изделия. Из результатов обоих измерений берут среднее арифметическое значение.

Вычисление угла конуса производят, как указано в разделе 3.

Резьбовые изделия

Перед измерением резьбу тщательно прочищают щеточкой, смоченной и чистом бензине. Изделие укрепляют в центрах и перемещением поперечной каретки вводят одну сторону изделия в поле зрения микроскопа. К одной из граней резьбы подводят нож, установленный на опорной планке.

Выбор ножей для измерения резьбы зависит от длины профиля. Узкие ножи применяются при шаге до 3 мм, широкие — при шаге от 3,5 до 6 мм.

Для измерения шага резьбы микроскоп фокусируют на риску ножа; перемещением продольной или поперечной каретки совмещают соответствующую штриховую линию сетки окулярной головки с рискной ножа и снимают отсчет по шкале продольного хода. Затем переставляют нож на следующую параллельную первой, сторону профиля зуба или через несколько ниток, снова производят наводку штриховой линии на риску ножа и снимают отсчет по той же шкале.

Если измерение ведут через несколько шагов, можно сразу установить два ножа. Если же переставляют один и тот же нож, нужно внимательно следить за тем, чтобы не сдвинуть или не повернуть изделие, так как в подобном случае результат измерения будет неверный.

При перестановке ножа от витка к витку разность двух отсчетов по шкале продольного хода даст измеренную величину шага. При перестановке ножа через несколько шагов разность двух отсчетов, поделенная на число шагов, даст среднюю величину шага резьбы.

Для исключения возможной погрешности от перекоса резьбы в центрах следует измерить шаг по противоположной стороне витка резьбы, как указано в разделе 3, и по тем же

правилам вычислить среднее значение.

Чтобы исключить остаточную погрешность направляющих кареток, а также различие в высоте центров при измерении через несколько витков, производят промеры по противоположной стороне изделия и берут среднее из первых и вторых результатов.

Для измерения среднего диаметра резьбы к двум одноименным (правым или левым) диаметрально противоположным сторонам профиля резьбы прикладывают два одинаковых ножа. После соответствующей фокусировки микроскопа и наводки штриховой линии сетки на риски ножа производят два отсчета: один при наводке на риску переднего ножа, другой при наводке на риску заднего ножа. Разность полученных отсчетов даст измеренную величину среднего диаметра, которая будет содержать погрешность от перекоса. Чтобы ее исключить производят измерение, как указано в разделе 3, т. е. по правым и левым сторонам резьбы.

Чтобы получить полное представление о точности изготовления резьбового калибра, нужно не только проверить различные витки резьбы, но и произвести измерения не менее чем по двум сечениям (при повороте на 90°).

Наружный диаметр резьбы измеряют так же, как и диаметры гладких цилиндров. Внутренний диаметр резьбы методом осевого сечения измерить невозможно.

Пример измерения среднего диаметра:

Левая сторона профиля (спереди)

Отсчеты 1) 65,2622 мм
2) 65,2623 »
3) 65,2626 »

195,7871 мм

Средняя величина из трех наблюдений 65,2624 мм.

Левая сторона профиля (сзади)

Отсчеты 1) 31,3852 мм
2) 31,3846 »
3) 31,3852 »

94,1550 мм

Средняя величина из трех наблюдений 31,3850 мм.

Разность отсчетов средних значений равна среднему диаметру по левой стороне 33,8774 мм.

Правая сторона профиля (спереди)

Отсчеты 1) 65,2875 мм
2) 65,2868 »
3) 65,2868 »

195,8611 мм

Средняя величина из трех наблюдений 65,2870 мм.

Правая сторона профиля (сзади)

Отсчеты 1) 31,3845 мм
2) 31,3858 »
3) 31,3846 »

94,1549 мм

Средняя величина из трех наблюдений 31,3850 мм.

Разность отсчетов средних значений равна среднему диаметру по правой стороне 33,9020 мм.

Сумма средних диаметров, измеряемых по правой и левой сторонам, равна 67,7794 мм.

Действительный средний диаметр $67,7794 : 2 = 33,8897$ мм.

Повторные измерения дали величину 33,8838 мм. Поэтому величина среднего диаметра резьбы в данном сечении составит

+33,8897 мм
+33,8838 »

67,7735 : 2 = 33,8867 мм

Далее калибр был повернут на 90° и все измерения повторены. Средний диаметр, измеренный по второму диаметральному сечению, оказался равным 33,8886 мм.

Окончательное значение среднего диаметра составит

+33,8867 мм
+33,8886 »

67,7735 : 2 = 33,8876 мм

6. Измерение углов методом осевого сечения

Плоские изделия

Измеряемое изделие помещают на плоский стол и укрепляют прижимами. Затем на стекло стола устанавливают измерительный нож и прикладывают к изделию так, чтобы лезвие ножа соприкасалось со стороной измеряемого угла. Фокусируют микроскоп на риску ножа и, перемещая продольную или поперечную каретку, совмещают

штриховую линию сетки с рисккой; добившись точного совмещения, снимают отсчет в угловом отсчетном микроскопе.

Затем прикладывают тот же нож (если он не подходит, берут другой — правый, левый или прямой) к другой стороне измеряемого угла, так же производят наводку и снимают отсчет в угловом отсчетном микроскопе.

Разность обоих отсчетов даст искомый угол.

