



ЛИНЕЙКА ОПТИЧЕСКАЯ
ОЛ-1600
Паспорт

ОГЛАВЛЕНИЕ

Назначение прибора	3
Технические характеристики	3
Состав прибора и комплект поставки	5
Устройство и принцип работы	5
Маркирование и пломбирование	11
Тара и упаковка	11
Указание мер безопасности	11
Подготовка прибора к работе	13
Порядок работы	14
Методика поверки оптических линеек ОЛ-1600	16
Характерные неисправности и методы их устранения	16
Техническое обслуживание и правила хранения	18
Примеры применения	
а) Измерение отклонений от прямолинейности	18
б) Измерение отклонений от плоскостности	22
Свидетельство о приемке	25
Свидетельство о консервации и упаковке	25
Гарантийные обязательства	25

1. Назначение прибора

Оптическая линейка ОЛ-1600 предназначена для определения отклонений от прямолинейности и плоскостности рабочих поверхностей поверочных линеек типа ШП и ШМ длиной 400 мм класса точности I и 2, линеек типа ШП, ШД, ШМ длиной от 630 до 1600 мм всех классов точности и размеров, поверочных и разметочных плит всех классов точности и размеров; плоских поверхностей длиной от 200 до 400 мм III степени точности и грубее длиной от 1000 до 1600 мм любой точности, а также образующих валов длиной от 200 до 1600 мм с I по X степени точности. Поверхности длиной свыше 1600 мм поверяются шаговым методом.

Прибор изготовлен в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80%.

Электрическое питание осуществляется через блок питания от однофазного напряжения (220 ± 22) В переменного тока и частоты $(50 \pm 0,5)$ Гц.

Регистрирующее устройство в приборе используется для наглядного графического изображения профиля контролируемой поверхности в заданном масштабе.

Обозначение прибора: «Линейка оптическая ОЛ-1600 ТУЗ-3.963-77».

2. Технические характеристики

- 2.1. Пределы измеряемых отклонений поверхности от прямолинейности и плоскостности, мм:
- | | |
|----------------------------|-----------|
| а) по отчетному устройству | $\pm 0,4$ |
| б) при регистрации | $\pm 0,1$ |
- 2.2. Длина контролируемого участка поверхности, мм:
- | | |
|------------|------|
| наименьшая | 200 |
| наибольшая | 1600 |
- 2.3. Цена деления шкалы отчетного устройства, мм 0,001
- 2.4. Пределы допускаемой погрешности прибора, мм $\pm (0,001 + 0,01h)$
- где h — измеряемое отклонение в мм
- 2.5. Размах показаний отчетного устройства при многократной установке каретки в одну точку, мкм, не более 0,8
- 2.6. Размах показаний регистрирующего устройства, мкм, не более 1,0

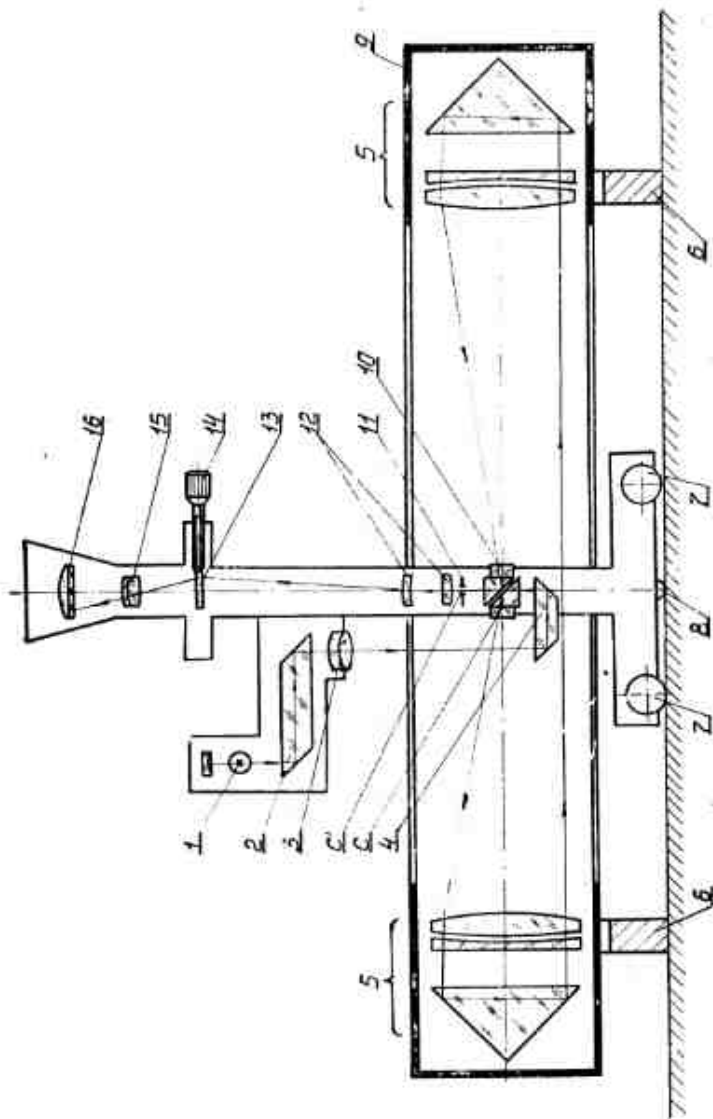


Рис. 1. Принципиальная оптико-механическая схема прибора

1—лампочка накаливания; 2, 3, 4, 10—оптические элементы осветительной системы; 5—зеркально-линзовые объективы; 6—опора корпуса линейки; 7—ролика измерительной каретки; 8—наконечник измерительной каретки; 9—корпус линейки; 11—подставка диафрагма; 12—микрообъектив; 13—сетка биссектора; 14—литцовый микрометр; 15—проекторный окуляр; 16—коллектив экрана; С и С'—соответственно визирный штрих и его изображение.

2.7. Масштабы регистрации:	
вертикальный	500 : 1
горизонтальный	1 : 1
2.8. Габаритные размеры прибора, мм, не более	
длина	2220
ширина	155
высота	370
2.9. Масса прибора, кг, не более	
корпуса прибора	24,5
измерительной каретки	1,4

3. Состав прибора и комплект поставки

3.1. Корпус прибора	1 шт.
3.2. Каретка измерительная	1 шт.
3.3. Доска для записи	1 шт.
3.4. Опора регулируемая	1 шт.
3.5. Опора неподвижная	1 шт.
3.6. Опора регулируемая дополнительная	1 шт.
3.7. Опора неподвижная дополнительная	1 шт.
3.8. Регистрирующее устройство	1 шт.
3.9. Наконечник дополнительный (плоский)	1 шт.
3.10. Блок питания	1 шт.
3.11. Лампа запасная РН8-20	3 шт.
3.12. Кисть белничья	1 шт.
3.13. Домкрат малый	4 шт.
3.14. Домкрат большой	2 шт.
3.15. Салфетка фланелевая 300 × 300 мм	1 шт.
3.16. Винт В1М3-6г × 12.58.046 ГОСТ 17475-80	6 шт.
3.17. Ручки для переноски прибора	2 шт.
3.18. Тара потребительская	2 шт.
3.19. Тара транспортная	2 шт.
3.20. Паспорт	1 экз.

