

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии машиностроения

Составитель
О. Н. Дегтярева

ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ С МЕРОЙ

**Методические указания к практическому занятию № 5
по дисциплине «Метрология, стандартизация
и сертификация»**

Рекомендовано учебно-методической комиссией специальности
23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2025

Рецензенты:

Кудреватых А. В., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой эксплуатации автомобилей, председатель учебно-методической комиссии специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Махалов М. С., кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Дегтярева Ольга Николаевна

Измерение наружных поверхностей методом сравнения с мерой : методические указания к практическому занятию № 5 по дисциплине «**Метрология, стандартизация и сертификация**» для студентов специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Кафедра технологии машиностроения ; составитель О. Н. Дегтярева. – Кемерово : КузГТУ, 2025. – 1 файл (602 Кб). – Текст : электронный.

В методических указаниях изложен теоретический материал по теме практического занятия. Приведены контрольные вопросы.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

© Кузбасский государственный
технический университет имени
Т. Ф. Горбачева, 2025
© Дегтярева О. Н., составление,
2025

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ С МЕРОЙ

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Целью работы является ознакомление с принципом работы и устройством рычажной и индикаторной скобами, прибором для определения радиального биения.

Содержание работы – при помощи рычажной и индикаторной скоб определить действительные размеры валов. Определить годность, отклонения формы поверхностей измеряемой детали. Измерить радиальное биение вала.

2. ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

В практической работе используют следующие приборы и принадлежности:

- индикатор часового типа,
- набор плоскопараллельных концевых мер длины,
- скоба индикаторная,
- скоба рычажная,
- прибор для измерения радиального биения.

2.1. Индикатор часового типа

Индикаторы часового типа изготавливают следующих видов:

ИЧ – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале;

ИТ – с перемещением измерительного стержня перпендикулярно шкале;

Индикаторы ИЧ изготавливаются со следующими пределами измерений: 0–2 мм; 0–5 мм; 0–10 мм.

Индикаторы изготавливаются двух классов точности: 0 и 1.

2.1.1. Устройство индикатора часового типа

Индикатор часового типа ИЧ10 с ценой деления 0,01 мм (рис. 1). В нем поступательному перемещению измерительного стержня 1 на 0,01 мм соответствует перемещение большой стрелки 2 на одно деление шкалы 3.

Шкала индикатора имеет 100 делений, следовательно, полный оборот большой стрелки соответствует перемещению измерительного стержня на 1 мм. В зависимости от пределов измерений по шкале прибора большая стрелка делает 5 или 10 оборотов. Каждый полный оборот большой стрелки соответствует повороту на одно деление маленькой стрелки по шкале указателя поворотов 4, следовательно, цена деления шкалы указателя оборотов 4, следовательно, цена деления шкалы указателя оборотов равна 1 мм.

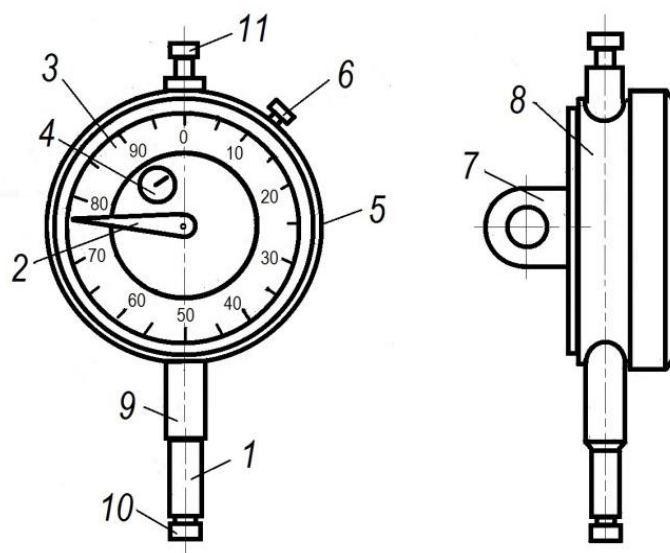


Рис. 1. Индикатор часового типа

Шкала индикатора вместе с ободком 5 может поворачиваться относительно корпуса прибора так, что против большой стрелки прибора можно установить любой штрих шкалы, что используется при установке прибора на «ноль». Некоторые индикаторы снабжаются стопорным устройством 6, при помощи которого шкала может быть закреплена в каком-либо положении и тем самым предохранена от случайного поворота.

