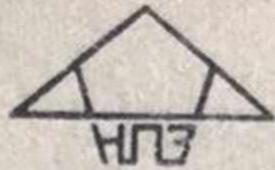


8300р.

инв. 4888

НОВОСИБИРСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД  
ИМЕНИ ЛЕНИНА



**МИКРОСКОП  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ  
ИМЦ 100x50, А**

ПАСПОРТ

1985

### *Уважаемые товарищи!*

Для удобства потребителей в приборе введена дополнительная шкала на барабане фотоэлектрического преобразователя, с помощью которой можно производить измерения в случае выхода из строя электроники. При этом верхнюю плиту координатного стола выставить так, чтобы расстояние между индексом, расположенным на верхней плите, и шкалой продольного перемещения было минимальным.

Просим сообщить Ваше мнение о необходимости данной модернизации, будем благодарны за Ваш отзыв.

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

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

Микроскоп инструментальный ИМЦ 100×50. А предназначен для измерения линейных и угловых размеров в проходящем и отраженном свете в прямоугольной или полярной системах координат, в частности: резбовых изделий, режущего инструмента, профильных шаблонов, лекал, кулачков, конусов, метчиков. Кроме того, на микроскопе можно измерять диаметры малых отверстий.

Область применения: цехи и измерительные лаборатории предприятий машиностроения, приборостроения, микроэлектроники, лаборатории институтов.

Микроскоп должен эксплуатироваться в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ , скорости изменения температуры не более  $0,5^\circ\text{C}$  в течение одного часа и относительной влажности не более 80%.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1. Основные параметры и размеры

Основные параметры и размеры микроскопа приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Наименование параметров и размеров	Нормы
Диапазон измерения длин, мм: в продольном направлении	0—100
в поперечном направлении	0—50
фотоэлектрическими преобразователями	0—25
Диапазон измерения плоских углов окулярной угломерной головкой, ...°	0—360
Угол поворота накладного круглого стола, ...°	360

Продолжение табл.

Наименование параметров и размеров	Нормы
Угол поворота предметной плиты координатного стола, ...	±5
Максимальный угол наклона линии центров бабки относительно горизонтальной плоскости, ...	±12
Видимое увеличение отчетного микроскопа окулярной угломерной головки, крат	45
Максимальное расстояние между объективом и предметным стеклом координатного стола, мм	175
Максимальное расстояние между центрами, мм:	
бабки с наклоняемой линией центров	200
бабки с горизонтальным положением линии центров при измерении изделий диаметром:	
до 39 мм	315
до 85 мм	235
Максимальный диаметр изделия, мм, устанавливаемого:	
в центрах бабки с наклоняемой линией центров	70
в центрах бабки с горизонтальным положением линии центров	85
в призматических опорах	100
Расстояние от колонки до оси тубуса микроскопа (вылет), мм	105
Пределы измерений в третьей координате при работе с контактными приспособлениями, мм	28
Диапазон показаний шкалы дуг окружностей, мм	0,1—60,0
Диапазон измерений радиусов дуг окружностей, мм:	
с объективом 1x	5,5—30,0
с объективом 3x	0,1—5,0
Цена деления, ...:	
шкалы окулярной угломерной головки	1
нонуса шкалы наклона линии центров бабки	10
нонуса шкалы поворота накладного круглого стола	15
	3

Продолжение табл. 1

Наименование параметров и размеров	Нормы
Цена деления шкал барабанов фотоэлектрических преобразователей, мм	0,005
Дискретность цифрового отсчета при линейных измерениях, мм	0,001
Емкость счетчика устройства цифрового отчетного	9999999
Масса измеряемого изделия, устанавливаемого на координатном столе, кг, не более	10
Габаритные размеры, мм, не более:	
микроскопа	445×145×610
осветителя	220×145×165
Масса, кг, не более:	
микроскопа с окулярной угломерной головкой	37
осветителя	4,7
Напряжение питающей сети, В	220 <sup>+10</sup> <sub>-15</sub> %
Частота тока, Гц	50±1

Таблица 2

Линейное увеличение объектива, крат	Сменные окулярные головки с видимым увеличением окуляра 10x		Микрометр окулярный винтовой МОВ-1-16x ГОСТ 7865-77	
	видимое увеличение визирного микроскопа, крат	линейное поле визирного микроскопа в пространстве предметов, мм	видимое увеличение микроскопа, крат	линейное поле визирного микроскопа в пространстве предметов, мм
1	10	21,00	—	—
3	30	7,00	—	—
5	50	4,20	80	1,6
10	100	2,10	160	0,8
20	200	1,05	320	0,4
40	400	0,52	—	—

## 2.2. Нормы точности

Нормы точности микроскопа указаны в табл. 3.

Таблица

Наименование показателей	Нормы точности
Предел допускаемой основной погрешности микроскопа при проверке по штриховой мере (исключая вариацию показаний) на высоте 25 мм от предметной плоскости координатного стола, мм:	
фотоэлектрическими преобразователями при отсчете от нулевого показания в диапазоне измерений от 0 до 25 мм	$\pm 0,003$
контактными мерами и фотоэлектрическими преобразователями в диапазонах измерений:	
от 0 до 50 мм	$\pm 0,005$
от 0 до 100 мм	$\pm 0,006$
Предел допускаемой основной погрешности микроскопа, ...:	
при измерении плоских углов с помощью круговой шкалы (лимба) окулярной угломерной головки	$\pm 1$
при измерении плоских углов с помощью шкалы (лимба) круглого стола	$\pm 3$
Вариация показаний микроскопа при измерении фотоэлектрическими преобразователями, мм, не более	0,002
Предел допускаемой погрешности измерений размеров на длине 50 мм в третьей координате, мм, не более	0,05
Отклонение от прямолинейности движения координатного стола в пределах всего хода в продольном и поперечном направлениях, мм, не более	0,002
Отклонение от перпендикулярности направлений продольного и поперечного перемещений координатного стола, ...", не более	20
Отклонение от прямолинейности движения тубуса микроскопа и пересидкулярности его перемещения относительно поверхности предметного стекла координатного стола, ...", не более:	

Продолжение табл. 3

Наименование показателей	Нормы точности
при пользовании механизмом грубой фокусировки	1
при пользовании механизмом тонкой фокусировки	3
Отклонение от соосности внутренних и наружных центров в горизонтальной плоскости, мм, не более:	
для бабки с наклонной линией центров при расстоянии между центрами 20 и 150 мм (на длине 75 мм)	0,01
для бабки с горизонтальным положением линии центров при расстоянии между центрами:	
20 мм	0,01
300 мм (на длине 150 мм)	0,02
Отклонение от параллельности к плоскости движения координатного стола в продольном и поперечном направлениях, мм:	
рабочей поверхности плиты координатного стола на всей длине хода стола	0,015
поверхности предметного стекла координатного стола на длине 90 мм	0,02
поверхности предметного стекла круглого стола, установленного на координатном столе, на длине 90 мм	0,04
Погрешность установки наклона линии центров бабки с наклонной линией центров, ..."	15
Отклонение от параллельности горизонтальной линии перекрестия штриховой сетки окулярной угломерной головки относительно продольного хода координатного стола при нулевом показании угломерной шкалы, ..."	1
Смещение центра перекрестия штриховой сетки окулярной угломерной головки относительно оси вращения, мм, не более	0,003
Погрешность измерения радиусов дуг окружностей, мм, не более, при диапазоне размеров:	
от 0,1 до 2 мм	$\pm 0,050$
св. 2 до 5 мм	$\pm 0,125$
св. 5 до 20 мм	$\pm 0,250$
св. 20 до 30 мм	$\pm 0,400$

### 2.3. Погрешности прибора

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

Для устранения дополнительных погрешностей при измерении фотоэлектрическими преобразователями и фокусировки тубуса микроскопа подводку контура и фокусировку на резкость изображения производить строго с одной стороны.

### 3. СОСТАВ ПРИБОРА И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки микроскопа входят основные части и принадлежности, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Кол.
Микроскоп	АЛЗ.852.022-01	1
Устройство цифровое отсчетное УЦО-2	ТУЗ-3.1810-84	1
Объектив 3х	АЛЗ.870.002	1
Головка окулярная угломерная	АЛЗ.883.001	1
Осветитель	АЛ5.142.255-01	1
Жгут	АЛ6.640.113	2
<b>Принадлежности</b>		
Объектив 1х	АЛЗ.870.000	1
Объектив 5х	АЛЗ.870.001	1
Объектив 10х	АЛЗ.870.009	1
Головка окулярная с набором профилей резьб	АЛЗ.883.002	1
Головка окулярная с дугами разной кривизны	АЛЗ.883.003	1
Бабка с наклоняемой линией центра	АЛЗ.991.010	1
Осветитель для работы в отраженном свете с большим увеличением	АЛ5.142.255	1
Осветитель для работы в отраженном свете с малыми увеличениями	АЛ5.142.256	1

Продолжение табл. 4

Наименование	Обозначение	Кол.
Стол круглый	АЛ6.124.133 АЛ6.306.051	1 1
Контрольный валик		1
Прижим для крепления малых деталей	АЛ6.462.001 АЛ6.462.065	1 1
Прижим	АЛ8.207.001	2
Призма		1
Меры длины концевые плоскопараллельные второго класса по ГОСТ 9038-73 размерами, мм:		2
25		1
50		1
75		1
Чехол	АЛ4.166.000	1
Салфетка	АЛ8.890.001-01	1
<b>Запасные части</b>		
Стекло предметное	АЛ7.241.019-01	1
Стекло предметное	АЛ7.241.021	1
Лампа МН6.3-0.3	ГОСТ 2204-80	2
Лампа КМ12-90	ГОСТ 6940-74	1
Лампа КГМ12-40-04.2	ТУ16-535.261-72	2
Вставка плавкая ВП1-1 2,0 А 250 В	ОЮ0.480.003 ТУ	3
<b>Инструмент</b>		
Отвертка	АЛ6.890.030-06	1
<b>Эксплуатационная документация</b>		
Паспорт	АЛ2.787.053-01 ПС	1
<b>Тара</b>		
Ящик укладочный	АЛ4.161.404-01	1
Ящик упаковочный	АЛ4.171.403	1
<p><b>Примечания:</b> 1. Углы плоскопараллельных концевых мер длины, входящих в комплект, между измерительными и опорными поверхностями соответствуют величине <math>90^{\circ} \pm 2'</math>.</p> <p>2. Укладка комплекта и прибора показана на рисунке в инструкции по упаковке.</p> <p>3. Сведения о содержании драгоценных материалов смотри в приложении 2.</p>		

По требованию заказчика микроскоп может дополняться комплектоваться принадлежностями, указанными в табл.