ПРИМЕЧАНИЕ. По требованию заказчика может за дополнительную плату поставляться комплект опор для контроля образующих цилиндров $\varnothing (80 \div 200)$ мм.

4. Устройство и принцип работы

4.1. Принцип действия и схема прибора.

В основу прибора положен принцип, позволяющий измерять отклонение от прямолинейности поверяемой поверхности относительно нематериальной прямой — оптической оси прибора.

Пучок лучей от лампочки 1, пройдя через призму 2, линзу 3, призму 4 и левую половину кубика 10, освещает визирный штрих С. Свет

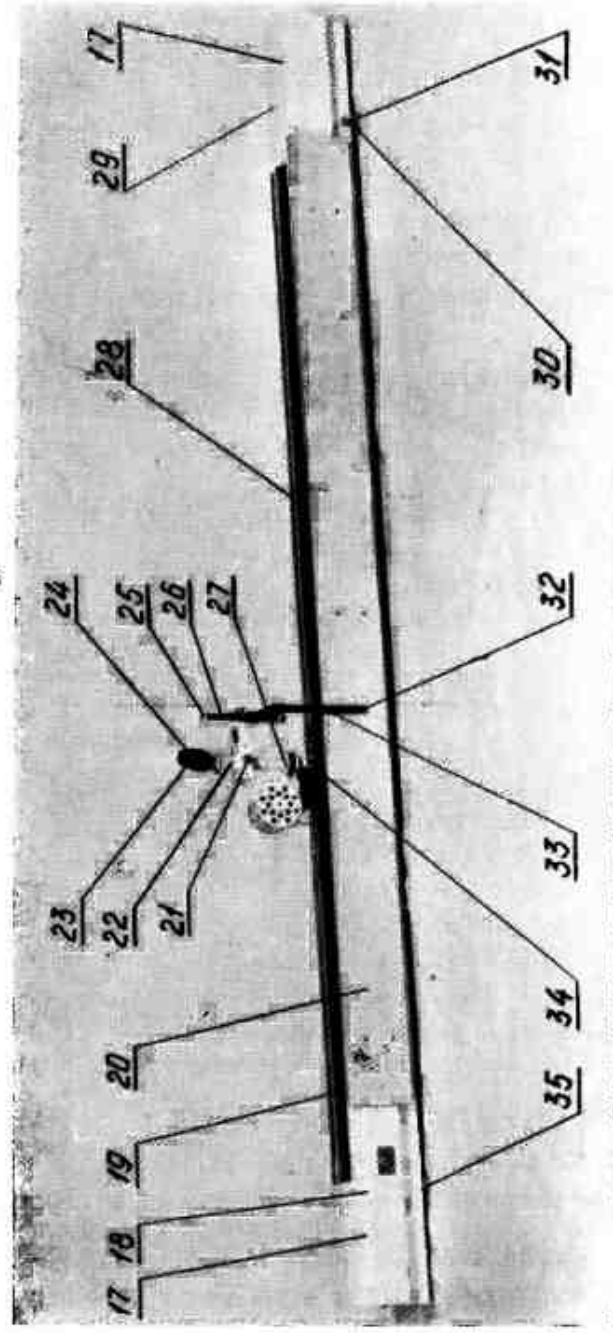


Рис. 2. Общий вид прибора

17—колпачки; 18—корпус прибора; 19—линейная шкала прибора; 20—доска для записи; 21—винт, крепящий регулирующее устройство; 22—проекторный окуляр; 23—экранирующая планка; 24—экран; 25—корпус регулирующего устройства; 26—рейка; 27—винты, крепящие верхнюю часть каретки; 28—плашки; 29—винты, крепящие колпачки; 30—регулируемая опора; 31—винт регулирующей опоры; 32—маркирующее острие; 33—глобальная плоскость; 34—видеоскоп; 35—неподвижная опора.

проходит, как указано стрелками, через зеркально-линзовые объективы 5 и создает изображение визирного штриха C' на полевой диафрагме 11. Микрообъектив 12 переносит увеличенное изображение визирного штриха C в плоскость сетки биссектора 13. Проекционный окуляр 15 проектирует биссектор и визирный штрих C в плоскость экрана, совмещенную с коллективом 16.

Зеркально-линзовые объективы образуют автоколлимационную афокальную систему с увеличением $V = -1$. Указанная система обладает тем свойством, что расстояние вдоль оси системы между предметом C и его изображением C' постоянно и не зависит от положения предмета вдоль оси. При смещении предмета поперек оси вверх его изображение смещается на ту же величину вниз. Благодаря этим свойствам системы изображение C' визирного штриха C при движении измерительной каретки вдоль оси всегда остается резким на экране проекционного окуляра, а смещение наконечника измерительной каретки, возникающее из-за неровностей поверхности, вызывает смещение изображения визирного штриха относительно изображения биссектора. Это смещение измеряют винтовым микрометром 14.

4.2. Описание конструкции.

Основным узлом прибора (рис. 2) является линейка, состоящая из корпуса 18, соединяющего зеркально-линзовые объективы. Линейка служит только носителем оптической (нематериальной) прямой сравнения. Положение оптической прямой сравнения определяется только положением центров объективов.

Два одинаковых зеркально-линзовых объектива, установленные на концах корпуса, состоят (рис. 3) из двухкомпонентной линзовой системы 1 и 90-градусной призмы 2. Ребро прямого угла призмы 2 лежит на оптической оси линзового объектива нормально к плоскости чертежа. Объективы установлены на концах корпуса таким образом, что ребра прямых углов призм между собой параллельны и лежат в плоскости, проходящей через оптическую ось, соединяющую центры линзовых компонентов объективов. Оптические элементы корпуса защищены от повреждения колпачками 17 (рис. 2).

Вдоль корпуса сделан меридиональный паз, в котором перемещается измерительная каретка. Паз ограничен планками 28 (рис. 2). На одной стороне корпуса установлена линейная шкала 19. На этой же стороне корпуса можно установить доску для записи 20 (рис. 2).

Вторым узлом прибора является измерительная каретка 22 (рис. 2), которая с помощью роликов 7 (рис. 1) перемещается по контролируемой поверхности, с последней всегда находится в контакте измерительный наконечник 8, жестко связанный с кареткой.

Измерительная каретка содержит осветительную и наблюдательно-измерительную часть прибора, но с линейкой находится только в оптической, а не в механической связи.