Резьбовые цилиндрические изделия

Измерение углов резьбы методом осевого сечения производится так же, как и методом теневого изображения, с той лишь разницей, что к одной стороне профиля прикладывают измерительный нож и наводку штриховой линии сетки производят не по теневому контуру, а по риске ножа.

Исключение погрешности от перекоса резьбы производится точно таким же путем, как и при измерении резьбы методом теневого изображения.

7. Определение поправки на износ ножей

В результате частого употребления измерительных ножей тонкие лезвия их изнашиваются, вследствие чего изменяется расстояние от лезвия до риски ножа. Если приложить такой нож к измеряемому изделию, а затем совместить соответствующую штриховую линию сетки с рисккой ножа, то средняя штриховая линия уже не будет лежать между измеряемым изделием и лезвием ножа, а окажется несколько смкнутой в сторону изделия.

Так как результат измерения всегда соответствует величине перемещения средней штриховой линии, то при измерении изделия изношенными ножами полученное значение будет меньше истинного.

Во избежание погрешностей измерения ножи периодически проверяют на износ и в результат измерения вводят соответствующие поправки; поправка определяется для пары ножей, которыми одновременно измеряется средний диаметр резьбы.

Определение поправки производится следующим образом: в центрах закрепляют контрольный калибр 7 (рис. 10), придвигают с двух сторон к одному из его узких

полированных поясков проверяемую пару ножей и некоторое время (не менее 30 мин.) выжидают выравнивания температур калибра и прибора. После этого фокусируют микроскоп на риску ножа и приступают к измерению диаметра калибра.

Если ножи не имеют погрешностей, то полученный результат должен быть равен значению, выгравированному на торце калибра (в пределах точности измерений). При этом должна быть внесена поправка по аттестату шкалы и поправка на разность температур прибора и калибра (в пределах $20+1^{\circ}\text{C}$). Если результат измерения не совпадает с величиной, выгравированной на калибре, то разность между ними даст поправку на износ ножей, которую нужно учитывать (с ее знаком) в дальнейших измерениях данной парой ножей.

Износ ножа может иметь различную величину по длине лезвия, поэтому контрольный калибр снабжен поясками разной ширины (1,5, 2,5 и 9 мм) для проверки износа на различных участках лезвия. С помощью этих поясков можно определить три поправки на износ ножей и в дальнейших измерениях пользоваться соответствующей поправкой.

Пример:

На контрольном калибре выгравирована величина	44,1955 мм
Результат измерения калибра изношенными ножами (равенство температур прибора и калибра выдержано до $0,1^{\circ}\text{C}$).	44,1948 мм
Разность	+ 0,0007 мм

Значение поправки по аттестату на поперечную шкалу:

- для деления 27 . . . + 1,3 мк
- » » 71 . . . + 0,7 »
- отсчетная поправка . . + 0,6 мк (+0,0006 мм).

Поправка для исследуемой пары ножей + 1,3 мк (+0,0013 мм).

При измерении резьбы эта величина должна быть еще умножена

на $\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}$, при измерении диаметров конусов — на $\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}}$, где $\frac{\alpha}{2}$ —

половина угла профиля резьбы или половина угла конуса.

VII. УХОД ЗА ПРИБОРОМ

Прибор должен содержаться в чистоте.

Особенно нужно следить за тем, чтобы направляющие продольной и поперечной кареток, установочная плоскость продольной каретки и направляющее цилиндрическое ложе, а также направляющие колонки главного микроскопа не покрывались пылью и коррозией. Для этого перед измерениями их следует протирать мягкой чистой, слегка провазелиненной тряпкой так, чтобы на поверхности осталась тонкая жировая пленка. Кроме того, необходимо периодически производить основательную чистку и смазку прибора.

Установка вспомогательных приспособлений на приборе должна производиться аккуратно с соблюдением всех предосторожностей. Все принадлежности должны храниться в ящиках смазанными антикоррозийной смазкой.

При закреплении измеряемых изделий в центрах центровых бабок, а также при освобождении их из центров нужно всегда соблюдать осторожность и не допускать, чтобы изделие упало на линзу конденсора.

Чистка наружных оптических деталей прибора от пыли производится обезжиренной в эфире беличьей кисточкой, а затем чистой салфеткой. Если на стеклянной поверхности имеются жировые пятна, то салфетку следует слегка увлажнить эфиром. При этом надо внимательно следить, чтобы не было избытка эфира, который может попасть под оправу линзы.

Для того чтобы пыль не оседала на внутренних оптических деталях микроскопа, не следует оставлять его без окулярной головки, а окулярную головку — без глазной линзы.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Назначение	1
II. Перечень основных частей	1
III. Основные данные	2
1. Пределы измерений и цена деления отсчетных устройств.....	2
2. Точность измерений	2
3. Габарит и вес	4
IV. Конструкция	4
V. Подготовка прибора к работе	8
1. Распаковка.....	8
2. Установка в рабочее положение	10
VI. Работа на микроскопе.....	14
1. Методы измерения.....	14
2. Работа отдельных узлов прибора	16
3. Измерение длин проекционным (теневым) методом	23
4. Измерение углов проекционным (теневым) методом.....	28
5. Измерение длин методом осевого сечения	31
6. Измерение углов методом осевого сечения	36
7. Определение поправки на износ ножей.....	37
VII. Уход за прибором.....	39