Таблица

Наименование	Обозначение	Кол.
Объектив 20x	АЛЗ.870.008	1
Объектив 40x	АЛЗ.870.007	1
Головка двойного изображения	АЛЗ.883.000	1
Головка двойного изображения в дополнительных цветах	АЛЗ.883.015	1
Окуляр	АЛ5.923.253	1
Микрометр окулярный винтовой МОВ-1-16x	ГОСТ 7865-77	1
Контактное приспособление для измерения отверстий	АЛ2.787.000	1
Балка (с горизонтальной линией центров)	АЛЗ.991.001	1
Стол рифленый	АЛ6.124.127	1
Штриховая мера с ценой деления 1 мм, длиной 50 мм (точность аттестации не ниже 0,0005 мм)	АЛ7.024.045	1
Корпус	АЛ8.020.995	1
Оправа	АЛ9.317.400	1

**Примечание.** Приспособления, поставляемые по требованию заказчика, могут быть приложены, если это требование оговорено в заказе-наряде на поставку прибора, а также поставлены по отдельному заказу. Стоимость их не входит в стоимость обязательного комплекта, и поставляются они за отдельную плату.

#### 4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

##### 4.1. Схема оптическая

Луч света от осветителя, состоящего из лампы 1 (рис. 1), линз конденсора 2, световода 3, падает на светофильтр 4, линзу 5, матовое стекло 6, проходит через диафрагму 7, зеркало 8, конденсор 9 и освещает контур измеряемого объекта. Изображение контура, построенное одним из объективов 12, 13, 14, 15, 16, 17, наблюдают в окуляр, состоящий из коллективной линзы 23 и глазной 24. Плоскопараллельные стек-

ла 20 предназначены для предохранения призмы 19 и оптики окулярной угломерной головки от загрязнения.

На лимбе 21 по окружности нанесена шкала с ценой деления в один градус. В центре вращения лимба помещена стеклянная пластинка 22 со штриховым перекрестием, по которому фиксируют стороны измеряемого контура.

Градусную шкалу, освещаемую лампочкой 28 через светофильтр 27, рассматривают в отсчетный микроскоп 26, в плоскости изображения которого установлена неподвижная минутная шкала 25.

Когда работу ведут в отраженном свете, используют дополнительно осветитель 11 или 18.

##### 4.2. Электронная часть прибора

Электронная часть прибора, блок-схема которой приведена на рис. 2, включает в себя преобразователи фотоэлектрические и устройства цифровые отсчетные.

Преобразователь фотоэлектрический предназначен для преобразования реверсивных линейных перемещений в пропорциональное им число электрических импульсов с дискретным значением шага 1 мкм.

Преобразователь включает в себя механическую и фотоэлектрическую системы.

Основой механической системы является узел микрометрического винта с приводом для вращения. Микрометрический винт преобразует круговое вращение в продольное перемещение.

Фотоэлектрическая система включает в себя подвижный и неподвижный растровые диски, четыре источника света, представляющие собой излучающие диоды, четыре фотодиода, гибридно-пленочную микросборку «Преобразователь аналогового сигнала».

Принципиальная электрическая схема преобразователя приведена на рис. 3.

Подвижный растровый диск механически связан с микрометрическим винтом. По окружности подвижного растрового диска нанесены 1000 непрозрачных штрихов. На неподвижном растровом диске нанесены четыре группы штрихов, имеющие диаметрально противоположное расположение.

Штрихи II группы сдвинуты относительно I группы на  $90^\circ + T/4$ , штрихи III группы — на  $180^\circ + T/2$ , штрихи IV груп-

пы — на  $270^\circ + 3/4T$ , как показано на рис. 4, где  $T$  — шаг нисесия штрихов.

Подвижный и неподвижный растровые диски расположены соосно и с минимальным расстоянием между ними.

Световые потоки от источника света, проходя через подвижный и неподвижный растровые диски, попадают на фотодиоды, где преобразуются в электрические сигналы синусоидальной формы с фазами  $0, 90, 180^\circ$  и  $270^\circ$  (при условии, что производится вращение привода фотоэлектрического преобразователя, а значит и подвижного растрового диска). Такие фазовые соотношения сигналов достигаются взаимным сдвигом штрихов подвижного и неподвижного растровых дисков.

Напряжения со сдвигом фаз  $0^\circ$  и  $180^\circ$  подаются на один канал микросборки, напряжения со сдвигом фаз  $90^\circ$  и  $270^\circ$  — на другой. Использование напряжения со сдвигом фаз  $0^\circ$  и  $180^\circ$  ( $90^\circ$  и  $270^\circ$ ) позволяет уменьшить влияние эксцентриситета.

Преобразователь аналогового сигнала конструктивно выполнен в виде гибридно-пленочной микросборки, состоящей из двух идентичных каналов, в которых происходит сложение сигналов, усиление и формирование из синусоидального напряжения последовательности прямоугольных импульсов.

Выходное напряжение микросборки представляет собой две последовательности прямоугольных импульсов со взаимным сдвигом фаз  $90^\circ$ , который необходим для определения направления перемещения координатного стола.

С помощью переменных резисторов  $R_3, R_4$  добиваются равенства длительностей импульса и паузы, т. е. получают выходное импульсное напряжение типа «меандр», в первом и втором каналах соответственно. При отсутствии импульсного напряжения на выходе следует вращать регулировочный винт резистора  $R_3$  ( $R_4$ ) в одну сторону до появления напряжения на выходе фотоэлектрического преобразователя.

Питание фотоэлектрического преобразователя производится от устройства цифрового отсчетного.

**Примечание.** Паспорт на устройство цифровое отсчетное прилагается.

### 4.3. Устройство составных частей микроскопа

Микроскоп состоит из следующих основных узлов:

- основания;
- координатного стола;
- тубуса;
- накладного круглого стола;

- бабки с наклоняемой линией центров;
- окулярных головок;
- осветителя;
- осветителей отраженного света;
- объективов;
- преобразователей фотоэлектрических;
- устройств цифровых отсчетных.

#### 4.3.1. Основание

Основание (рис. 5) прямоугольной формы имеет сверху опорную площадку и отверстия для установки и фиксации накладных столов. В основании закреплен осветитель проходящего света с оправой для крепления выносного светодода осветителя и механизмом регулировки диафрагмы.

Установка необходимого размера диафрагмы осуществляется маховичком 29 со шкалой, на которой нанесены значения диаметров диафрагмы в миллиметрах.

На цилиндрической колонке 30 основания смонтирован механизм грубого вертикального перемещения 31.

#### 4.3.2. Координатный стол

Координатный стол 35 (рис. 6) перемещается в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Верхняя плита с предметным стеклом может поворачиваться вокруг вертикальной оси с помощью маховичка 38.

Прямолinéйные перемещения стола осуществляются с помощью фотоэлектрических преобразователей 36, к торцевым поверхностям которых специальными пружинами прижимаются упорные площадки стола. В случае необходимости стол может быть быстро отведен. Скорость обратного хода замедляется тормозом.

Для увеличения пределов измерения между упорными площадками и торцами микрометрических винтов фотоэлектрических преобразователей могут быть вложены плоскопараллельные концевые меры.

#### 4.3.3. Тубус

Тубус (рис. 7) заходит в направляющие корпуса выступом 49 типа ласточкин хвост и фиксируется маховичком 82 (рис. 12). В нижней части тубуса имеется резьбовое отверстие,

куда могут быть вернуты объективы 41 (рис. 7) с увеличением 1, 3<sup>x</sup> или 5<sup>x</sup>, и наружная резьба для крепления объектива 79 (рис. 12) с увеличением 10, 20<sup>x</sup> или 40<sup>x</sup>.

Гайка 42 (рис. 7) с накаткой позволяет перемещать визирный микроскоп по вертикали (тонкая наводка).

Для установки окулярных головок в верхней части тубуса имеются направляющее отверстие и крепежный винт 43.

Перемещение тубуса по колонке производится гайкой (рис. 17) (грубая наводка).

#### 4.3.4. Накладной круглый стол

Накладной круглый стол крепится в Т-образных пазах координатного стола винтами 58 (рис. 8). Вращение круглого стола производится за рифленую часть лимба 56. В нужном положении стол фиксируется при помощи маховичка 57. Угол поворота стола отсчитывается по шкале 55 и нониусу 54. Для удобства отсчета углов нониус можно смещать. Положение нониуса фиксируется маховичком 54. Закрепление детали на столе производится пружинными прижимами 52.

#### 4.3.5. Бабка с наклоняемой линией центров

Бабка с наклоняемой линией центров (рис. 9) крепится в Т-образных пазах координатного стола зажимными винтами 66. На профильные направляющие бабки 65 опираются центры 64, зажимаемые в нужном продольном положении маховичками 63.

Для закрепления деталей с обратными центрами бабки необходимо перевернуть. Рукояткой 71 фиксируются угловые положения центров. Отсчет угловых положений производится по шкале 70 с нониусом 69.

#### 4.3.6. Окулярные головки

При работе на приборе применяют следующие съемные головки:

- окулярную угломерную головку — для различных линейных и угловых измерений;
- окуляр — для различных линейных измерений;
- окулярный микрометр винтовой — преимущественно для линейных измерений с большими увеличениями в пределах поля зрения;

— головку двойного изображения — для точных измерений — постоянный между центрами отверстий, точного визирования край изображения;

— головку двойного изображения в дополнительных цветах — для точных измерений прямолинейности кромок, измерения симметрии элементов измеряемой детали;

— окулярную головку с дугами разной кривизны — для измерения радиусов;

— окулярную головку с набором профилей резьб — для измерения профилей резьбы.

4.3.6.1. *Окулярная угломерная головка 47* (рис. 7) представляет собой круглый корпус, внутри которого смонтирован

направляющий линз с сеткой. Нижняя часть корпуса имеет в середине направляющий Френелевский пояс, которым головка вставляется в верхнее отверстие тубуса. Рядом с пояском расположено шпонка 44 для фиксации головки и отверстие для крепежного винта 43. Сеткой.

Вверху головки имеется окуляр 46 с оправой глазной линзы. Поворотом оправы окуляра производят его настройку на резкость окулярной сетки в пределах  $\pm 5$  дпт.

С края головки имеется отсчетное устройство 45 (отсчетный микроскоп) для считывания показаний лимба по специальной шкале.