Осветитель (рис. 4) содержит лампу 38 типа РН-8-20. Патрон 44 с лампой 38 устанавливается во фланце 45 и может перемещать-

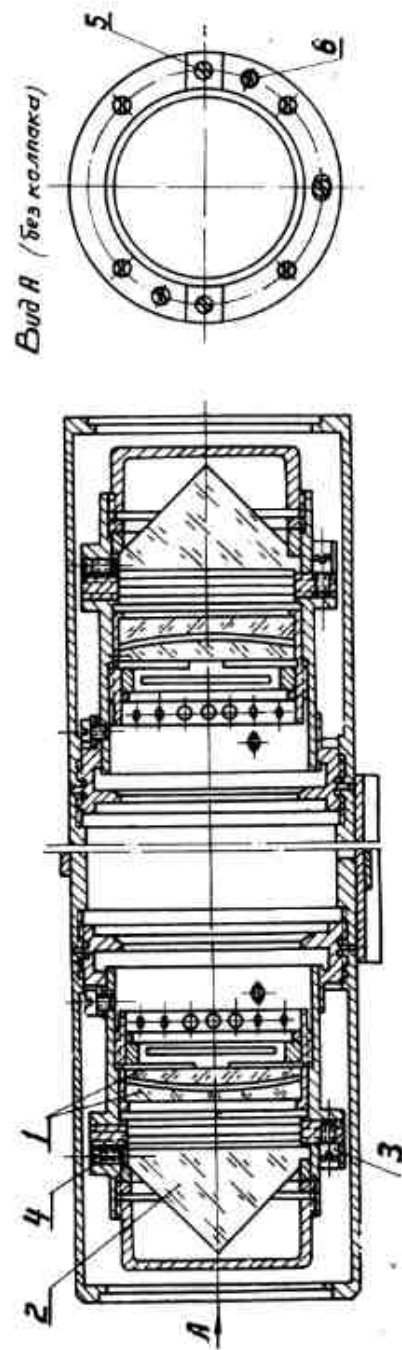


Рис. 3. Зеркально-линзовые объективы

1 — двухкомпонентный объект; 2 — призма; 3, 4, 5 — витривоющие винты призма; 6 — створчатый винт.

ся в нем в осевом направлении и поворачиваться вокруг своей оси, затем фиксироваться в нужном положении винтом 46. Фланец 45 с помощью трех винтов 43 может перемещаться перпендикулярно оси лампы и тем самым устанавливать ее нить в нужное положение на оптическую ось осветительной системы. Для улучшения освещенности прибора в корпусе 37 осветителя устанавливается сферический рефлектор 42 в оправе с внешней резьбой, позволяющей перемещать рефлектор в осевом направлении. В поперечном направлении рефлектор юстируется винтом 39. Положение рефлектора фиксируется кольцом 40 и винтом 41. Осветитель включается в сеть 220 вольт через блок питания 36 (рис. 4).

Осветитель 47 (рис. 5) устанавливается на плате 48, несущей основные элементы осветительной системы. Плата 48 устанавливается на стойке 55, которая является корпусом каретки, несущим ее оптические и измерительные элементы. В нижней части стойки 55 несет коромысло 51, по концам которого на осях смонтированы ролики 52. В центре коромысла устанавливаются сменные наконечники 50 и 53. Сферический корундовый наконечник 53 используется при контроле шлифованных и доведенных поверхностей. Плоский самоустанавливающийся наконечник 50 используется при контроле шабренных поверхностей. В центральной части стойки устанавливаются нижняя осветительная призма 49, центральный призмный кубик и сетка с визирным штрихом 54.

В верхней части каретки устанавливается проекционный микроскоп 58 с винтовым окулярным микрометром. Микроскоп состоит из:

а) микрообъектива, заключенного в трубку и находящегося внутри корпуса каретки 55;

б) винтового микрометра 59, одно деление на барабане которого равно 1 мкм. Рукоятка 60 микровинта несет шестерню 61, которая приводит в движение регистрирующее устройство, устанавливаемое в нужных случаях на винтовом микрометре;

в) проекционного окуляра 62, который устанавливается на крышке винтового микрометра. Наблюдение изображения визирного штриха и биссектора ведется на экране проекционного окуляра. Экранирующая бленда 64 защищает экран 63 от внешнего света и делает возможным наблюдение в светлом помещении. На каретке установлен индекс 56, который совмещается с линейной шкалой 19 линейки (рис. 2).

Для установки линейки на контролируемую поверхность служат опоры (рис. 2). Одна из них неподвижная 35, а вторая регулируемая 30. Опоры обеспечивают трехточечную установку линейки на контролируемой плоскости. Две точки образует неподвижная опора 35, третью точку — регулируемая опора 30. Регулировка опоры производится винтом 31.

Регистрирующее устройство (рис. 2) состоит из корпуса 25, в котором перемещается рейка 26, несущая гибкую полосу 33, снабженную в нижней своей части маркирующим острием 32. Регистрирующее устройство устанавливается и с помощью одного винта 21 жестко фиксируется на корпусе микрометра каретки. При этом рейка регистрирующего устройства сцепляется с шестерней винта микрометра, которым и

