



ЛЕНИНГРАДСКОЕ
ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
ИМ. В.И. ЛЕНИНА

ОПТИМЕТР ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ

ИКГ- 3

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение	.	.	.	.	.	.	3
II. Основные данные	.	.	.	.	.	.	3
III. Принцип действия и оптическая схема прибора	.	.	.	.	.	.	3
IV. Конструкция	.	.	.	.	.	.	6
V. Распаковка и установка прибора	.	.	.	.	.	.	10
VI. Методика работы	.	.	.	.	.	.	10
VII. Уход и хранение	.	.	.	.	.	.	14
VIII. Каталог запасных частей	.	.	.	.	.	.	15

I. НАЗНАЧЕНИЕ

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ОПТИМЕТР ИКГ-3 предназначен для контактных измерений наружных и внутренних линейных размеров изделий методом сравнения с концевыми мерами 4 и 5-го разрядов (1 и 2-го классов), калибрами или деталями-образцами. В частности, на приборе можно производить измерения концевых плоскопараллельных мер длины, калибров, диаметров шариков, внутренних диаметров изделий и т. д.

Оптиметр нормально работает в помещении с температурой воздуха $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажностью не более 80%.

II. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Пределы измерения длин:

наружных 0—500 мм

внутренних:

с помощью приспособления с дугами:

длин 13,5—400 мм

диаметров 13,5—150 мм

с помощью электроконтактной головки . 1—13,5 мм

Пределы измерения по шкале $\pm 0,1$ мм

Цена наименьшего деления шкалы 0,001 мм

Наибольшая масса измеряемого изделия . 10 кг

Погрешность показаний измерительного устройства на любом участке шкалы:

от 0 до $\pm 0,06$ мм $\pm 0,0002$ мм

свыше $\pm 0,06$ мм $\pm 0,0003$ мм

Предел допускаемой основной погрешности при измерении:

плоскопараллельных концевых мер . $\pm (0,4 + 5 \cdot 10^{-3} \cdot L)$ мкм

внутренних размеров стальных изделий . $\pm (1 + 5 \cdot 10^{-3} \cdot L)$ мкм,

где L — измеряемая длина в миллиметрах.

Габаритные размеры прибора . 1150X460X520 мм

Масса 100 кг

III. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИБОРА

Принцип действия оптиметра основан на сочетании работы автоколлиматора и качающегося зеркала, которое служит для получения автоколлимационного изображения, связано с измерительным стержнем и при его перемещении отклоняется на соответствующий угол. Наблюдаемое в поле зрения автоколлимационное изображение шкалы расположено в фокальной плоскости

объектива и перемещается относительно неподвижного индекса пропорционально перемещению измерительного стержня.

Оптическая схема трубки оптиметра показана на рис. 1. В нее входят: зеркало 1, объектив 2, призма 3 полного внутреннего отражения, сетка 4 и окуляр 5. Осветительную систему составляют зеркало 6 в оправе и призма 7, установленная в рамке окуляра.