Для работы индикатор укрепляется в различных стойках. Крепление производится либо за специальное ушко корпуса 7, либо за неподвижно связанную с корпусом гильзу 9. Измерительный наконечник 10 ввинчивается в торец измерительного стержня, который может быть поднят рукой за головку 11. Измерительное усилие создается пружиной, действующей на измерительный стержень. Величина измерительного усилия не должна превышать 1,5 Н.

Принципиальная схема индикатора часового типа изображена на рис. 2. На измерительном стержне 1 нарезаны зубья. При измерении детали линейное перемещение измерительного стержня 1 приводит к повороту малого зубчатого колеса 12 и большого колеса 13, сидящего на той же оси.

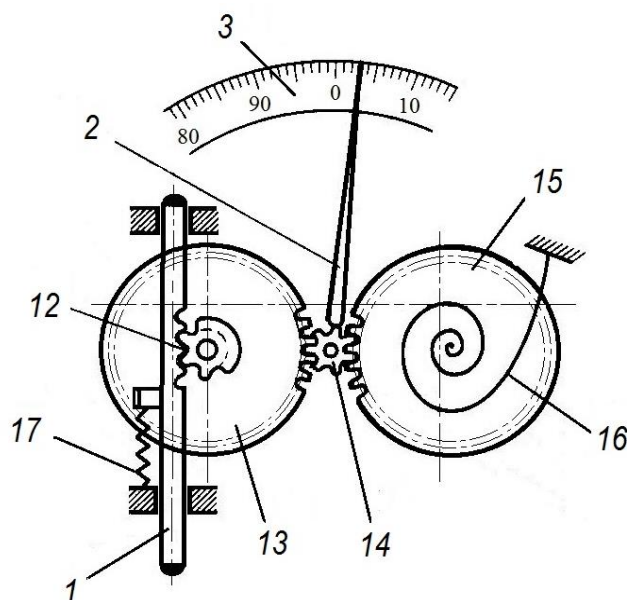


Рис. 2. Принципиальная схема индикатора часового типа

Зубчатое колесо 13 сцепляется с колесом 14, на оси которого укреплена большая стрелка индикатора 2. Зубчатое колесо 15 с пружинным волоском 16 находится в зацеплении с шестерней 14, благодаря чему зубчатая передача индикатора находится под действием волоска, работает по одной стороне профиля зуба, и тем самым устраняется возможность появления мертвого хода (люфта).

С помощью пружины 17, закрепленной одним концом к измерительному стержню 1 и другим к корпусу прибора, создается измерительное давление.

При измерении методом сравнения с мерой наконечник индикатора приводят в соприкосновение с поверхностью так, чтобы стрелка его сделала 1–2 оборота. Таким образом, индикатору дается «натяг», чтобы в процессе измерений индикатор мог показать как положительные, так и отрицательные отклонения от начального положения.

Придерживая одной рукой индикатор за корпус, другой рукой поворачивают ободок 5 вместе со шкалой 3 (рис. 1) так, чтобы большая стрелка индикатора установилась против штриха «0».

При измерении целое число миллиметров определяют по перемещению стрелки указателя поворотов, а число долей миллиметра – по смещению большой стрелки по шкале 3 (рис. 1).

2.2. Плоскопараллельные концевые меры длин

Плоскопараллельные концевые меры длин (рис. 3) изготавливают в виде плиток с параллельными плоскостями, расстояние между которыми и является размером, представленным данной мерой. Концевые меры длин изготавливают с наивысшей точностью, доступной современной технике.

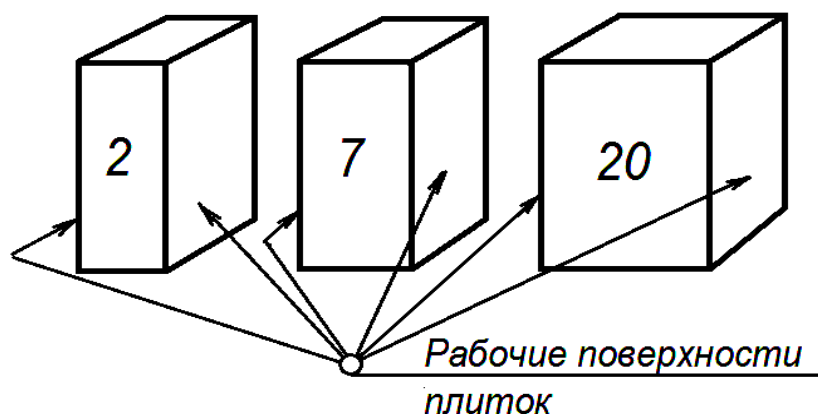


Рис. 3. Плоскопараллельные концевые меры длины

Плоскопараллельные концевые меры длин используют для передачи размера от эталона длины к изделию и являются основ-

ным средством сохранения единства мер в машиностроении. С их помощью проверяют, градуируют и устанавливают на размер измерительные приборы и инструменты.