Вид поля зрения окуляра и отсчетного микроскопа изображен на рис. 10.

В поле зрения окуляра видна сетка (перекрестие и ряд трихтовых линий), у отсчетного микроскопа — отсчет угломерной головки (на рисунке он равен  $89^{\circ}56'$ ).

4.3.6.2. *Окулярная головка с дугами разной кривизны* — круглый корпус, внутри которого в фокальной плоскости окуляра смонтирована вращающаяся стеклянная сетка с нанесенными профилями дуг нормальных радиусов.

Дуги радиусов от 0,1 до 5 мм нанесены из расчета применения при работе объектива с увеличением 3<sup>x</sup>, а радиусов от 5,5 до 60 мм — объектива с увеличением 1<sup>x</sup>.

Значения радиусов дуг написаны над каждой из них. Вращение сетки осуществляется маховичком. Головка устанавливается на микроскопе вместо снятой окулярной угломерной или другой головки.

Закрепляется на тубусе так же, как окулярная угломерная головка.

4.3.6.3. *Окулярная головка с набором профилей резки* отличается от предыдущей головки имеет в фокальной плоскости окуляра неподвижную угломерную шкалу с пределами деления  $\pm 7^\circ$ , цена деления  $10'$  и вращающуюся стеклянную шкалу с нанесенными профилями метрической резьбы для шкалы от 0,2 до 6 мм и дюймовой резьбы от 24 до 4 витков на дюйм. На сетке, кроме того, нанесены пунктирные линии, составляющие углы  $30^\circ$ ,  $40^\circ$  и  $90^\circ$ , предназначенные для проверки ответствующих углов, пунктирные линии, составляющие углы  $55^\circ$  и  $60^\circ$ , и три линейные шкалы, предназначенные для проверки правильности профилей (цена деления линейных шкал  $0,02$  мм).

При работе с данной головкой применять объектив с увеличением  $3\times$ . Головка закрепляется на тубусе так же, как и окулярная угломерная головка.

4.3.6.4. *Головка двойного изображения* (рис. 6) состоит из корпуса 33 с раздвигавшейся призмой и окуляра 32. Крепится к тубусу так же, как и окулярная угломерная головка.

4.3.6.5. *Головка двойного изображения в дополнительных цветах* имеет еще два светофильтра, в остальном аналогична предыдущей головке.

4.3.6.6. *Окуляр 74* (рис. 11) состоит из корпуса, внутри которого установлена сетка с перекрестием. Вверху корпуса имеется окуляр 73. Поворотом оправы окуляра 73 производят его настройку на резкость окулярной сетки в пределах  $\pm 5$  дпт.

Окуляр 74 крепится к тубусу так же, как угломерная головка. Вид поля зрения окуляра изображен на рис. 10 (б).

4.3.6.7. *Микрометр окулярный винтовой* (рис. 12) закрепляется на корпусе 83 с помощью винта 75. Корпус имеет сферический поясок, выступ 77 и отсек 76 для крепежной винта.

**Примечание.** Техническое описание и инструкция по эксплуатации микрометра окулярный винтовой прилагаются при его заказе.

#### 4.3.7. Осветитель

В качестве источника света в осветителе применяется лампа КГМ 12-40-04.2 (12 В, 40 Вт).

Питание лампы осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц через блок питания, размещенный в общем корпусе с осветителем.

На передней панели корпуса осветителя (рис. 13) расположены тумблер 85, гнездо световода 84, сигнальная лампа, которая при включении тумблера должна загореться. На задней панели закреплены вставка плавкая, клемма для заземления, шнур питания, розетка 6,3 В, крышка, снимаемая для замены и центрировки лампы.

Принципиальная электрическая схема приведена на рис. 14.

#### 4.3.8. Осветители для работы в отраженном свете

Осветитель для работы в отраженном свете с малыми увеличениями 1,  $3\times$  и  $5\times$  имеет корпус 39 (рис. 6), в котором помещены линзы конденсора, призма-куб и смонтирован механизм переключения диафрагмы на два положения. Переключение диафрагмы производится маховичком 40.

Осветитель закрепляют на тубусе микроскопа гайкой 34. Одновременно сняв кольцо 92 (рис. 17). На противоположном конце корпуса осветителя имеется гнездо для приема световода.

Осветитель для работы в отраженном свете с большими увеличениями 10,  $20\times$  и  $40\times$  (рис. 11) имеет корпус, в котором размещен конденсор. Осветитель закрепляется на объективе микроскопа с помощью винта 72. Корпус осветителя имеет гнездо для приема световода.

#### 4.3.9. Объективы

Оптические характеристики объективов, входящих в комплект микроскопа, указаны в табл. 6.

Таблица 6

Линейное увеличение объектива, крат	Числовая апертура, им	Линейное поле объективов в пространстве предметов, мм
1	0,033	21,00
3	0,098	7,00
5	0,140	4,20
10	0,200	2,10
20	0,300	1,05
40	0,400	0,52

### 4.3.10. Приспособления к прибору

4.3.10.1. Контактное приспособление (оптический прибор (рис. 8) для измерения отверстий предназначено для измерения цилиндрических и конусных отверстий, а также для измерения наружных размеров; комплектуется двумя измерительными наконечниками диаметром 8 мм и 3,5 мм.

Приспособление закрепляется на оправе объектива 61. Качающийся на горизонтальной оси наконечник имеет на свободном конце сферическую измерительную поверхность; на другом конце рычага, скрытом в корпусе приспособления, закреплено зеркало, расположенное под углом 45° к оптической оси микроскопа. Зеркало отражает штриховую сетку, заключенную в оправу и освещаемую лампой.

Изображение двойных штрихов сетки попадает в плоскость штриховой сетки микроскопа. При отклонении наконечника ту или другую сторону от среднего положения изображение двойных штрихов будет перемещаться относительно перекрестия штриховой сетки.

Резкость изображения двойных штрихов регулируетсяворотом оправы 60. Наконечник под действием пружины отгибается вправо или влево. Переключение направления действия пружины производится кольцом 51.

Принципиальная схема работы приспособления указана на рис. 16. Контактное приспособление, закрепленное на объективе микроскопа, может перемещаться вместе с визиром микроскопом по направляющей колонке. Величина перемещения измеряется индикатором 62 (рис. 8), закрепленным в колонке, и концевыми мерами 50, установленными на крышке.

4.3.10.2. Стол рифленый (рис. 12) устанавливается на базовую плоскость основания микроскопа и закрепляется четырьмя винтами. Рифленая плита стола может перемещаться относительно основания в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью винтов 81 в пределах 20 мм.

4.3.10.3. Две призмы 91 (рис. 17) и прижим к ним 89 устанавливаются на координатный стол. Прижим закрепляется в Т-образных пазах координатного стола и имеет переставляемые лапки 88, которыми призмы прижимаются к плоскости координатного стола.

4.3.10.4. Контрольный валок 67 (рис. 9) применяется для установки центров параллельно ходу стола, а также для фиксации

мирования микроскопа на плоскость центров. Он изготовлен из стержня, имеющего по середине отверстие с закрепленной в нем пластиной, острый край которой перпендикулярен стержню. На торцах валика имеются центровые отверстия, с помощью которых валик устанавливается в центральной части.

4.3.10.5. Прижим для крепления малых деталей (рис. 15) устанавливается на координатном столе свободно.

4.3.10.6. Бабка с горизонтальным положением лини центрирования 93 (рис. 18) устанавливается в пазы координатного стола и фиксируется зажимными винтами 94.

В профильные направляющие бабки вставлены подвижные держатели конусов, зажимаемые в нужном положении маховиками 95. В держатели конусов могут быть вставлены прямые или обратные центры.

## 5. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

### 5.1. Распаковка

При получении прибора необходимо выдержать его в упакованном виде в течение шести часов при температуре  $20 \pm 5$  °С. Распаковку прибора необходимо производить в соответствии с инструкцией по распаковке, вложенной в упаковочный ящик.

### 5.2. Требования безопасности

Перед включением в электрическую сеть осветитель и оба устройства цифровые отсчетные необходимо заземлить. Работа без заземления запрещена.

Номинал плавких вставок, установленных в осветителе и обоих устройствах цифровых отсчетных, должен соответствовать номиналам, указанным под держателями плавких вставок.

Установку плавких вставок производить только после полного отключения осветителя и устройств цифровых отсчетных.

Подсоединение жгутов к фотоэлектрическим преобразователям и устройствам цифровым отсчетным производить при выключенных тумблерах СЕТЬ.

### 5.3. Установка основных агрегатных узлов микроскопа для работы в проходящем свете

Произвести установку узлов в следующей последовательности:

установить основание на прочный стол высотой 600 мм при работе сидя или около 900 мм при работе стоя; освободить узлы от упаковочной бумаги и смазки, промывать металлические части авиационным бензином; отвернуть крепежные винты и снять красные предохранительные упоры координатного стола; проверить комплектность микроскопа по паспорту; произвести осмотр узлов, входящих в комплект микроскопа, убедиться в отсутствии повреждений, приступить к установке узлов;

выбрать узлы в зависимости от характера предполагаемой работы;

установить в гнездо верхней плиты (рис. 6) координатного стола предметное стекло, закрепить его двумя винтами с помощью отвертки;

вести свободный конец световода в оправу 90 (рис. 4) на задней стенке основания микроскопа до упора;

установить тубус выступом в направляющие типа ласточкин хвост корпуса, опустить до упора и зафиксировать маховиком 82 (рис. 12);

вернуть один из объективов 41 (рис. 7) с увеличением 1, 3 $\times$  или 5 $\times$  в тубус до упора или установить один из объективов 79 (рис. 12) с увеличением 10, 20 $\times$  так, чтобы выступ объектива вошел в паз тубуса, и закрепить накладкой гайкой 78.

При работе с объективом 79 для смены увеличения достаточно сменить сменный компонент объектива 80 (тубус  $\infty$ ); включить тумблер ВКЛ. на передней панели выносного осветителя;

установить на тубусе микроскопа в зависимости от характера измерений одну из головок, окуляр с перекрестием и микрометр.

При использовании окулярной угломерной головки включить вилку подсветки лимба головки в розетку «6,3 В» на задней стенке выносного осветителя.

В случае установки окулярного микрометра предварительно установить в гнездо тубуса корпус АЛ8.020.995 и на его патрубках надеть окулярный микрометр, предварительно сфокусировав его на резкое изображение сетки (смотря в окуляр на свет). Перемещая окулярный микрометр по патрубку корпуса, добиться совмещения изображения, даваемого объективом микроскопа, с изображением сетки окуляра и закрепить окулярный микрометр в этом положении винтом 75 (рис. 12).