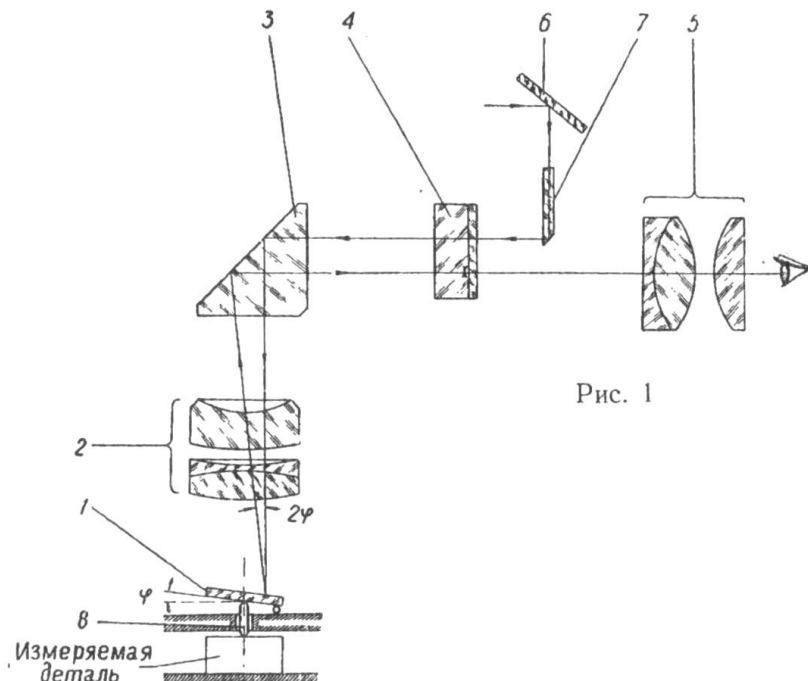


Рис. 1

Сетка 4 представляет собой стеклянную плоскопараллельную пластинку со шкалой и удлинненным штриховым индексом, причем деления шкалы нанесены на одной половине пластинки, а индекс — на другой. Шкала со стороны окуляра закрыта призмой так, что через окуляр можно видеть только индекс и изображение шкалы, отраженное от зеркала 1.

Лучи света, отражаясь от зеркала 6, через призму 7 освещают шкалу; пройдя призму 3 и объектив 2, они параллельным пучком падают на зеркало 1, отражаются от него и возвращаются в объектив 2, снова проходят призму 3, сетку 4 и попадают в окуляр 5.

При осевом перемещении измерительного штифта 8 трубки оптиметра зеркало 1 будет отклоняться на некоторый угол φ , вследствие чего изображение шкалы в поле зрения окуляра будет перемещаться относительно неподвижного индекса.

При установке окуляра по глазу наблюдателя видно одновременно изображение шкалы и индекса.

Между величиной перемещения измерительного штифта и величиной перемещения изображения шкалы существует следующая зависимость: перемещение штифта на величину h (рис.2) вызывает наклон зеркала на угол φ , величина которого определяется из отношения

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{b},$$

где b — длина плеча, равная расстоянию от оси вращения зеркала O до точки касания штифта A .

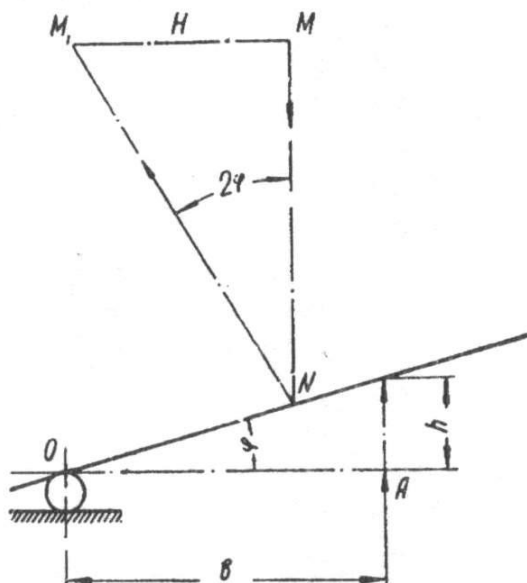


Рис. 2

Луч MN при отражении от зеркала отклонится на угол 2φ и точка M вследствие этого переместится в точку M_1 .

Из треугольника MNM_1 имеем:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{H}{MN},$$

где H — величина перемещения изображения шкалы;

MN — фокусное расстояние объектива.

Так как углы φ и 2φ малы, то значения $\operatorname{tg} \varphi$ и $\operatorname{tg} 2\varphi$ можно заменить значениями этих углов. После простых преобразований получим искомую величину передаточного отношения

$$\frac{H}{h} = 2 \frac{MN}{b}.$$

На рис. 3 показаны шкала и удлинненный штриховой индекс, видимые в поле зрения трубки оптиметра. Шкала имеет по 100 делений с каждой стороны от нуля, расположенных симметрично.

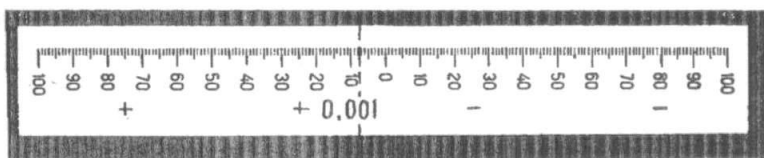


Рис. 3

Механические и оптические соотношения всей системы оптиметра подобраны таким образом, что видимое в окуляр смещение изображения шкалы на одно деление соответствует осевому перемещению измерительного штифта на $0,001 \text{ мм}$.