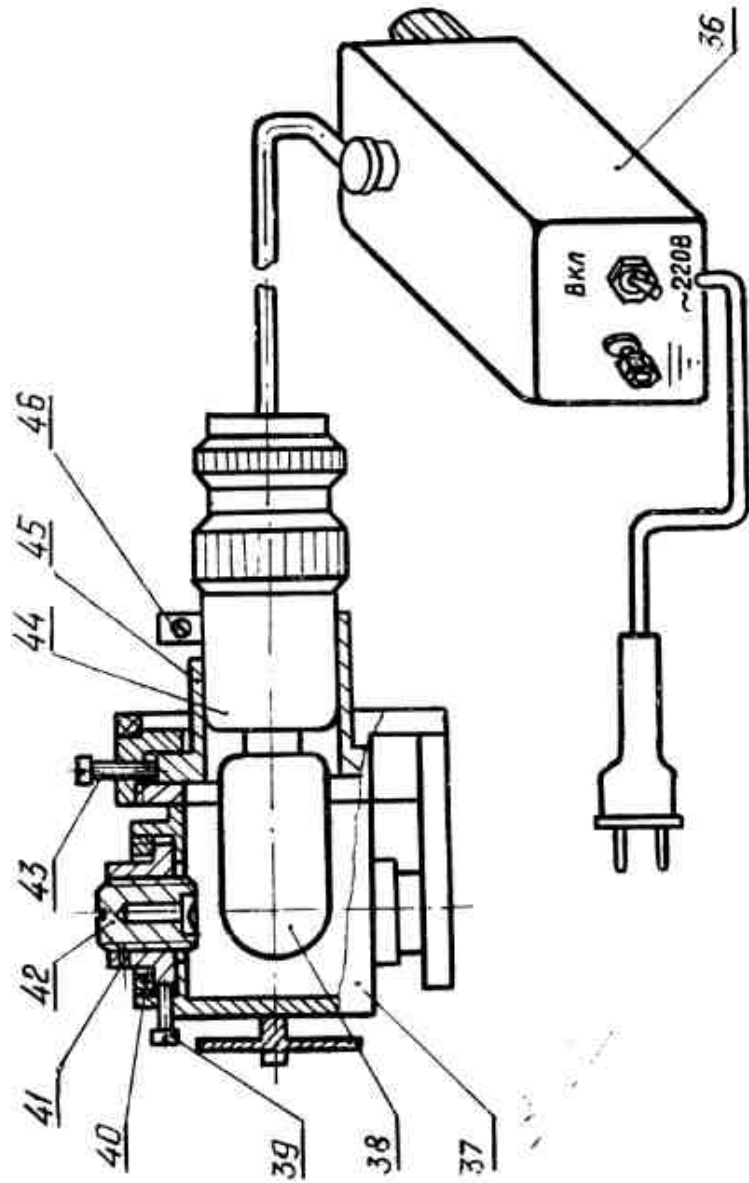


Рис. 4. Осветитель и блок питания

36—блок питания; 37—корпус осветителя; 38—лампа; 39—регулирующий винт рефлектора; 40—кольцо; 41—крепёжный винт рефлектора; 42—рефлектор; 43—регулирующий винт лампы; 44—патрон; 45—фланец; 46—крепёжный винт патрона.

управляется в процессе измерения. На доске для записи 20, устанавливаемой на корпус линейки, крепится миллиметровая бумага.

Следует подчеркнуть, что пределы измерения при использовании регистрирующего устройства заметно меньше, нежели при простом измерении по барабану винтового микрометра.

5. Маркирование и пломбирование

5.1. На измерительной каретке и корпусе прибора награвирован товарный знак, шифр прибора и заводской номер прибора.

На корпусе прибора, аттестованного на высшую категорию качества, нанесено изображение государственного Знака качества по ГОСТ 1.9-67.

5.2. На крышках потребительской тары нанесены черной несмывающейся краской: товарный знак, шифр прибора, заводской номер прибора, количество мест, порядковый номер места.

5.3. Маркировка транспортной тары, выполненная черной краской, содержит шифр прибора, основные, дополнительные, информационные надписи, манипуляционные знаки, имеющие значение «Осторожно, хрупкое», «Верх, не кантовать», «Бойтесь сырости».

5.4. Потребительская тара пломбируется по правилам ГОСТ 19133-73.

6. Тара и упаковка

Все составные части прибора укладываются в специальные гнезда потребительской тары согласно описям вложения и надежно закрепляются.

Для транспортирования потребительская тара упаковывается в транспортную тару, которая внутри выстлана двухслойной упаковочной бумагой. Транспортная тара сверху обивается стальной упаковочной лентой.

ПРИМЕЧАНИЕ. В связи с постоянным совершенствованием нашей продукции может возникнуть некоторое несоответствие между данными изображениями, текстом и фактическим исполнением, не имеющее практического значения.

7. Указание мер безопасности

Оптическая линейка ОЛ-1600 предназначена для работы в помещениях без повышенной электроопасности. Условиями, создающими повышенную опасность, являются:

- сырость или токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные);
- высокая температура (свыше $+30^{\circ}\text{C}$);
- одновременное прикосновение работающего на оптической линейке к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, с одной стороны, и к металлическому корпусу блока питания, с другой стороны;
- относительная влажность более 80%.

Перед включением прибора в сеть заземлить блок питания через клемму заземления.

Замену лампы в осветителе следует проводить только при отключенном питании от сети.

8. Подготовка прибора к работе

8.1. Распаковку прибора, перенесенного из холодного помещения в теплое, проводите через 10—12 часов. Затем приступайте к осмотру; проверке комплектности согласно разделу 3 и расконсервации прибора по ГОСТ 9.014-78.

8.2. При переноске корпуса не беритесь за колпачки 17 (рис. 2), закрывающие зеркально-линзовые объективы.

Когда измерительную каретку вынимаете из ящика или устанавливаете через паз корпуса на контролируемую поверхность, беритесь за окрашенную трубку 58 (рис. 5), расположенную под корпусом микрометра. Вставляйте каретку в паз осторожно, без перекосов, чтобы не повредить оптические элементы каретки.

8.3. Перед работой протрите контролируемую поверхность. Пыль с оптических деталей прибора смахните кисточкой.

8.4. Прибор перед работой выдержите в помещении, где проводите измерения, 10—12 часов. Изменение температуры в помещении в процессе измерения должно быть не более $0,5^{\circ}\text{C}$ в течение часа.

8.5. При установке оптической линейки на поверяемую поверхность располагайте опоры линейки по краям опорных ребер корпуса, так как при таком расположении опор уменьшается влияние внешних факторов.

8.6. При контроле объектов на всей длине 1600 мм и менее путем непосредственного наложения оптической линейки пользуйтесь дополнительными опорами, выполненными в виде подков, в углубления которых входит коромысло с роликами измерительной каретки. Одна регулируемая опора имеет два юстировочных винта, вращение которых позволяет выставить оптическую ось линейки параллельно измеряемой поверхности.

ПРИМЕЧАНИЕ. При работе с дополнительными опорами в левом конечном положении (при переходе на другой ролик) вводить в измерения поправку, которая определяется разностью отсчетов по микрометру, полученных при опоре каретки на левый и на правый ролик.

8.7. Если длина измеряемой поверхности не превышает 800 мм или измеряемая поверхность узкая и не позволяет установить опоры линейки, то пользуйтесь домкратами, входящими в комплект прибора. Четыре малых домкрата предназначены для узких длинных поверхностей. В этом случае домкраты устанавливаются попарно по сторонам измеряемой поверхности. Большие домкраты предназначены для коротких поверхностей и устанавливаются по концам измеряемой поверхности. Предварительно верхние плоскости домкратов должны быть выставлены на одной

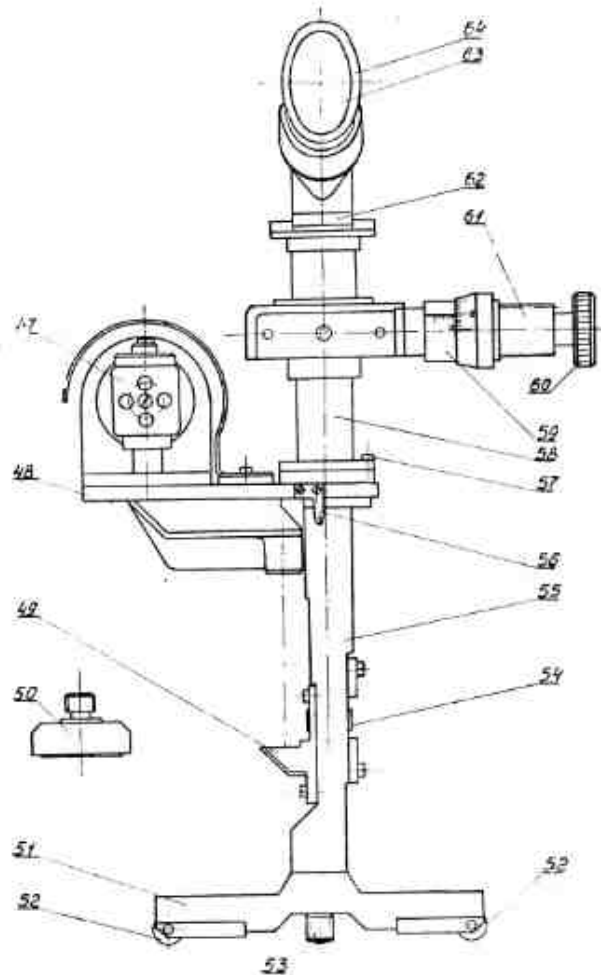


Рис. 5. Измерительная каретка

47—осветитель; 48—плата; 49—нижняя осветительная призма; 50—плоский наконечник; 51—коромысло каретки; 52—ролики; 53—сферический наконечник; 54—призматический кубок с визирным штрихом; 55—стойка; 56—индекс каретки; 57—винт, крепящий верхнюю часть каретки; 58—трубка; 59—микровинт; 60—ручка микровинта; 61—шестерня; 62—проекторный окуляр; 63—экран; 64—экранирующая бленда.