Для работы с головкой двойного изображения в дополнительных цветах заменить оправу 90 (рис. 17) со светофильтром на оправу АЛ9.317.400 из комплекта.

Перед установкой бабки или круглого стола на координатный стол снять предметное стекло координатного стола.

Проверить готовность и функционирование обоих фотоэлектрических преобразователей и цифровых отсчетных устройств по следующей методике:

подключить фотоэлектрический преобразователь с помощью жгута к устройству цифровому отсчетному, включить устройство цифровое отсчетное в сеть и дать прогреться в течение 15 мин. Совместить штрихи маховичка и кожуха фотоэлектрического преобразователя, установить цифровое табло в нуль кнопкой УСТ. 0. Сделать один оборот маховичка. Знаком числа, индицируемого цифровым табло, должно составить величину  $1,000 \pm 0,001$ .

Проверить возможность ввода предустановки по следующей методике:

набрать на переключателе ПРЕДУСТАНОВКА устройства цифрового отсчетного любое пятиразрядное десятичное число, установить в нуль цифровое табло кнопкой УСТ. 0. Нажать кнопку «+», 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 цифрового отсчетного должны индицироваться нули во всех разрядах.

#### 5.4. Установка осветителей для работы в отраженном свете

Закрепить осветитель для работы в отраженном свете с малыми увеличениями на тубусе гайкой 34 (рис. 6). Осветитель для работы с большими увеличениями (рис. 11) надеть на объектив 10, 20 $\times$  или 40 $\times$  так, чтобы выступ объектива вошел в паз осветителя до упора, и закрепить зажимным винтом.

Вести свободный конец световода в гнездо корпуса соответствующего осветителя до упора.

### 5.5. Установка и центровка круглого стола

Круглый стол установить в Т-образные пазы координатного стола заподлицо с боковыми поверхностями и закрепить винтами 58 (рис. 8).

При измерениях в полярных координатах необходимо совместить центр вращения круглого стола с началом ординат, т. е. с точкой М (рис. 19) пересечения штриховых линий перекрестия сетки окулярной угломерной головки, видной в окуляр.

Микроскоп смонтирован для работы с угломерной головкой. Шкалу головки, а также шкалу круглого стола установить на 0°.

Микрометрические винты фотоэлектрических преобразователей установить в положения, соответствующие крайнему (дальнему) от измерителя положению стола для поперечного фотоэлектрического преобразователя и левому крайнему положению стола для продольного фотоэлектрического преобразователя. Установить концевую меру 25 мм между торцом продольного микрометрического винта фотоэлектрического преобразователя и упорными площадками координатного стола. В данном положении центр стола с точностью  $\pm 2$  мм совпадает с центром сетки окуляра.

Повернув круглый стол на полный оборот, заметить точку положенного на стол изделия, которая не описывает заметно окружности.

Эта точка будет являться центром вращения стола. Фотоэлектрическими преобразователями совместить ее с центром перекрестия М.

Более точную центровку производить следующим образом. Выбрав заметную точку изделия, находящуюся на любом в пределах поля зрения расстоянии от грубо определенного центра, вращать круглый стол, отмечая места пересечения пути выбранной точки со штриховыми линиями сетки. Так как путь точки является окружностью, то места пересечения должны лежать на одинаковом расстоянии от центра перекрестия М.

Измерив расстояние от центра перекрестия М сетки до места пересечения пути выбранной точки со штриховыми линиями сетки сначала в продольном, а потом в поперечном направлениях, сместить центр стола в сторону меньших значений измеренных расстояний.

туть, например, выбранная точка пересекает штриховые линии сетки, проходящие через центр перекрестия, в местах С и Д.

Определяем расстояния до этих мест от центра перекрестия М путем перемещения стола и считывания показаний цифровых табло. При этом необходимо отметить начальное положение центра М.

Отмечаем начальное положение, мм:

в продольном направлении 12,847;

в поперечном направлении 7,365.

Измеренные положения — продольное направление, мм:

точка А 12,868,

точка С 12,782.

Поперечное направление, мм:

точка В 7,433,

точка Д 7,337.

Таким образом, расстояния мест пересечения пути точки штриховыми линиями сетки от центра перекрестия М будут равны:

$$МА = 12,868 - 12,847 = 0,021 \text{ мм.}$$

$$МВ = 7,433 - 7,365 = 0,068 \text{ мм.}$$

$$МС = 12,847 - 12,782 = 0,065 \text{ мм.}$$

$$МД = 7,365 - 7,337 = 0,028 \text{ мм.}$$

Полуразности будут:

$$\frac{МС - МА}{2} = 0,022 \text{ мм;}$$

$$\frac{МВ - МД}{2} = 0,020 \text{ мм.}$$

Следовательно, круглый стол должен быть отодвинут в направлении А на 0,022 мм и в направлении Д на 0,020 мм относительно центра перекрестия М.

Окончательная установка по цифровому табло:

$$\text{в продольном направлении} - 12,847 - 0,022 = 12,825,$$

$$\text{в поперечном направлении} - 7,365 + 0,020 = 7,385 \text{ мм,}$$

при которой центр вращения стола совпадает с центром перекрестия М. Точность центровки 0,005 мм.

Для совмещения центра вращения круглого стола с началом системы полярных координат можно пользоваться перекрестием предметного стекла.

Предметное стекло имеет нанесенное на нем перекрестие с центрированной линией в 0,004 мм, и, следовательно, с высокой точностью можно найти центр вращения стола. Предметное стекло во избежание порчи линий перекрестия устанавливается

так, чтобы плоскость, на которую нанесено перекрестие, обращена вниз.

Процесс центрировки при этом аналогичен вышеописанному методу.

Перед началом особо точных работ рекомендуется как раз повторять совмещение оси вращения стола с центром перекрестия штриховой сетки.

### 5.6. Установка измеряемого изделия

Изделие перед измерением необходимо промыть в бензине и протереть чистой салфеткой.

Поместить измеряемый объект на стекло координатного стола, круглого стола или закрепить его в центральной бабке или на призмах, устанавливаемых на стол.

Проверить надежность установки изделия, закрепленного в центрах, так как в случае падения его может быть повреждена оптика.

Измеряемый объект должен быть правильно установлен на столе микроскопа. Необходимо, чтобы поверхность объекта цилиндрической формы или разметочная линия у плоских предметов была параллельна направлению перемещения стола. Параллельность проверяют путем перемещения стола вместе с установленным на нем объектом. При этом следят за тем, чтобы контур измеряемого профиля не сходил с выбранной в поле зрения точки. Например, требуется проверить параллельность установки изделия цилиндрической формы. Фотоэлектрическими преобразователями установить начальную точку образующей в центр перекрестия в поле зрения. Переключая стол микроскопа, убедиться, что образующая не сходит с центра перекрестия. Если это условие не соблюдено, то маховичком 38 (рис. 6) и фотоэлектрическим преобразователем 36 исправить положение стола так, чтобы при повторном перемещении стола образующая не сходила с центра перекрестия.

С целью исключения ошибки от возможной конусности предмета проверку производят для второй образующей, диаметрально противоположной первой. Если деталь имеет конусность, то координатный или круглый стол поворачивают так, чтобы добиться равенства отклонения при совмещении обеих образующих с центром перекрестия.

Подобную проверку необходимо проделать и при измерении профилей винтовой нарезки, используя вершины отдельных витков.

Центра бабки следует наклонить на угол, равный углу наклона винтовой линии.

Эту проверку можно производить по контрольному валу. После установки изделия параллельно направлению перемещения стола совместить линию его контура со штриховой линией окулярной угломерной головки таким образом, чтобы она лежала посредине толщины линии штриха.

Закрепление изделий производится плотно, но без излишнего затягивания узлов.

## 6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 6.1. Общие указания

На инструментальном микроскопе ИМЦ 100×50, А производят измерения:

- наружных линейных размеров и диаметров валов в проходящем и отраженном свете;
  - углов изделий размером до 360° по окулярной угломерной головке и круглому столу;
  - режущего инструмента (фрез, кулачков и других), а также облоков любой формы и конфигурации, габаритные размеры которых позволяют их устанавливать на столе микроскопа. Измерение можно проводить в прямоугольных и полярных координатах;
  - размеров конусных калибров;
  - расстояний между центрами отверстий;
  - размеров резьбы метчиков (диаметров, шага, половины углопрофиля);
  - размеров резьбовых калибров (наружного и внутреннего диаметров, половины угла профиля, шага);
  - радиусов различных дуг методом сравнения с дугами окулярной головки.
- Выбор нужного метода работы зависит в первую очередь от конфигурации измеряемого изделия. Измерение профилей нарезки, контуров резцов, шаблонов и других изделий, имеющих резко очерченные, не заслоненные края, ведут в проходящем свете, применяя нужную окулярную головку и используя визуальный метод, т. е. непосредственное наблюдение в окуляре.

В отраженном свете производят измерение изделий, поверхность которых заслонен от проходящего света, проверяют метки и т. п.

Наиболее универсальной является окулярная угломерная головка, позволяющая выполнять как линейные, так и угловые измерения.

Точные измерения расстояний между центрами отверстий размеченных (накерненных) точек ведут, используя головку двойного изображения.

При проверке прямолинейности кромки измеряемого объекта следует пользоваться головкой двойного изображения допустимых погрешностей.

Увеличение выбирают в зависимости от величины погрешности зрения.

Во всех случаях, когда требуется исследовать качество поверхности, правильность контуров и т. п., следует пользоваться максимальным увеличением, а при измерении углов, с помощью которых будут пересекаться все (или почти все) поле зрения — малым увеличением.

Объективы с увеличением 20 $\times$  и 40 $\times$  следует использовать преимущественно для качественного исследования измеряемых объектов.

В отраженном свете яркость изображения выше у меньших увеличений. Испытывая несколько увеличений, целесообразно выбрать наиболее удобное для оператора, если это возможно по условиям масштаба. При этом необходимо пользоваться соответствующим осветителем отраженного света.

Увеличение обратно пропорционально полю зрения, поэтому без особой необходимости не следует стремиться к большому увеличению, так как в поле зрения может оказаться слишком малая часть измеряемого изделия.

При любом методе работы важна резкость, которая зависит от качества кромки измеряемого изделия.