IV. КОНСТРУКЦИЯ

Оптиметр состоит из основания, пинольной и измерительной бабок, предметного стола и комплекта приспособлений.

Основанием прибора служит литая станина 9 (рис. 4) с ребрами жесткости. Сверху на основании расположены плоские направляющие для установки и перемещения по ним пинольной бабки 10 и измерительной бабки 11 с трубкой оптиметра. В средней части основания помещается предметный стол 12.

Станина устанавливается на три опоры с регулировочными винтами 13, которые позволяют выверить ее горизонтально по круглому уровню 14.

Пинольная бабка 10, расположенная слева от предметного стола, перемещается по направляющим с помощью маховика 15 и в требуемом положении крепится зажимным винтом 16. В верхней части бабки, по линии измерения прибора, помещена пиноль 17, представляющая собой трубку, внутри которой перемещается точно пригнанный стержень. Левый торец стержня упирается в микрометрический винт 18, с помощью которого можно плавно перемещать стержень вдоль оси. Стержень закрепляется в требуемом положении винтом 19.

На правом конце стержня укреплен измерительный штифт, на котором крепится сменный измерительный наконечник 20 (рис. 5). Штифт посредством шарнира может наклоняться на небольшой угол, наклон штифта производится с помощью двух регулировочных винтов 21.

Измерительная бабка 11, расположенная, справа от предметного стола, перемещается по направляющим маховиком 22 и в требуемом положении крепится зажимным винтом 23. В верхней части бабки с помощью зажимного винта закрепляется трубка оптиметра 24.