асоте с поверяемой поверхностью с точностью $\pm 0,05$ мм, а затем на их устанавливаются опоры оптической линейки и измерение производится обычным способом.

8.8. Применяйте сферический наконечник при измерении доведенных шлифованных поверхностей.

8.9. Применяйте плоский самоустанавливающийся наконечник при измерении шабренных поверхностей.

9. Порядок работы

9.1. Установите оптическую линейку на опоры на измеряемую поверхность или вне ее на домкраты или специальные опоры.

9.2. Установите на измеряемую поверхность через меридиональный канал корпуса измерительную каретку.

9.3. Включите блок питания в сеть.

9.4. Включите лампу и наблюдайте в поле зрения экрана изображение визирного штриха и биссектора (рис. 6а).

9.5. Установите оптическую ось линейки параллельно измеряемой поверхности следующим образом:

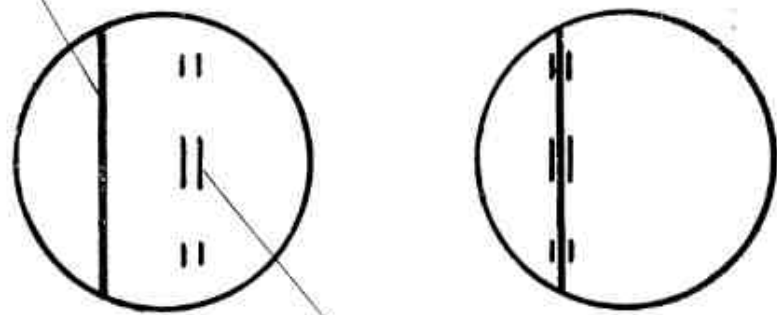
а) переместите измерительную каретку в крайнее левое положение, рекомендуется перемещать каретку на левом ролике, слегка приподняв левый и не касаясь щупом контролируемой поверхности;

б) наведите вращением микровинта 59 (рис. 5) биссектор на изображение визирного штриха;

в) переместите измерительную каретку в правое крайнее положение;

г) наведите изображение визирного штриха на биссектор вращением винта 31 (рис. 2) регулируемой опоры;

Визирный штрих (марка)



Биссектор

Рис. 6. Вид поля зрения

д) переместите снова измерительную каретку в крайнее левое положение и наведите биссектор на визирный штрих вращением микровинта;

е) повторите пп. 9.5в и 9.5г, а затем пп. 9.5а и 9.5б с тем, чтобы при положении измерительной каретки в крайнем левом и крайнем правом положениях изображение визирного штриха было совмещено с биссектором (рис. 6б). Неточность совмещения не должна превышать 0,5 мкм.

ПРИМЕЧАНИЕ. Наводку биссектора на визирный штрих рекомендуется проводить с одной стороны.

9.6. Снимите отсчет (не менее пяти) по микрометру каретки при положении каретки в крайнем левом положении. Вычислите среднее арифметическое из пяти отсчетов (a_0).

9.7. Приступите к измерению отклонений от прямолинейности поверяемой поверхности, для чего:

а) устанавливайте измерительную каретку через определенные интервалы вдоль всей трассы измерения, ориентируясь по шкале корпуса;

б) при каждом положении каретки наводите биссектор на изображение визирного штриха и снимайте отсчет (не менее пяти) по барабану микрометра. Вычислите среднее арифметическое из пяти отсчетов ($a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots, a_k$).

Отклонение от прямолинейности $f_{\text{изм}}$ определяйте по формуле:

$$f_{\text{изм}} = (a_i - a_0) - \frac{(a_k - a_0) \cdot l_i}{l_k} \quad \text{при } (a_k - a_0) \geq 0,5 \text{ мкм,}$$

при $(a_k - a_0) \leq 0,5$ мкм $f_{\text{изм}}$ определяйте по формуле:

$$f_{\text{изм}} = a_i - \frac{a_0 + a_k}{2},$$

где a_i — среднее значение из пяти отсчетов по микрометру каретки, соответствующих установке каретки в точке i поверяемой поверхности;

a_0 и a_k — средние значения из пяти отсчетов, соответствующих установке каретки в крайних точках поверяемой поверхности;

l_i и l_k — расстояние между точками $o-i$ и $o-k$ соответственно.

9.8. При измерении с помощью регистрирующего устройства соблюдайте следующий порядок:

а) установите доску для записи. Для этого отверните 6 винтов на корпусе и установите доску, пользуясь винтами В1М3-6g \times 12.58.046 ГОСТ 17475-80, входящими в комплект прибора;

б) установите регистрирующее устройство на измерительной каретке и закрепите винтом 21 (рис. 2);

в) укрепите на доске для записи миллиметровую бумагу;

г) установите оптическую ось прибора параллельно измеряемой поверхности вышеописанным способом;

д) перемещайте измерительную каретку слева направо, через определенные интервалы останавливайте ее, производите совмещение бис-

котора с визирным штрихом, делая при этом наколы иглой регистрирующего устройства на миллиметровой бумаге;

е) соедините точки наколов линиями для получения профилограммы измеряемой поверхности.

Помните, что вертикальный масштаб регистрации 500 : 1, а горизонтальный — 1 : 1.

10. Методика поверки оптических линеек ОЛ-1600

Линейки оптические проверяются по «Методике поверки оптических линеек ИС-36М МИ 4-74».

Методика поверки распространяется на линейки оптические ОЛ-1600, выпускаемые по ТУЗ-3.963-77.