При измерении в пределах поля зрения с помощью окулярного винтового микрометра для точной оценки линейных размеров пользоваться методикой, изложенной в технической инструкции по эксплуатации на микрометр.

При измерении цилиндрических изделий следует руководствоваться таблицей 7 наилучших диаметров диафрагмы осветителя в зависимости от диаметров изделий и угла профиля резьбы, выбирая соответствующее значение диаметра диафрагмы для гладких цилиндров по наружному диаметру, для резьбы — по среднему диаметру профиля.

Следует особо выделить выбор режима освещения при работе с осветителем отраженного света для малых увеличений.

Режим «светлое поле» рекомендуется использовать для обработки металлических и зеркальных поверхностей. Режим «темное поле» следует применять при измерении слабо отражающих и матовых поверхностей. В сомнительных случаях выбирать экспериментально, переключением рукоятки осветителя.

При измерении размеров более 25 мм между торцом фотоэлектрического преобразователя и узорной площадкой координатного стола установить одну из концевых мер 25, 50 мм по 75 мм.

Скорость вращения приводов фотоэлектрических преобразователей 36 (рис. 6) при измерении не должна превышать 1/сек.

Вращение должно быть плавным, без рывков и радиально-угловых колебаний.

При линейных измерениях снятие отсчета производить по устройству цифровых отсчетных. Снятие отсчета можно производить по шкалам барабанов фотоэлектрических преобразователей и по миллиметровым шкалам координатно-

Таблица 7

Наружный диаметр гладкого цилиндра или цилиндрической резьбы, мм	Диаметр диафрагмы, мм			
	гладкий цилиндр	угол профиля резьбы 30°	угол профиля резьбы 55°	угол профиля резьбы 60°
0,5	24,0	15,0	18,5	19,0
1,0	19,0	12,0	14,5	15,0
2,0	16,0	10,5	12,5	13,0
3,0	14,0	9,0	11,0	11,0
4,0	13,0	8,0	10,0	10,0
5,0	12,0	7,5	9,0	9,5
7,5	10,5	6,5	8,0	8,5
10,0	9,5	6,0	7,5	7,5
15,0	8,5	5,5	6,5	6,5

Наружный диаметр гладкого цилиндра или средний диаметр резьбы, мм	Диаметр диафрагмы, мм			
	гладкий цилиндр	угол профиля резьбы 30°	угол профиля резьбы 55°	угол профиля резьбы 60°
20,0	7,5	5,0	6,0	6,0
25,0	7,0	4,5	5,5	5,5
30,0	6,5	4,0	5,0	5,0
40,0	6,0	4,0	4,5	4,5
50,0	5,5	3,5	4,0	4,5
100,0	4,5	3,0	3,5	3,5

## 6.2. Измерение диаметра цилиндра в центрах и призмах

Установить измеряемую деталь в центрах бабки (рис. 7) закрепить зажимом и установить соответствующий диаметр диафрагмы по табл. 7.

Указатель наклона центров должен стоять на «0».

Если деталь (цилиндр) без центров, установить ее в призмах (рис. 17).

Вращая гайки 42 (рис. 7) и 87 (рис. 17), навести изображение цилиндра на резкость и проверить ее по всей длине цилиндра.

Совместить поперечным фотоэлектрическим преобразователем горизонтальную штриховую линию сетки окулярной измерной головки с образующей цилиндра.

Проверить совмещение образующей по всей длине, перемещая стол в продольном направлении фотоэлектрического преобразователя или от руки.

Перекок установки изделий в призмах может быть устранен перемещением в горизонтальной плоскости одной из призм.

Нажать кнопку УСТ. 0. Фотоэлектрическим преобразователем поперечного перемещения стола перевести изображение детали таким образом, чтобы противоположная ее сторона (образующая) совместилась с горизонтальной штриховой линией сетки.

Снять отчет, величина которого равна диаметру цилиндра измеряемой детали.

## 6.3. Измерение угла конусного калибра-пробки

Установить конусный калибр в центрах центральной бабки, положение которой предварительно тщательно выверить по контрольному валу так, чтобы ось центров была строго параллельна продольному ходу стола.

Измерить диаметры в двух сечениях конусной части калибра-пробки способом, указанным выше, и расстояние между ними.

При измерении диаметров конуса маховичком поворота окулярной угломерной головки совместить одну из трихонах линий сетки с изображением образующей конуса.

Для повышения точности измерения угла конуса расстояние между сечениями брать возможно большим.

По полученным значениям диаметров и расстоянию между ними определить угол конуса по формуле:

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

$D$  — диаметр конуса в большем сечении,

$d$  — диаметр конуса в меньшем сечении,

$L$  — расстояние между сечениями.

Пример расчета:

дальности измерения  $D = 9,050$  мм;

$d = 6,385$  мм;

$L = 50,820$  мм

$$2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{9,050 - 6,385}{50,820} = 0,0524; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{0,0524}{2} = 0,0262.$$

Половина угла конуса  $\alpha = 1^{\circ}30'$ .

Угол конуса  $2\alpha = 3^{\circ}$ .

## 6.4. Измерение плоского шаблона или скобы

### 6.4.1. Измерение длины (размер а) (рис. 20)

Поместить шаблон на предметном стекле и прочно закрепить его струбишкой. Выставить измеряемый элемент по хорде стола, как указано в подразделе 5.6.

Измерить длину  $a$ . При измерении длины  $a$  совместить поперечным фотоэлектрическим преобразователем вертикальную

штриховую линию сетки с одним краем шаблона, на кнопку УСТ. 0, совместить с другим краем и снять отсчет

#### 6.4.2. Измерение угла (размер а)

##### *Грубый способ измерения (по шкале стола)*

Установить и отцентрировать накладной круглый как указано в подразделе 5.5.

Установить шаблон таким образом, чтобы вершина измеряемого угла оказалась в центре перекрестия сетки окулярной угломерной головки.

Лимбом 56 (рис. 8) совместить изображение одной из сторон угла со штриховой линией сетки окулярной угломерной головки.

Произвести первый отсчет по угловой шкале накладного круглого стола.

Наблюдая в окуляр и одновременно вращая лимб круглого стола, совместить изображение другой стороны угла с штриховой линией сетки головки.

Произвести второй отсчет по шкале. Разность отсчетов есть величину измеряемого угла.

Пример отсчета:

первое показание по шкале  $142^{\circ}06'$ ;

второе показание по шкале  $13^{\circ}48'$ ;

угол шаблона равен:  $142^{\circ}06' - 13^{\circ}48' = 128^{\circ}18'$ .

Погрешность измерения  $\pm 3'$ .

##### *Точный способ измерения (по шкале окулярной угломерной головки)*

Продольным и поперечным фотоэлектрическими преобразователями установить шаблон таким образом, чтобы вершина угла совместилась с центром перекрестия окулярной угломерной головки.

Включить подсветку шкалы лимба окулярной угломерной головки.

Маховичком поворота лимба с сеткой окулярной угломерной головки совместить одну из штриховых линий сетки с изображением одной из сторон угла.

Наблюдая шкалу лимба 21 (рис. 1) через отсчетный микроскоп 26, произвести первый отсчет.

Маховичком поворота лимба с сеткой окулярной угломерной

головки совместить эту же штриховую линию сетки с изображением другой стороны угла.

Произвести второй отсчет по угломерной шкале. Разность отсчетов составит величину измеряемого угла.

При переводе штриховой линии сетки с одной стороны угла на другую она должна пересекать зону измеряемого угла.

Пример отсчета:

первое показание по шкале  $16^{\circ}30'$ ;

второе показание по шкале  $164^{\circ}48'$ ;

угол шаблона равен:  $164^{\circ}48' - 16^{\circ}30' = 148^{\circ}18'$ .

Погрешность измерения  $\pm 1'$ .

#### 6.5. Измерение диаметра глухого отверстия в отраженном свете

Иногда необходимо измерить такие величины, как, например, толщину штриха на шкале тангенциркуля, диаметр раковины на поверхности детали и т. п. Методом просвечивания сделать это невозможно, поэтому измерение производят в отраженном свете в следующей последовательности:

закрепить на тубусе один из осветителей отраженного света;

установить измеряемую деталь на предметном стекле.

При использовании осветителя для работы в отраженном свете с малыми увеличениями необходимо установить соответствующий режим освещения поворотом маховичка в одном из двух фиксированных положений: СВЕТЛ. — светлое поле, ЛМН. — темное поле.

Режим «светлое поле» удобно использовать при измерении деталей с преимущественно зеркальным отражением или близким к зеркальному.

При измерении деталей с темной или матовой поверхностью необходимо работать в режиме «темное поле».

Совместить продольным фотоэлектрическим преобразователем вертикальную штриховую линию сетки с краем отверстия, нажать кнопку УСТ. 0.

Фотоэлектрическим преобразователем перевести изображение измеряемого отверстия в такое положение, чтобы вертикальная штриховая линия сетки переместилась на противоположный край отверстия.

Снять отсчет, равный диаметру измеряемого отверстия.

### 6.6. Измерение деталей с очертаниями кривых в прямоугольной системе координат

Установить деталь (рис. 21) на накладной круглый стол, так, чтобы ось  $a$  или разметочная линия приблизительно падала с направлением продольного или поперечного пересечения стола.

Вращением стола, а если нужно, и продольным или поперечным его перемещением совместить разметочную линию (ось) со штриховыми линиями сетки (на рисунке ось  $Y$ ). Разметочная линия нанесена на поверхность изделия, поэтому в отраженном свете; если разметочная линия совпадает с одним из краев изделия — в проходящем свете. Если размеры детали превышают диапазон работы фотоэлектрических преобразователей, необходимо использовать концевые устройства нужных размеров.

Вращая фотоэлектрический преобразователь поперек хода, совместить на детали выбранную точку  $A$ , являющуюся началом отсчета, с началом координат (центром перекрестия в поле зрения). Отметить показания цифровых табло продольного и поперечного перемещений координатного стола.

Пусть, например, эти показания будут:

в продольном направлении 21,435 мм;

в поперечном направлении 1,020 мм.

Предположим, что координаты точек кривой будут заданы таблицей

точка 1— $X_1=0$ мм,	$Y_1=23,300$ мм,
точка 2— $X_2=5$ мм,	$Y_2=15,105$ мм,
точка 3— $X_3=10$ мм,	$Y_3=11,000$ мм.

Тогда при установке показаний цифрового табло на стол и начальных координат контур измеряемой кривой должен проходить через начало координат, а измеряемая кривая лежать в центре перекрестия. В данном случае эти условия будут равны:

в продольном направлении  $21,435-0=21,435$  мм;

в поперечном направлении  $1,020+23,300=24,320$  мм.