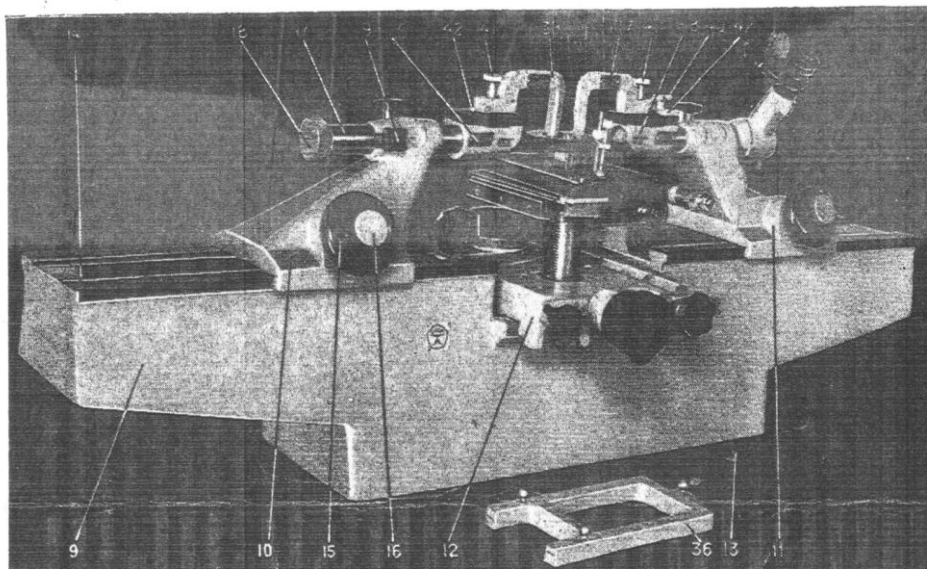


Рис. 4

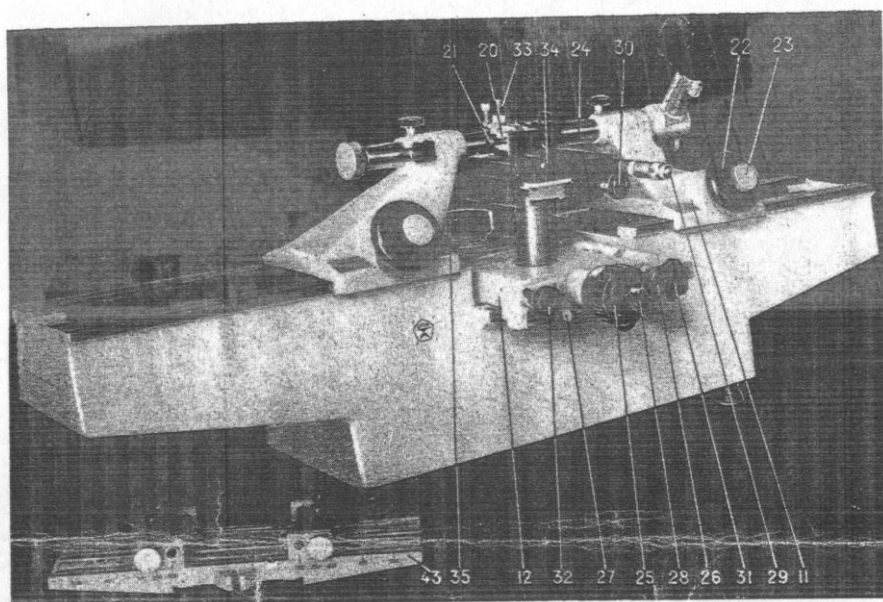


Рис. 5

В передней части трубки оптиметра установлено зеркало, опирающееся нижней плоскостью оправы на три шарика: два из них неподвижны и образуют ось качания зеркала, третий шарик закреплен на верхнем конце измерительного штифта, который может перемещаться вдоль своей оси. Двумя пружинами зеркало притягивается к шарикам, поэтому когда измерительный штифт перемещается вдоль оси, зеркало, следуя за ним, поворачивается на некоторый угол. Натяжение пружин создает измерительное усилие на изделие.

Предметный стол 12 предназначен для установки и крепления измеряемых изделий и различных приспособлений. Механизмы стола обеспечивают следующие движения:

вертикальное — для установки изделия по различным его сечениям на линию измерения в вертикальной плоскости; подъем и опускание стола производят маховиком 25, закрепляют стол в требуемом положении винтом 26; подъем стола может быть ограничен упорами, устанавливаемыми и закрепляемыми винтами 27 и 28; установку упоров производят поочередно: сначала устанавливают нижний упор с помощью винта 27, а затем - верхний упор с помощью винта 28;

горизонтальное — для установки изделия на линию измерения в горизонтальной плоскости; грубое перемещение стола производят от руки при открепленном стопорном устройстве, находящемся на конце микрометрического винта 29, точное — с помощью этого же микрометрического винта при закрепленном стопорном устройстве;

поворот вокруг вертикальной оси — для выверки изделия по линии измерения в горизонтальной плоскости поворот производят маховичком 30;

качание вокруг горизонтальной оси — для совмещения оси изделия с линией измерения в вертикальной плоскости; качание производят с помощью маховика 31 при открепленном маховичке 32, в требуемом положении стол закрепляют с помощью этого же маховичка.

На верхней площадке стола имеются два Т-образных паза для установки прижимов 33, закрепляющих измеряемое изделие. На столе укреплен фиксатор для установки «плавающей» площадки стола в среднее положение. Включение фиксатора производится поворотом рукоятки 34.

При работе с оптиметром можно использовать различные дополнительные устройства (колонку с гайкой и электроконтактной головкой ГК-3, приспособление для контроля резьбовых колец ИП-9, приспособления ПП-2, ПП-3 * и др.). В основании стола предусмотрено отверстие для установки колонки с гайкой; колонка закрепляется винтом 35.

В комплекте прибора имеется наклонный столик 36 (рис. 4), устанавливаемый на предметный стол и позволяющий использовать специальные приспособления (вертикальные, центра ПП-2, горизонтальные центра ПП-3, электроконтактную головку ГК-3 и др.).

Электроконтактная головка ГК-3 предназначена для измерения диаметров отверстий калибров от 1 до 13,5 мм с точностью до $\pm 0,002$ мм.

Приспособление ИП-9 предназначается для измерения среднего диаметра внутренней резьбы. С помощью приспособления можно измерять диаметры резьбы от 17 до 50 мм.