11. Характерные неисправности и методы их устранения

Наименование неисправностей, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
2	3	4	5
1 Поле зрения прибора: неполностью заполнено светом (часть поля зрения затемнена).	Разворот концевой призмы вокруг оси.	<p>а) установить линейку на опоры на точную поверхность;</p> <p>б) отвернуть винты 29 (рис. 2) и снять колпаки, закрывающие зеркально-линзовые объективы;</p> <p>в) открепить стопорные винты 6 (рис. 3) концевых объективов;</p> <p>г) установить измерительную каретку у неподвижной опоры (крайнее левое положение);</p> <p>д) востриговочными винтами 5 (рис. 3) правого объектива добиться, чтобы поле зрения было полностью заполнено светом;</p> <p>е) передвинуть измерительную каретку в правое крайнее положение (у регулируемой опоры) и наблюдать поле зрения. Если поле зрения не полностью заполнено светом, то востриговочными винтами 5 (рис. 3) левого объектива добиться полного заполнения светом поля зрения;</p>	<p>Работу по устранению недостатков желательно поручить опытному механику, знакомому с востриговкой оптико-механических приборов.</p> <p>В случае необходимости для исправления указанных дефектов следует вызвать представителя завода-изготовителя.</p>

1	2	3	4	5
			<p>ж) передвинуть каретку в крайнее левое положение (п. «г») и проверить заполнение светом поля зрения. Если наблюдается срезание поля зрения, то повторить п. «д»; повторить п. «е»;</p> <p>з) передвигать измерительную каретку вдоль всей трассы и наблюдать поле зрения. Поле зрения на всей трассе движения каретки должно быть полностью заполнено светом;</p> <p>и) закрепить стопорные винты 6, залить клеем или лаком востриговочные и стопорные винты и одеть колпаки, завернув винты 29 (рис. 2).</p>	
2	Неплавный ход измерительной каретки в меридиональном пазу (заедание или большой люфт).	Деформация корпуса после транспортирования или износ корпуса каретки.	<p>а) установить линейку на опоры на точную поверхность;</p> <p>б) незначительно открепить винты на верхних незаштифованных планках 28 (рис. 2), образующих меридиональный паз;</p> <p>в) выставить планки таким образом, чтобы на всей трассе движения измерительной каретки зазор между кареткой и планками был не более 0,1 мм;</p> <p>г) закрепить винты на планках.</p>	
3	Незначительный перекос изображения визирного штриха относительно штрихов биссектора.	Ослабление винтов, креплениях верхней измерительной каретки.	Открепить винты 27 (рис. 2) и, наблюдая за изображением визирного штриха в поле зрения каретки, немного развернуть верхнюю часть измерительной каретки, добиваясь параллельности изображения визирного штриха штрихам биссектора.	

12. Техническое обслуживание и правила хранения

12.1. Для безотказной работы прибора в течение многих лет необходимо держать его в чистоте и предохранять от пыли и механических повреждений.

12.2. Необходимо защищать прибор от прямого воздействия на него источников тепла и холода.

12.3. Не следует касаться оптических поверхностей прибора пальцами рук во избежание появления на них жировых пятен.

При чистке внешних поверхностей оптических деталей необходимо предварительно удалить пыль мягкой кисточкой, промытой в эфире. Пыль с кисточки удалить встряхиванием. В случае загрязнения поверхности оптических деталей необходимо их протереть мягкой салфеткой из батиста, слегка смоченной авиационным бензином по ГОСТ 1012-72 или спирто-эфирной смесью.

12.4. Металлические поверхности прибора после удаления с них пыли рекомендуется протереть салфеткой, пропитанной бескислотным раствором по ГОСТ 3582-52, а затем протереть сухой, чистой, мягкой салфеткой.

12.5. Запрещается снимать с прибора или регулировать какие бы то ни было оптические части (за исключением указанных в разделе 11), так как может быть нарушена юстировка прибора.

12.6. Для замены перегоревшей лампы в осветителе следует отключить питание от сети, ослабить винт 46 (рис. 4), вынуть патрон, заменить в нем лампу, патрон вставить вновь во фланец 45, добиться наилучшей установки лампы, соответствующей наиболее яркому и равномерному освещению экрана. В случае необходимости провести юстировку лампы согласно описанию конструкции осветителя (см. раздел 4.2). После юстировки завернуть винт 46.

12.7. Условия хранения прибора должны соответствовать группе Л по ГОСТ 15150-69, причем воздух, где хранится прибор, не должен содержать примесей активных паров и газов.

В условиях измерительной лаборатории прибор можно хранить упакованным в потребительскую тару или на плите, при этом прибор следует покрыть жестким футляром (фанера, органическое стекло) или обернуть чехлом (желательно на проволочном каркасе).

12.8. По вопросу ремонта оптической линейки необходимо обращаться по адресу: 140061, г. Лыткарино Московской обл., Лыткаринский завод оптического стекла.

13. Примеры применения

а) Измерение отклонений от прямолинейности

Линейка может применяться во всех случаях, где до сих пор использовались обычные поверочные или инструментальные линейки, при этом надежность и точность увеличиваются в несколько раз, исключается какой-либо износ и старение, а процесс измерения упрощается и ускоряется.

Прибор может применяться для аттестации прямолинейности поверочных и инструментальных линеек и плоскостности плит.

При контроле линеек, длина которых больше, чем длина оптической линейки, отклонения от прямолинейности следует определять шаговым методом. В таких случаях измерения производятся в несколько приемов N (серий). На рис. 7 изображена схема измерения оптической линейкой в

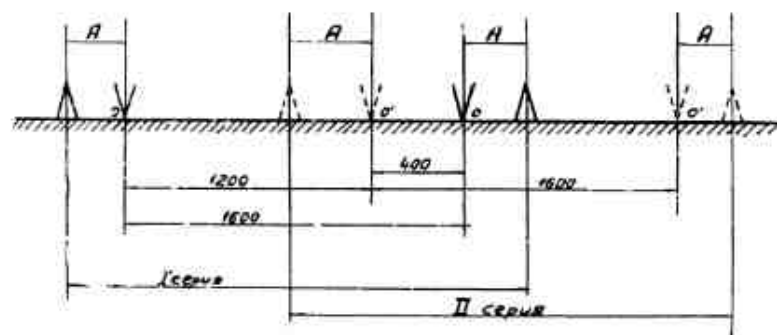


Рис. 7. Схема проверки больших протяжений с переналожением

две серии. Первая серия измерений производится обычным способом на длине $X=1600$ мм, по окончании которой против отметки шкалы прибора, например, в 1200 мм (переналожение $x_1 = \frac{1}{4} X$) на контролируемой поверхности мелом или восковым карандашом наносится отметка той точки, от которой начинается вторая серия измерений. При перестановке оптической линейки левая неподвижная опора устанавливается от меловой засечки на расстоянии A^* . При этом лезвий ролик измерительной каретки, подведенной до упора к левой опоре, установит измерительный шуп точно в точку левой засечки. После уже известной регулировки опти-

* A — расстояние от левой опоры до измерительного наконечника при крайнем левом положении измерительной каретки.