Если кривая неточна, то между точкой на кривой и началом координат будет некоторое несовпадение, которое можно измерить как разность между отсчетом, вычисленным выше, и отсчетом при совмещении кривой с началом координат.

Следующую точку кривой установить подобным же образом. Показания на табло должны быть 16,435 мм и 16,125 мм.

Таким способом измеряют и все последующие точки.

### 6.7. Измерение деталей с очертаниями кривых в полярной системе координат

Установить и отцентрировать накладной круглый стол, как описано в подразделе 5.5.

Установить измеряемую деталь (рис. 22) на круглый стол. Совместить изображение центра детали  $A$  с центром перекрестия сетки окулярной угломерной головки, для чего передвинуть ее от руки на столе.

Если деталь вместо намеченного центра имеет отверстие, то для упрощения работы вставить в это отверстие шпатель с заранее намеченным центром.

После центровки детали, вращая круглый стол, совместить с одной из осей координат (т. е. со штриховой линией) линию, начерченную на детали и служащую началом отсчета углов. После установки отметить на цифровом табло название того направления, в котором будут измерять радиус-векторы. Отметить также показание шкалы круглого стола.

Пусть для данного случая эти показания будут:

на шкале круглого стола  $38^{\circ}8'$ ;

на цифровом табло 1,355 мм.

Предположим, что измеряемый профиль должен отвечать следующим условиям:

радиус	угол поворота
точка 1— $X_1=45,0$ мм,	$1=0^{\circ}$ ,
точка 2— $X_2=50,5$ мм,	$2=15^{\circ}$ ,
точка 3— $X_3=56,7$ мм,	$3=35^{\circ}$ .

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

При этом придется воспользоваться концевой мерой размером 25 мм, так как хода микрометрического винта фотоэлектрического преобразователя недостаточно.

При правильном выполнении профиля изделия край его начального изображения совпадает с началом координат. Если же измеряемый контур неточен, то отклонение измеряется фотоэлектрическим преобразователем, как описано в п. 6.6.

При переходе к измерению точки 2 поступить подобным образом, прибавить к нему новую установку круглого стола равную сумме начальной и табличной величин, т. е. для 2 будем иметь значение:

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

установка на шкале круглого стола  $38^{\circ}8' + 15'0''$  и т. д. для всех последующих точек, применяя при этом соответствующие концевые меры.

### 6.8. Измерение расстояний между центрами отверстий

При измерении расстояний между центрами отверстий такого размера установить контуры изображений отверстий параллельно ходу стола при нулевом показании шкалы для окулярной угломерной головки.

Затем установить взамен окулярной угломерной головки двойного изображения (рис. 6).

Перемещением стола фотоэлектрическими преобразователями добиться совмещения раздвоенного изображения одного из отверстий в одно.

Нажать кнопку УСТ. 0. Перемещением координатного стола в продольном направлении подвести в поле зрения раздвоенное изображение второго отверстия, совместить его в одно.

Снять отсчет, равный измеряемому расстоянию между центрами. При работе с головками двойного изображения пользоваться объектив 3х или 5х в зависимости от величины измеряемых диаметров.

Измерение расстояний между центрами отверстий, разный по диаметру, производят следующим образом.

Установить и отцентрировать накладной круглый стол, указано в подразделе 5.5.

Установить взамен окулярной угломерной головки двойного изображения. Поместить измеряемую деталь на стол и перемещать от руки до такого положения, при котором изображения одного из отверстий сольются в одно. После этого закрепить измеряемую деталь. Нажать кнопку УСТ. 0. Затем, одновременно поворачивая стол и перемещая его в продольном направлении, добиться такого положения детали, когда два изображения второго отверстия сольются в одно. Снять отсчет, равный измеряемому расстоянию между центрами.

### 6.9. Измерение отклонения от прямолинейности кромки

Установить головку двойного изображения в дополнительные предметы. Отфокусировать микроскоп на кромку измеряемого предмета.

Совместить кромку предмета с осью симметрии двойного изображения. Совмещение произведено, если две выбранные на кромке дают совмещенное (одинарное) изображение. Прямая, соединяющая эти две точки, является базовой для проверки отклонения от прямолинейности. При отклонении этих точек кромки от прямой появляются два смещенных относительно друг друга цветных изображения.

С помощью фотоэлектрического преобразователя измерить величину отклонения от прямолинейности кромки как смещение координатного стола от базовой прямой (исходное положение) до совмещения цветных изображений.

### 6.10. Измерение элементов резьбы

#### 6.10.1. Общие указания

На микроскопе можно измерить следующие элементы резьбы: внешний диаметр  $d$ ;

внутренний диаметр  $d_1$ ;

средний диаметр  $d_2$ ;

шаг  $S$ ;

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

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

#### 6.10.2. Подготовка прибора к измерению резьбы

Установить на координатном столе бабку (рис. 9) с наклонной линией центров или бабку с горизонтальным положением линии центров\*.

Бабку с горизонтальным положением линии центров (АЛЗ.991.001) рекомендуется применять в случаях, когда не требуется измерять угол профиля резьбы.

Установить в центрах контрольный валик, отфокусировать микроскоп гайками 42 (рис. 7) и 87 (рис. 17) на резкое изображение острого края пластинки валика. Проверить параллельность установки линии центров ходу стола в горизонтальной плоскости, а также параллельность штриховой линии к продольному ходу стола при нулевом показании шкалы лимба угломерной головки.

Для бабки с наклоняемой линией центров в случае перемены шага калибров дополнительно провести также проверку параллельности линии центров ходу стола в вертикальной плоскости. Для этого установить стойку индикатора на боковой поверхности основания микроскопа или на платформе с микроскопом, а измерительный наконечник ввести в контакт с поверхностью контрольного валика. Допустимая непараллельность линии центров, измеренная на концах большого валика при движении стола, 0,03 мм.

В случае непараллельности штриховой линии сетки угломерной головки продольному ходу стола в пределах более одной минуты выставить головку по ходу стола подвижной упорного винта, расположенного на тубусе угломерной головки, освободив его предварительно от стопора. Установить контрольный валик. Установить в центрах измеряемую деталь надаем с осью резьбы, то положение центров бабки выверяют по наружному диаметру резьбы.

Маховичком 29 (рис. 5) установить размер диафрагмы микроскопа в зависимости от диаметра измеряемой детали в соответствии с табл. 7.

#### 6.10.3. Измерение наружного диаметра резьбового калибра

Наружный диаметр измерить не менее чем в двух сечениях (в одном из них измерить в двух положениях калибра под углом 90°).

Проверку производить следующим образом.

Поперечным фотоэлектрическим преобразователем установить горизонтальную центральную линию сетки без просвета на линии вершин.

Нажать кнопку УСТ. 0. Поперечным фотоэлектрическим преобразователем перевести контур измеряемого размера на противоположную сторону и снова установить горизонтальную линию сетки по всем вершинам профиля. Снять отсчет, который определит размер наружного диаметра.

#### 6.4. Измерение внутреннего диаметра резьбового калибра-пробки

Внутренний диаметр резьбовых калибров-пробок метрической и дюймовой резьбы не должен быть более теоретического внутреннего диаметра (верхнее отклонение равно нулю, а нижнее — произвольное). Поэтому непосредственное измерение внутреннего диаметра производится только во время исследований, когда необходимо знать его размер.

Для измерения необходимо произвести следующее:  
установить в центрах бабки измеряемый калибр и закрепить его.

Получить резкое изображение профиля резьбы, для чего отфокусировать микроскоп гайками 42 (рис. 7) и 87 (рис. 17) на резкое изображение от руки бабку 65 (рис. 9) с калибром в центрах резьбы. Угол подъема резьбы  $\varphi$  ( $\operatorname{tg} \varphi = \frac{S}{\pi d_2}$ ).

Поперечным фотоэлектрическим преобразователем установить горизонтальную центральную линию окулярной сетки:

для калибров с полным профилем — на точки, в которых имеются закругления профиля,

для калибров с неполным профилем — на линию, ограничивающую углубление внутреннего диаметра.

Нажать кнопку УСТ. 0. Поперечным фотоэлектрическим преобразователем перевести противоположную сторону калибра и установить горизонтальную центральную линию сетки на соответствующие точки профиля.

Снять отсчет, который определит размер внутреннего диаметра.

Внутренний диаметр измерить не менее чем в двух сечениях.

**Примечание.** При измерении элементов резьбы необходимо помнить, что при переходе с одного края профиля предмета на другой предмет в центре должен наклоняться в противоположную сторону на угол подъема резьбы для того, чтобы оптическая ось микроскопа оставалась касательной к винтовой линии, идущей по среднему диаметру резьбы.

#### 6.10.5. Измерение среднего диаметра

Линия измерения среднего диаметра должна примерно совпадать с осью вращения центров бабки для исключения

погрешности перефокусировки. Измерение производят дующим образом.

Установить резку изображения профиля резбы при 42 (рис. 7) и 87 (рис. 17) и одновременным наклоном при 65 (рис. 9) с центрами на угол подъема резбы  $\varphi$ .

Перекрестие сетки окулярной угломерной головки и продольным фотоэлектрическими преобразователями установить на какую-либо точку, примерно на середине профиля (рис. 23). Одновременно маховичком окулярной угломерной головки совместить вертикальную тирную линию сетки с измеряемой стороной профиля.

Нажать кнопку УСТ. 0. Поперечным фотоэлектрическим преобразователем переместить измеряемый профиль на противоположную сторону. Установить резку изображения противоположной стороны профиля резбы наклоном цели бабки на угол подъема резбы и совместить с перекрестием сетки, не меняя положения (угла) вертикальной штриховой линии, которая должна совпадать с противоположной стороной профиля.

Снять отсчет, который определяет размер среднего диаметра.

Повторить то же измерение среднего диаметра по другой стороне профиля и взять среднее арифметическое из двух полученных значений.

Многократное измерение по двум сторонам профиля дает величину среднего диаметра, свободную от ошибки перефокусировки по отношению к направлению продольного хода координатного стола.

#### 6.10.6. Измерение шага

Шаг резбы можно измерять непосредственно отсчетным устройством (абсолютным методом).

Шаг резбы резьбовых калибров измеряют только сравнительным методом с применением концевых мер длины с погрешностью аттестации  $\pm (0,5 + 5,0 \cdot L)$  мкм, где  $L$  — длина концевой меры в метрах.