Приспособление ИП-8 служит для измерения внутренних размеров деталей с гладкими поверхностями и состоит из двух держателей 37, измерительных дуг 38, 39 и арретира 40. В комплект приспособления входят две пары измерительных дуг: одна — меньшего размера — для измерения внутренних диаметров от 13,5 до 26,5 мм, вторая — большего размера — для измерения внутренних диаметров от 26,5 мм и выше. Измерительные дуги устанавливают на штифты держателей маркировкой к наблюдателю и закрепляют держатели винтами 41. Держатель без арретира надевают на пиноль 17 до упора, держатель с арретиром — на трубку оптиметра до упора и закрепляют винтами 42. При нажатии на арретир 40 верхняя часть держателя 37, к которой прикреплен дуга 38 с измерительным шариком, получает возвратно-поступательное движение.

* Поставляются по особому заказу.

V. РАСПАКОВКА И УСТАНОВКА ПРИБОРА

Прибор транспортируется в укладочном ящике. Распаковку и установку прибора нужно производить в следующем порядке:

поставить укладочный ящик, вывернуть шурупы и снять крышку;

вывернуть шурупы из колодок, крепящих основание прибора, снять колодки и вынуть прибор;

установить прибор на стол и освободить металлические части от бумаги;

вывернуть два винта, крепящих окрашенную в красный цвет транспортировочную скобу, и снять ее;

очистить неокрашенные части прибора от смазки;

вывернуть шурупы из планок, крепящих ящик с запасными частями, снять планки и вынуть ящик;

убрать в укладочный ящик транспортировочные детали (скобу, винты и деревянные колодки) и хранить их на случай дальнейшей транспортировки.

VI. МЕТОДИКА РАБОТЫ

Подготовка к работе

Прибор должен работать в сухом чистом помещении при отсутствии тряски и вибраций. При измерениях необходимо соблюдать строгий температурный режим. Отклонения температуры от нормальной (20°C) не должны превышать $\pm 2^{\circ}\text{C}$, а при особо точных измерениях $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Только при выполнении указанных температурных условий погрешности измерения на оптиметре не будут превышать допустимых значений.

При работе прибора в условиях тропического климата в помещении должно быть обеспечено кондиционирование воздуха.

Для выравнивания температуры измеряемых изделий и температуры прибора рекомендуется выдерживать изделия на приборе. Время выравнивания температуры зависит от измеряемого изделия; для плоскопараллельных концевых мер длины оно регламентируется специальной инструкцией. Полностью уравнять температуру невозможно, поэтому при особо точных измерениях следует определить действительную разность температур и вводить соответствующую поправку.

Перед работой на приборе необходимо выверить прибор по горизонту с помощью круглого уровня 14 и установочных винтов 13.

Установка и регулировка наконечников

При измерении на штифты пиноли и трубки оптиметра надевают соответствующие наконечники. В каждом случае выбирают такие наконечники, чтобы контакт между изделием и наконечником приближался к точке или линии. Поэтому при измерении изделий с плоскими поверхностями следует пользоваться сферическими наконечниками, а при измерении изделий с

цилиндрическими поверхностями — ножевидными или плоскими наконечниками. В случае применения плоских или ножевидных наконечников измерительные поверхности должны быть установлены параллельно друг другу. Для этого после надежного закрепления наконечников на измерительных штифтах сдвигают пинольную и измерительную бабки так, чтобы между наконечниками можно было установить концевую меру от Г до 2 мм, и закрепляют бабки. После появления в поле зрения окуляра изображения шкалы с помощью микрометрического винта пинколи устанавливают отсчет по шкале приблизительно на деление «0». Наблюдая в окуляр, следует отверткой поочередно поворачивать регулировочные винты 21 (рис. 5) до тех пор, пока не получится наименьший отсчет по шкале. На этом установку плоских наконечников можно считать законченной.

В случае применения двух сферических наконечников установку их производят аналогично, с той лишь разницей, что при вращении установочных винтов пинколи регулировку следует прекратить, когда по шкале получится наибольший отсчет.

Измерение наружных размеров методом сравнения с концевыми мерами

При измерении методом сравнения пользуются только шкалой трубки оптиметра. Исходную меру устанавливают на стол и выверяют по линии измерения.