ческой линейки на параллельность оптической прямой сравнения с «нулевыми» точками производят вторую серию измерений. Такие приемы (серии измерений) продолжают до тех пор, пока контролируемая поверхность по всей длине не будет измерена. Сравнительно простым и точным способом измерений больших протяжений, если величина отступлений при каждой серии измерений не превышает ± 50 мкм, является метод последовательного снятия профилограмм на бумаге с переналожением

$(\frac{1}{8} \approx \frac{1}{4})X$ по вышеописанной методике. Так как на каждой профилограмме имеются участки с одинаковой кривизной (300—400 мм), то при взаимном совмещении этих участков профилограммы образуют общий искомого профиля. Практически такое совмещение одинаковых участков производится наложением двух профилограмм при наблюдении, например, в свет настольной лампы. Края совмещенных профилограмм после этого сдвигаются. Следует указать, что совмещение профилограмм требует большой аккуратности, так как в противном случае это повлечет за собой повышенную погрешность при определении величины прямолинейности. Преимущество регистрирующего устройства при измерениях в несколько серий заключается в том, что в процессе измерения не требуется определять, с каким знаком идут отсчеты (плюс или минус) от нулевой линии.

Важным обстоятельством, повышающим производительность измерения, является то, что одновременно с измерением прямолинейности строится профилограмма. Основным недостатком подобного способа заключается в том, что трудно манипулировать профилограммами значительной длины, в частности, трудно проводить общую «нулевую» для определения ординат и т. д.

Ввиду изложенного, для всех поверхностей без исключения рекомендуется графический способ построения профиля по результатам измерения серий.

Графический способ заключается в следующем: на оси абсцисс (рис. 8) откладывают в соответствующем масштабе Vr — длину контролируемой трассы $[NX - (N-1)X_s]$; затем, принимая ось абсцисс за линию, проходящую через «нулевые» точки $o'n'$, откладываем от этой линии через заданные интервалы X_0 в соответствующем масштабе Vb ординаты, полученные при первой «серии» измерений, соединяя линиями точки ординат, получаем кривую профиля поверхности этого участка. Затем в последней точке (n') первой «серии» откладываем в том же масштабе Vb ординату, полученную для этой же точки во второй «серии» измерений. При этом следует помнить, что если отсчет второй «серии» измерений, относящийся к последней точке (n') первой «серии», положительный (бугор), то значение ординаты ($Y''n'$) надо откладывать от «нулевой» точки (n') вниз; если этот отсчет отрицательный (яма), то значение ординаты ($Y''n'$) надо откладывать вверх. Затем проводим через левую «нулевую» точку второй «серии» и вышеупомянутую ординату ($Y''n'$) прямую. Очевидно, что эта прямая пройдет и через вторую «нулевую» точку

второй «серии» и от нее откладываем значения ординат второй «серии» измерений, которые также соединяем линиями, образуя профиль второго участка. Теперь (рис. 8), соединив прямой первую «нулевую» точку O' первой «серии» и последнюю «нулевую» точку n' второй, получаем в принятом масштабе Vb истинные значения ординат для замеренных точек между кривой линией профиля $o'n'$ и общей «нулевой» прямой $o'n'$.

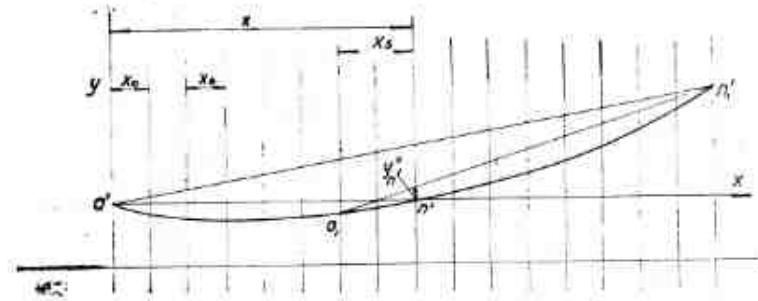


Рис. 8. Графический способ построения профиля поверхности по результатам двух серий измерения с переналожением

При контроле отклонений от прямолинейности в несколько серий в результате передвижения оптической линейки, неизбежных неточностей построения профилограммы, ошибок измерения масштабной линейкой и при проведении результирующей «нулевой» и прилегающей прямой точность измерения несколько понижается.

Предельная погрешность метода контроля оптической линейкой при измерениях в несколько серий может быть выражена следующей формулой:

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{пр}^2 + \delta_{nn}^2 + \delta_{гр}^2 + \delta_{из}^2 + \delta_{рез}^2 + \delta_{з}^2},$$

- где: $\delta_{пр}$ — погрешность прибора на трассе 1600 мм,
 δ_{nn} — погрешность переналожения,
 $\delta_{гр}$ — графическая погрешность профилограммы,
 $\delta_{из}$ — ошибка измерения масштабной линейкой,
 $\delta_{рез}$ — погрешность проведения результирующей,
 $\delta_{з}$ — погрешность проведения прилегающей прямой.

Погрешность в отсчете максимальных отклонений от общей «нулевой» δ_{nn} , вызываемая погрешностью переналожения dy , зависит от числа переналожений N и будет равна $\delta_{nn} = \frac{dy}{2X_s} \cdot (N-1)$.

При $X_s = \frac{1}{4}X$ $N = 2$; $\delta_{nn} = 2dy = 2\delta_{пр}$, которое принимаем равным ± 2 мкм.

В тех случаях, когда профилограмма строится карандашом при вертикальном масштабе $500\times$ (1 мм на профилограмме соответствует 2 мкм), ошибки $\delta_{гр}$, $\delta_{рез}$, $\delta_{з}$ не превышают $\pm 0,5$ мкм каждая.

линейкой можно производить измерения с точностью 0,5 мм, а поэтому $\delta_{из} = \pm 0,5$ мкм, откуда $\delta = \pm 1 \sqrt{5\delta_{пр}^2 + 1_{мм}}$.

Так как оптическая линейка измеряет с точностью $\delta_{пр} \approx \pm 1$ мкм, $\delta = \pm 2,5$ мкм.

Пример: при проверке линейки-мостика второго класса точности по ГОСТ 8026-75 размером 3000×90 мм были получены результаты измерений в микрометрах, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

точка \ мм	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
I	0	-8	-6	-11	-18	-23	-17	-21	-21	-21	-29	-24	-18	-20	-24	-7	0
II	0	-	+7	+10	+21	+21	+27	+27	+35	+36	+37	+34	+32	+29	+11	+11	0

Производим графическую привязку обеих серий измерений, помня, что первая серия начиналась с точки 1400 мм. Привязка осуществляется способом, упомянутым выше. По данным таблицы 1, на миллиметровой бумаге роют профилограмму (рис. 9). Обе крайние точки соединяются прямой $n'n'$, которая является результирующей «нулевой». Из рис. 9 видно, что искомая точка o' , реального профиля находится на расстоянии 2700 мм — начальной точки измерения. Через точку o' и точку o , которые лежат на материале детали, проводим прилегающую линию $o'o'$, при этом расстояние наиболее удаленной точки ($n'-2$) реального профиля от прилегающей прямой будет наибольшим.