Отклонение углов  $90^\circ$  концевых мер длины между измерительными и опорными поверхностями не более  $\pm 2'$ .

Измерение шага можно производить как при горизонтальном положении линии центров, так и с наклоном центров к углу подъема резбы.

Исходя из этого, измерение производить следующим образом.

#### Измерение шага абсолютным методом

Установить поперечным и продольным фотоэлектрическими преобразователями перекрестие сетки на какую-либо точку, примерно на середине левой стороны профиля. Одновременно маховичком окулярной угломерной головки совместить вертикальную штриховую линию сетки с измеряемой стороной профиля.

Нажать кнопку УСТ. 0. Переместить продольным фотоэлектрическим преобразователем измеряемый профиль вдоль следующего витка (на величину шага) в ту же точку. Сфокусировать микроскоп на резкое изображение нового витка (если измерение ведется с наклоном центров).

Совместить точку с перекрестием сетки, не меняя положения вертикальной штриховой линии.

Снять отсчет, который определит размер шага резбы  $S$ .

Если измерение ведется с наклоном центров на угол, равный углу подъема резбы  $\varphi$ , то размер шага уточнить по формуле

$$S = \frac{S_1}{\cos \varphi}$$

Поперечным фотоэлектрическим преобразователем ввести в поле зрения противоположный профиль резбы.

Повторить те же измерения по правой стороне профиля.

Среднее арифметическое из этих значений дает размер шага.

#### Измерение шага резьбовых калибров сравнительным методом

Установить перекрестие сетки, как было указано выше при описании измерения шага абсолютным методом.

Произвести первый отсчет.

Сдвинуть каретку стола и заложить между упорной поверхностью стола и торцом продольного фотоэлектрического преобразователя блок из концевых мер размером, равным номинальному шагу резбы, умноженному на число витков, между которыми производится измерение.

Если штриховая линия сетки при втором положении совпадает со стороной профиля, то подвести ее продолжением фотоэлектрическим преобразователем до совмещения с стороной.

Произвести второй отсчет.

Разность отсчетов в тысячных долях миллиметра по отклонению шага резьбового калибра на давних витках его номинального размера.

Поперечным фотоэлектрическим преобразователем в поле зрения противоположный профиль резьбы.

Повторить то же измерение по правой стороне профиля. Измерение одного шага резьбы производят точно так же, как и измерение нескольких шагов, но при этом измеряют расстояние между соседними витками, пользуясь концевой рейкой, равной шагу резьбы, или двумя блоками концевых размеров, разность размеров которых равна измеряемому шагу.

Шаг рекомендуется измерять по правой и левой сторонам профиля. Среднее арифметическое, полученное из этих значений, определит значение шага.

Пример подсчета.

Измеряют шаг 3 мм на первом и пятом витках.

Первое измерение: первый отсчет

5,423 мм.

концевая мера 3 мм, второй отсчет

5,426 мм.

отклонение шага

+0,003 мм.

Второе измерение: первый отсчет

8,271 мм.

концевая мера 3 мм, второй отсчет

8,277 мм.

отклонение шага

+0,006 мм.

Третье измерение: первый отсчет

5,424 мм.

концевая мера 15 мм, второй отсчет

5,423 мм.

отклонение шага

-0,001 мм.

Четвертое измерение: первый отсчет

8,272 мм.

концевая мера 15 мм, второй отсчет

8,276 мм.

отклонение шага

+0,004 мм.

Среднее арифметическое из результатов измерений по правой и левой сторонам профиля на одном витке:

$$\frac{+0,003 \text{ мм} + 0,006 \text{ мм}}{2} = +0,0045 \text{ мм.}$$

Действительный размер шага 3 мм + 0,0045 мм = 3,0045 мм.

Среднее арифметическое из результатов измерений по правой и левой сторонам профиля на нескольких витках:

$$\frac{(-0,001 \text{ мм}) + (+0,004 \text{ мм})}{2} = +0,0015 \text{ мм.}$$

Действительное расстояние между пятью измеряемыми витками 15 мм + 0,0015 мм = 15,0015 мм.

При заключении о годности калибра по шагу необходимо иметь в виду, что погрешности шага относятся к расстоянию между любыми двумя витками (а не только к расстоянию между соседними витками).

#### 6.16.7. Измерение половины угла профиля резьбового калибра

Измерение угла профиля резьбового калибра производят обычно по двум его половинам для того, чтобы проверить не только правильность самого угла, но и наклон профиля к оси резьбы.

Половины угла профиля проверяются в двух витках с двух сторон (левая и правая половины), т. е.

$$\frac{\alpha_1}{2}, \quad \frac{\alpha_2}{2}, \quad \frac{\alpha_3}{2}, \quad \frac{\alpha_4}{2}$$

показано на рис. 23.

Каждую половину следует измерять несколько раз, а именно:

при шаге от 0,5 до 1 мм пять раз;

при шаге от 1,25 до 1,5 мм четыре раза;

при шаге свыше 1,5 мм три раза.

Измерение производят следующим образом.

Продольным и поперечным фотоэлектрическими преобразователями, а также маховичком окулярной угломерной головки совместить вершину первого угла профиля  $\frac{\alpha_1}{2}$  (рис. 23)

с центром перекрестия окулярной угломерной головки при совмещении вертикальной штриховой линии сетки, соответствующей 0° на лимбе.

Совместить вертикальную пунктирную линию с правой стороной профиля. Произвести первый отсчет и определить величину правой половины угла в верхнем положении  $\frac{\alpha_1}{2}$ .

При этом в градусах отсчитывать против делений на конической шкале, число минут — влево от 0 до градусного штриха.

Продольным фотоэлектрическим преобразователем и визком окулярной угломерной головки совместить вершину второго угла  $\frac{\alpha_2}{2}$  следующего витка с центром перекрестка.

Совместить вертикальную штриховую линию с левой стороной профиля, произвести второй отсчет и определить величину левой половины угла в верхнем положении  $\frac{\alpha_3}{2}$ , полученное число от  $360^\circ$ .

С помощью поперечного фотоэлектрического преобразователя перевести изображение на другую сторону (для уменьшения погрешности из-за перекоса линии центров проверяемого резьбового калибра относительно продольного хода двинутного стола) и определить указанным выше способом

величину правой половины угла в нижнем положении

величину левой половины угла в нижнем положении

Усредненной величиной каждой из половин угла (правой и левой) будет среднее арифметическое из результатов измерений, произведенных по данной стороне, вычисленные по формулам:

$$\frac{\alpha'}{2} \text{ прав.} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}; \quad \frac{\alpha'}{2} \text{ лев.} = \frac{\alpha_3 + \alpha_4}{2}.$$

Полученные результаты измерения значений половин угла профиля меньше их действительных значений вследствие наклона центров на угол подъема резьбы (особенно при измерении резьб с углом подъема свыше  $4^\circ$ ).

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

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{tg } \frac{\alpha'}{2}}{\cos \varphi},$$

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

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

Пример подсчета:

$\frac{\alpha_1}{2}$  — величина половины угла  $29^\circ 36'$ ;

$\frac{\alpha_2}{2}$  — показание прибора  $330^\circ 18'$ ;

величина половины угла  $29^\circ 42'$ ;

$\frac{\alpha_3}{2}$  — показание прибора  $330^\circ 26'$ ;

величина половины угла  $29^\circ 34'$ ;

$\frac{\alpha_4}{2}$  — величина половины угла  $29^\circ 38'$ ;

$$\frac{\alpha'}{2} \text{ прав.} = \frac{29^\circ 36' + 29^\circ 34'}{2} = 29^\circ 35',$$

$$\frac{\alpha'}{2} \text{ лев.} = \frac{29^\circ 42' + 29^\circ 38'}{2} = 29^\circ 40'.$$

Действительная величина половины угла профиля при угле подъема резьбы  $\varphi = 10^\circ$  равна:

$$\frac{\alpha}{2} \text{ прав.} = \frac{\text{tg } \frac{\alpha'}{2} \text{ прав.}}{\cos \varphi} = \frac{\text{tg } 29^\circ 35'}{\cos 10^\circ} = \frac{0,5677}{0,9848} = 0,5754;$$

$$\frac{\alpha}{2} \text{ прав.} = 29^\circ 55';$$

$$\frac{\alpha}{2} \text{ лев.} = \frac{\text{tg } \frac{\alpha'}{2} \text{ лев.}}{\cos \varphi} = \frac{\text{tg } 29^\circ 40'}{\cos 10^\circ} = \frac{0,5696}{0,9848} = 0,5773;$$

$$\frac{\alpha}{2} \text{ лев.} = 30^\circ 00'.$$

При сравнении полученных отклонений половин угла профиля с допустимыми значениями берется среднее арифметическое из абсолютных величин отклонений левой и правой половин.

## 6.11. Измерение элементов резьбы с помощью головки окулярной с набором профилей резьб

### 6.11.1. Общие указания

С помощью головки методом накладывания можно определить следующие элементы резьбы точного класса: угол, высоту и наклон профиля резьбы; шаг и средний диаметр резьбы.

При измерении элементов резьбы головкой окулярного набора профилей резьб фокусировка, выбор диафрагмы, наклон центров бабки производить так же, как при работе окулярной угломерной головкой.

### 6.11.2. Измерение погрешности угла профиля резьбы

Установить ось измеряемого изделия параллельно продольному ходу стола. Вращением сетки с помощью маховика ввести в поле зрения (рис. 24) штриховой контур профиля, который по величине шага соответствует измеряемой резьбе. Перемещением стола фотоэлектрическими преобразователями в продольном и поперечном направлениях и вращением стола с помощью маховичка совместить сначала правую сторону контура профиля на сетке с соответствующей стороной теневого профиля резьбы и снять отсчет по угломерной шкале головки, затем совместить левую сторону того же контура с соответствующей стороной теневого профиля резьбы и снять второй отсчет по угломерной шкале головки.

Алгебраическая разность отсчетов дает погрешность угла профиля резьбы.

Отклонение от перпендикулярности биссектрисы угла профиля к оси резьбы определяется как алгебраическая разность двух отсчетов, полученных при определении погрешности угла профиля резьбы, причем знак опускается, если не определено, в какую сторону считать наклон положительным, а какую отрицательным.

Пример.

Отсчет по правой стороне теневого профиля минус 30°.

Отсчет по левой стороне теневого профиля +26°.