После регулировки наконечников приступают к установке изображения шкалы трубки оптиметра в нулевое положение по концевым мерам. Концевую меру или блок концевых мер (в зависимости от измеряемого номинального размера) помещают либо непосредственно на стол прибора, либо на прилагаемую к нему плитку и закрепляют прижимом; при этом следует обратить внимание на то, чтобы верхняя («плавающая») часть стола занимала среднее положение.

Для измерения концевых мер большого размера в комплект прибора введено специальное приспособление 43 (рис. 5), которое устанавливается и закрепляется на столе прибора. Концевые меры большого размера устанавливаются в этом приспособлении в точках Эри, отмеченных рисками для соответствующего размера.

Бабки с трубкой оптиметра и пинолью перемещают вдоль станины на такое расстояние, чтобы концевая мера свободно поместилась между наконечниками. Оставив бабки незакрепленными, при помощи механизмов стола вводят концевую меру на линию измерения. Освободив винт 26, поворотом маховика 25 поднимают стол на требуемый уровень и закрепляют его; затем с помощью микрометрического винта 29 перемещают верхнюю часть стола так, чтобы середина плитки стала против наконечников. После этого перемещают бабку с

пинолью до соприкосновения наконечника пиноли с измерительной плоскостью плитки и закрепляют зажимным винтом; затем перемещают бабку с трубкой оптиметра до соприкосновения наконечника с плиткой и закрепляют зажимным винтом.

С помощью микрометрического винта 18 (рис. 4) устанавливают изображение шкалы приблизительно на деление «0» и закрепляют винт 19, который во время подачи микрометрического винта должен быть отпущен.

Концевую меру устанавливают на линию измерения прибора. Для этого стол с концевой мерой при помощи маховика 31 (рис. 5) при открепленном маховичке 32 поворачивают до тех пор, пока в окуляре не будет наблюдаться наименьший отсчет по шкале, и в этом положении маховик 31 закрепляют. Затем маховичком 30 поворачивают стол и также находят наименьший отсчет по шкале.

Положение концевой меры считается правильным, если при качании и повороте стола получается один и тот же отсчет в пределах 0,2 *мкм*. При таком положении концевой меры вращением микрометрического винта 18 (рис. 4) при открепленном винте 19 изображение шкалы устанавливают на деление «0» и закрепляют винт 19. Если при этом будет наблюдаться небольшое смещение изображения шкалы (что неизбежно вследствие большой чувствительности прибора), его устраняют тем же микрометрическим винтом до тех пор, пока оно не будет постоянным в пределах 0,2 *мкм*. В правильности установки на деление «0» следует убедиться трехкратным арретированием.

После соответствующей температурной выдержки и записи отсчета концевую меру снимают и на стол устанавливают измеряемое изделие. Если оно имеет форму плитки, то для нахождения наименьшего отсчета по шкале производят те же действия со столом, что и с концевой мерой. Полученный отсчет будет представлять собой разность размеров измеряемого изделия и концевой меры.

Следует помнить, что при введении изделия на линию измерения между наконечниками нужно арретиром отвести наконечник трубки оптиметра.

При измерении цилиндрических деталей, например калибров-пробок, ось калибра может быть параллельна плоскости стола (горизонтальна) и перпендикулярна к плоскости стола (вертикальна).

В первом случае, после того как калибр, закрепленный на столе, введен между наконечниками, перемещают стол в вертикальном направлении до получения наибольшего отсчета и закрепляют в этом положении; затем вращают стол маховичком 30 до получения наименьшего отсчета. Эти действия повторяют до тех пор, пока наибольший отсчет при перемещении стола в вертикальном направлении и наименьший отсчет при вращении стола не будет совпадать в пределах 0,2 *мкм*. Полученный отсчет покажет разность размеров измеряемого калибра и концевой меры.

Во втором случае, когда калибр установлен в вертикальном положении, наибольший отсчет получают перемещением стола в направлении к наблюдателю и обратно при помощи микрометрического винта 29, а наименьший — наклоном стола вокруг горизонтальной оси с помощью маховика 31.

*Измерение внутренних размеров методом
сравнения с концевыми мерами*

При измерении внутренних размеров в качестве образцовой меры применяется скоба, составленная из блока концевых мер и специальных боковых, притираемых к блоку с обоих концов, и закрепляемая в специальной державке.