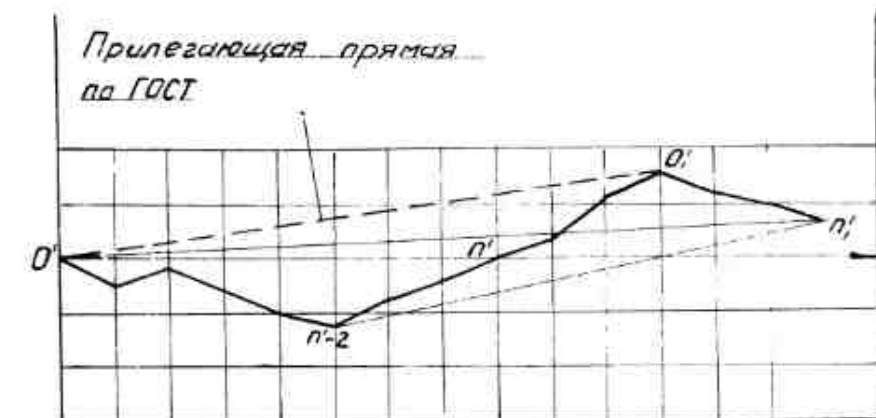


Рис. 9.

Построение прилегающей на графике

б) Измерение отклонений от плоскостности

Оптическая линейка ОЛ-1600 может быть применена также для контроля отклонений от плоскостности. Измерение производится в соответствии с ГОСТ 8.210-76.

Прибор может быть применен в энергомашиностроении при контроле плоскостности дисков-подпятников, имеющих форму, представленную на рисунке 10. Для оценки отклонений от плоскостности поверхности подобной детали целесообразно провести измерения по

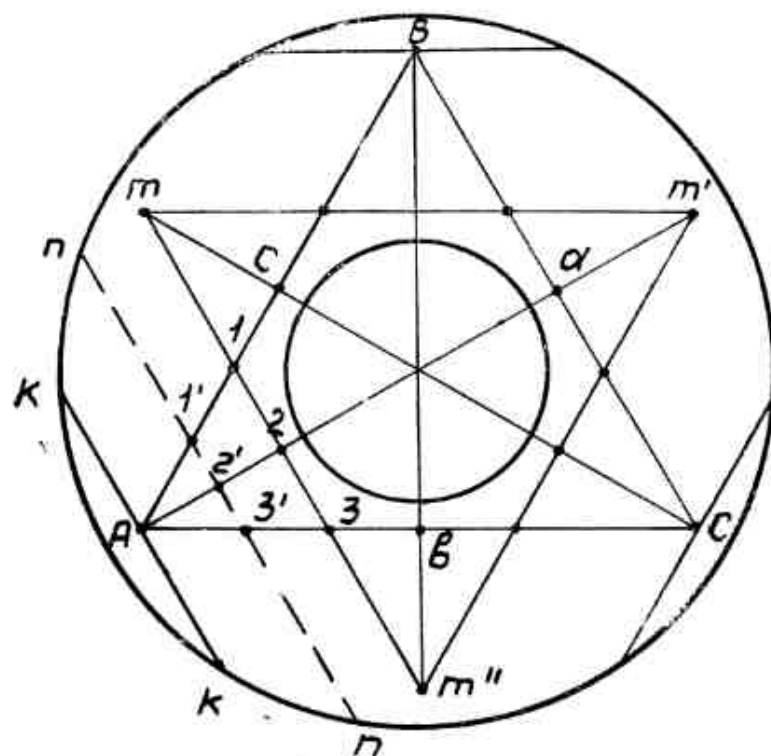


Рис. 10. Схема контроля поверхности опорных кольцевых дисков

сторонам равностороннего треугольника AB, BC, AC . При этом за «исходную» плоскость можно принять плоскость, проходящую через точки A, B и C , ординаты которых равны нулю. Относительно этой плоскости можно давать оценку отклонений от плоскостности диска. Дополнительные точки можно получить последовательными измерениями 2-й серии по направлениям Aa, Bb и Cc . Затем последовательно измерениями 3-й серии нормально к направлениям Aa, Bb и Cc по сечениям mm'', nn'', kk' , ряд точек на которых известен, а остальные дополняются, получают

анное представление о рельефе поверхности. Следует указать, что на-
льные измерения дают уже хорошее представление о рельефе и поз-
ляют судить, имеем ли мы плоскость со случайными отступлениями
ми, например, характерную вогнутую или выпуклую коническую по-
рхность.

Линейка может быть использована для контроля образующих ци-
ндров. В этом случае необходимо применять специальные накладные
йтера или вышеупомянутые домкратики.

Возможен контроль V-образных направляющих. В этом случае не-
ходимо наклонить линейку так, чтобы опорная сторона была параллель-
и контролируемой поверхности.

В ряде производств, например, в стапкостроении, для компенсации
линкающего из-за значительных нагрузок в процессе эксплуатации
упногабаритной детали прогиба изготавливают деталь не плоской, а вы-
иенной по соответствующей кривой с относительно малой стрелкой
отые или десятые миллиметра). Для контроля подобных поверхностей
иенно применяется оптическая линейка.

Линейку можно использовать также и для контроля точности работы
направляющих токарных, строгальных, фрезерных и других станков. Если
крепить на суппорте токарного станка вместо резца пластинку, к плос-
сти которой можно прижимать щуп каретки при измерении, а
зубу оптической линейки закрепить соответствующим образом на стани-
и и выставить ее так, чтобы при крайних положениях суппорта измери-
ельная каретка давала одинаковые отсчеты, то, проводя мнимую обточку
делия и измеряя положение пластины в промежуточных положениях
суппорта, можно судить о точности направляющих станка.

Если корпус оптической линейки установить на станине строгального,
лифовального или фрезерного станка, а измерительную каретку закреп-
ить в резцедержателе, то, отрегулировав, как и в предыдущем случае,
лиейку в крайних положениях на равенство показаний, можно оценить
иность движения стола в промежуточных положениях как при ручной
рожке или фрезеровании. Подобным же образом можно проверять дру-
ие станки.

Естественно, что в практике заводов могут быть найдены и другие
погочисленные случаи применения линейки.

14. Свидетельство о приемке

Оптическая линейка ОЛ-1600 заводской № соответ-
ствует техническим условиям ТУЗ-3.963-77 и признана годной для
эксплуатации.

Представитель ОТК

« . . . » 198 г.

Поверитель

« . . . » 198 г.

15. Свидетельство о консервации и упаковке

Оптическая линейка ОЛ-1600 заводской № под-
вергнута на заводе-изготовителе консервации и упаковке согласно тре-
бованиям, предусмотренным ТУЗ-3.963-77.

Дата консервации и упаковки:

Консервацию и упаковку произвел:

16. Гарантийные обязательства

Завод-изготовитель гарантирует соответствие линейки оптической
ОЛ-1600 требованиям технических условий при соблюдении потребите-
лем условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установлен-
ных техническими условиями и паспортом.

Гарантийный срок устанавливается 24 месяца со дня ввода прибо-
ра в эксплуатацию, но не позднее 3-х лет со дня отгрузки его со склада
завода-изготовителя.