Погрешность полного угла профиля

$$-30^\circ - (+26^\circ) = -56^\circ.$$

Отклонение от перпендикулярности биссектрисы угла профиля к оси резьбы

$$\frac{-30^\circ + (+26^\circ)}{2} = -2^\circ.$$

Если резьба изготовлена правильно, то при установке прибора на нулевое деление угломерной шкалы изображение теневого профиля резьбы точно совместится с соответствующим штриховым контуром.

### 6.11.3. Измерение среднего диаметра резьбы

Вращением сетки и перемещением стола фотоэлектрическими преобразователями в продольном и поперечном направлениях совместить одну из сторон выбранного контура профиля на сетке с соответствующей стороной изображения теневого профиля резьбы и нажать кнопку УСТ. 0. Устройство цифрового отсчетного для поперечного хода стола. Затем переместить стол в поперечном направлении до появления в поле зрения диаметрально противоположного витка или впадины резьбы, добиться совмещения той же стороны контура профиля на сетке с противоположной стороной теневого профиля резьбы и снять по таблице отсчет, который дает измеренный средний диаметр резьбы. Для повышения точности измерения необходимо производить несколько наводок и отсчетов и взять среднее арифметическое.

Для исключения погрешности от перекоса оси резьбы относительно направления движения стола подобные измерения производить по другой стороне профиля. Среднеарифметическое значение среднего диаметра, измеренное по левой и правой сторонам профиля, свободно от этих погрешностей.

### 6.11.4. Измерение шага резьбы

Так же как и при измерении среднего диаметра, одну из сторон выбранного на сетке контура профиля совместить с соответствующей стороной теневого профиля резьбы, нажать кнопку УСТ. 0. В устройстве цифрового отсчетного продольного перемещения стола. Затем переместить стол фотоэлектрическими преобразователями в продольном направлении на один или несколько шагов, смотря по тому, нужно ли измерять отдельный шаг или узнать его среднюю величину, и снять отсчет, который равен величине шага или сумме шагов. Для исклю-

чения погрешности от перекося оси резьбы относительно направления движения стола измерение производить так: правым и левым сторонам профиля и брать среднее арифметическое. Наводку и отсчет повторять не менее трех раз.

### 6.12. Измерение радиусов закруглений с помощью головки окулярной с дугами разной кривизны

Измерение радиусов дуг с помощью головки производят методом сравнения с эталонными профилями сетки.

Видимое в поле зрения (рис. 25) изображение контура профиля радиусного закругления изделия (а) совместить подходящей по величине дугой радиуса на сетке и прочесть величину радиуса дуги.

### 6.13. Работа с контактным приспособлением

#### 6.13.1. Общие положения

Перед измерением контактным приспособлением установить нулевое показание шкалы лимба окулярной угломерной головки, параллельность плоскости качения измерительного наконечника относительно продольного перемещения координатного стола поворотом от руки контактного приспособления вокруг оси объектива.

При этом в поле зрения окуляра должна быть видна картина, изображенная на рис. 166, т. е. при вертикальном положении измерительного наконечника изображения двойных штрихов сетки приспособления должны точно перекрывать вертикальную линию перекрестия штриховой сетки угломерной головки. В таком положении закрепить контактное приспособление.

При измерении необходимо пользоваться объективом с увеличением 3х.

#### 6.13.2. Измерение контактным приспособлением

Проверяемое кольцо закрепить на столе микроскопа. Наконечник 59 (рис. 8), введенный в кольцо, под действием пружины прижимается к поверхности отверстия.

действуя фотоэлектрическим преобразователем продольного перемещения стола, добиться положения, при котором вертикальная линия перекрестия штриховой сетки окулярной угломерной головки будет находиться строго между двойными линиями сетки приспособления. Медленно перемещая стол микроскопа в ту и другую стороны в поперечном направлении, следя за взаимным расположением двойных штрихов и вертикальной линии перекрестия штриховой сетки, определить положение стола, при котором точка касания измерительного наконечника с поверхностью отверстия займет крайнее положение (рис. 16а).

При перемещении стола в поперечном направлении измерительный наконечник, контактируя с поверхностью отверстия, будет отклоняться влево, затем при переходе через ось вращения остановится на месте и при дальнейшем перемещении будет отклоняться в обратном направлении.

В поле зрения микроскопа двойные штрихи в точности совпадут характер движения измерительного наконечника, поэтому необходимо остановить вращение фотоэлектрического преобразователя в тот момент, когда отклоняющиеся двойные штрихи остановятся. После этого вращением фотоэлектрического преобразователя продольного перемещения стола выставить двойные штрихи в положение, при котором вертикальная линия перекрестия штриховой сетки окулярной угломерной головки будет находиться строго между ними (рис. 16б). Нажать кнопку УСТ. 0 устройства цифрового отсчета. Затем, действуя поворотом кольца 51 (рис. 8), изменить направление действия пружины и перемещать стол микроскопа в обратном направлении до тех пор, пока наконечник рычажка коснется внутренней поверхности кольца с другой стороны (рис. 16а).

Добившись совмещения штриховой линии сетки микроскопа с двойными штрихами приспособления, снять отсчет со шкалы цифрового отсчетного. Отсчет плюс диаметр наконечника есть величина диаметра кольца.

Рекомендуется периодически определять действительный диаметр наконечника с точностью до 0,0005 мм.

Упомянутое приспособление может быть использовано также для измерения ширины пазов деталей и для наружных измерений. При измерении размеров изделия прямоугольной формы необходимо добиться такого его положения на столе микроскопа, чтобы при перемещении стола в поперечном на-

правления вертикальная линия перекрестия штриховой окулярной угломерной головки находилась между двумя штрихами сетки приспособления. Это означает, что выбранное изделие установлено в такое положение, когда измерение проходит перпендикулярно одной из измеряемых поверхностей.

В остальном измерение наружных (внутренних) размеров изделия аналогично приведенному выше измерению диаметра кольца.

Пределы измерения приспособления при установке на микроскопе составляют 5—95 мм.

Измерение размеров в третьей координате имеет ограниченное применение, используется лишь в качестве вспомогательного при работе с контактным приспособлением оптическим методом. Например, при измерении конических головок, которые устанавливаются на столе так, чтобы больший диаметр был обращен вверх. Измеряют два диаметра втулочных сечений, отстоящих одно от другого на расстояние  $L$ . Длина  $L$  определяется индикатором и концевой мерой. Для измерения отверстия с наконечником диаметром 8 мм более 28 мм.

## 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

По окончании работ для сохранности прибора необходимо освободить прибор от дополнительных приспособлений. Все приспособления промыть бензином, протереть шлифовальные поверхности, смазать чистым вазелином, проверить бесключевость и безводность, и уложить в укладочный ящик.

Все шлифованные металлические поверхности протереть бензином, протереть мягкой льняной салфеткой, смазать вазелином.

Объективы, окуляры, счетный микроскоп протереть сухой (сухой или смоченной в гидролизном ректифицированном спирте).

Установить микрометрические винты фотоэлектрических преобразователей в положения, соответствующие крайнему (ближнему) к измерителю положению стола для поперечного фотоэлектрического преобразователя и правому крайнему положению стола для продольного фотоэлектрического преобразователя.

Установить тубус микроскопа в нижнее положение.

Для предохранения от пыли прибор закрыть чехлом.

В процессе эксплуатации прибора необходимо: выбирать микроскоп от пыли мягкими чистыми салфетками; чистить оптические детали микроскопа ватой, смоченной спиртом.

Остерегаться микроскоп от резких толчков и грубых ударов, соблюдение указанных выше правил обеспечить надлежащую точность измерений и сохранность микроскопа.

Проверку технического состояния микроскопа с целью определения его пригодности к работе следует проводить в соответствии с ГОСТ 8.003—83.

## 8. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень характерных неисправностей и способы их устранения приведены в табл. 8.

Таблица 8

Сущность неисправности	Метод устранения
Несовпадение нулевой установочной линии и штриховой линии на поле зрения окулярной угломерной головки микроскопа с нулевой линией продольного движкообразователя стола	Ослабить потайной винт в шпонке окулярной угломерной головки. Разворотом головки за счет вращения упорного винта 48 (рис. 7) совместить штриховую линию сетки с направлением продольного движения координатного стола
Не работают осветители	Проверить исправность ламп и вставок плавающих. При необходимости заменить
При измерении шпонки УСТ 0 цифровым табло устройства не происходит индикации значения на дисплее, но при вращении наконечника фотоэлектрического преобразователя устройство цифрового счетчика не производит счета	1. Проверить надежность соединения жгута с устройством цифровым счетным и фотоэлектрическим преобразователем. При необходимости произвести более качественное соединение 2. Проверить функционирование устройства цифрового счетного с другим фотоэлектрическим преобразователем и жгутом, входящим в состав изделия

Примечания: 1. Указанные неисправности не являются основанием для списания прибора.  
2. Новые лампы лампы КГМ 12-40-042 в осветителе произвести центровку полей до заполнения свободного торца световода.

В случае износа центров и выхода из строя потребитель может реставрировать центра или изготовить их вновь (рис. 26).

При этом необходимо соблюдение следующих технических требований:

1. Материал: сталь 9ХВГ ГОСТ 5950—73.
2. Твердость HRC 60—64.

#### 9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Упакованный прибор транспортируется всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах при температуре не выше 50 °С и не ниже минус 50 °С и относительной влажности не более 80%.

Приборы хранятся в отапливаемых и вентилируемых складах, хранилищах с кондиционированием воздуха. Температура воздуха в хранилищах (5—40) °С, относительная влажность не более 80%.

В помещении не должно быть паров кислот, щелочей и других веществ, вызывающих повреждение приборов.

#### 10. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Микроскоп инструментальный ЦММ 100x504 заводского номера 1499 соответствует техническим условиям, является годным для эксплуатации и упакован в соответствии с установленными требованиями.

Микроскоп подвергнут консервации по ГОСТ 9.014—

Срок консервации три года.

Дата выпуска и консервации 8.10.1987

Изделие принял Цез



#### 11. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Конструкция микроскопа обеспечивает длительный срок эксплуатации при условии соблюдения правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

Гарантийный срок устанавливается двадцать четыре месяца.

Начал гарантийного срока исчисляется со дня ввода микроскопа в эксплуатацию, но не позднее шести месяцев хранения на складах и нахождения в пути со дня отгрузки со складского предприятия изготовителя.

Изготовитель в течение гарантийного срока обязуется безвозмездно устранять дефекты или заменять вышедшие из строя отдельные сборочные единицы или микроскоп, если не докажет устранения дефектов или замены сборочных единиц или микроскопа возникла не по вине заказчика.