Измерение производят в следующем порядке. На измерительных штифтах трубки оптиметра и пиноли закрепляют плоские наконечники с зеленым ободком и устанавливают их параллельно друг другу. На трубку оптиметра и пиноль надевают до упора и закрепляют винтами соответствующие держатели вместе с установленными на них дугами. Кронштейны сдвигают так, чтобы выступ дуги держателя пиноли вошел в паз дуги держателя трубки оптиметра; если при этом обнаружится перекос, надо освободить зажимные винты 42 (рис. 4) и повернуть держатели так, чтобы выступ и паз совместились, а дуги заняли вертикальное положение; изображение шкалы трубки оптиметра должно находиться в это время с правой стороны поля зрения окуляра.

На стол устанавливают образцовую скобу и закрепляют прижимом; перемещением стола вводят скобу на линию наконечников дуг так, чтобы концы их находились между боковыми скобы, почти касаясь их, а «плавающая» часть стола — в среднем положении. Затем кронштейны раздвигают и закрепляют в положении, когда наконечники коснутся боковых, а изображение шкалы переместится в левую сторону поля зрения окуляра. Микрометрическим винтом 18 устанавливают изображение шкалы на деление «0» и закрепляют винт 19.

Для точной установки образцовой скобы поворотом стола вокруг вертикальной оси находят наименьший отсчет по шкале, а затем наименьший отсчет при качании стола вокруг горизонтальной оси. Когда наименьший отсчет по шкале будет одинаковым в обоих случаях в пределах 0,5 мкм, вращением микрометрического винта устанавливают шкалу на деление «0»; трехкратным арретированием проверяют постоянство установки в пределах 0,5 мкм, после чего пиноль окончательно закрепляют винтом 19.

С помощью арретира 40 отводят наконечник трубки оптиметра, опускают стол и на место образцовой скобы помещают измеряемое изделие.

После ввода изделия на линию измерения производят те же действия, что и при установке образцовой скобы. Наименьший отсчет по шкале покажет разность размеров измеряемого изделия и образцовой скобы.

Измерение внутреннего диаметра кольца производят в следующем порядке: после того как кольцо закреплено на столе, его поднимают, с помощью арретира 4с? отводят дугу трубки оптиметра влево и концы обеих дуг вводят внутрь кольца; затем арретир отпускают, при этом измерительные наконечники приходят в контакт с внутренней поверхностью кольца. Затем перемещают стол в направлении к наблюдателю и обратно до тех пор, пока в окуляре не будет наблюдаться наибольший отсчет по шкале. Качанием стола вокруг горизонтальной оси находят наименьший отсчет по шкале. Повторяя эти действия, добиваются совпадения наибольшего и наименьшего отсчетов в пределах 0,5 *мкм*. Арретируя несколько раз, следует убедиться в постоянстве показаний по шкале в пределах 0,5 *мкм*. Отсчет показывает разность между размерами измеряемого кольца и образцовой скобы.

VII. УХОД И ХРАНЕНИЕ

Распаковывать и хранить прибор следует в сухом отапливаемом помещении, свободном от паров кислот и щелочей. В помещении должны поддерживаться температура $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ и относительная влажность не более 80%.

При длительном хранении неокрашенные части должны быть смазаны антикоррозийной смазкой.

Прибор должен содержаться в чистоте. Особенно нужно следить за тем, чтобы направляющие станины не подвергались коррозии. Для этого их периодически протирают салфеткой, слегка смоченной чистым бензином; затем, вытерев насухо, наносят слой бескислотной смазки так, чтобы на поверхности осталась тонкая жировая пленка.

Чистку наружных оптических деталей прибора от пыли производят 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.

Установка на прибор вспомогательных приспособлений должна производиться аккуратно с соблюдением всех предосторожностей. Принадлежности должны храниться в ящиках.

VIII. КАТАЛОГ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

№ пп	Наименование	Обозначение по чертежу
1	Зеркало осветительное	Ю-44.47.012
2	Наконечник измерительный НГП-8 кл. 1 ГОСТ 11007—66	Ю-28.23.331 Сп
3	Наконечник измерительный НГС-20а кл. 1 ГОСТ 11007—66	Ю-28.23.334 Сп