По точности изготовления концевые меры делятся на пять классов: 00, 0, 1, 2, 3.

Измерительные (рабочие) поверхности концевых мер обладают способностью прочно сцепляться друг с другом при надвигании измерительной поверхности одной плитки на измерительную поверхность другой плитки. Эта способность концевых мер сцепляться измерительными поверхностями, называемая притираемостью, позволяет составлять блоки из нескольких концевых мер равных размеров для получения требуемого размера.

При составлении блока из концевых мер следует стремиться, чтобы в блок входило как можно меньшее количество мер. Составлять блок более чем из пяти концевых мер не рекомендуется. При составлении блока для размера до 100 мм плиток, входящих в блок, должно быть 4 штуки.

Перед составлением блока делают его предварительный расчет, подбирая в первую очередь концевые меры, имеющие тысячные доли миллиметра, затем сотые доли и т. д.

Например, при составлении блока для размера 68,475 мм из набора плиток производят следующий расчет:

| | |
|-------------------------|-----------|
| Набираемый размер | 68,475 мм |
| Первая плитка | 1,005 мм |
| <hr/> | |
| Остаток 67,470 мм | |
| Вторая плитка | 1,470 мм |
| <hr/> | |
| Остаток 66,000 мм | |
| Третья плитка..... | 6,000 мм |
| <hr/> | |
| Остаток 60,000 мм | |
| Четвертая плитка..... | 60,000 мм |

Таким образом, для составления блока для размера 68,475 мм необходимо взять плитки размером 1,005; 1,470; 6,0 и 60 мм.

Составление блока сводится к следующему. Концевые меры, предназначенные для блока, предварительно очищают от смазки, промывают авиационным бензином и вытирают насухо чистой полотняной салфеткой. Затем накладывают одну меру на вторую примерно на треть длины рабочей поверхности и, плотно

прижимая пальцами, продвигают вдоль большой оси до полного контакта рабочих поверхностей. Если после этого с помощью легкого усилия не удастся разъединить собранный блок, концевые меры считаются притертыми. После притирки двух концевых мер к ним притирают третью и т. д.

При работе с концевыми мерами длины необходимо соблюдать следующие правила:

- не брать рабочие поверхности промытых концевых мер руками, а только чистой салфеткой;
- концевые меры размером свыше 5,5 мм следует класть на стол нерабочими поверхностями;
- не притирать рабочую поверхность концевой меры к нерабочей, это вызывает появление царапин на рабочих поверхностях.

Последовательность при составлении блока обычно следующая.

Вначале притираются между собой концевые меры малых размеров. Собранный из них блок притирается к мере среднего размера и затем уже к мере большого размера. После окончания работы блок разбирается, концевые меры промываются авиационным бензином, тщательно протираются, смазываются и кладутся в соответствующие ячейки футляра набора.

2.3. Индикаторная скоба

Индикаторная скоба предназначена для измерения диаметров наружных цилиндрических поверхностей методом сравнения с мерой. Индикаторные скобы изготавливаются с пределами измерений 0–50; 50–100; 100–200; 200–300; 300–400; 400–500; 500–600; 600–700; 700–850; 850–1000 мм.

Пример условного обозначения индикаторной скобы с диапазоном измерений 0–50 мм: *Скоба СИ 50 ГОСТ 11098-75*.

Цена деления прибора определяется ценой деления индикатора и обычно составляет 0,01 мм. Измерительное усилие прикладывается в пределах от 0,5 до 12,0 Н.

2.3.1. Устройство индикаторной скобы

Индикаторная скоба (рис. 4) состоит из корпуса 6 с тепло-изоляционными накладками 5, индикатора 1, измерительной пятки 10, неподвижной переставной пятки 8 и неподвижного переставного упора 9. Контакт с изделием обеспечивается в трех точках. Отклонение в размере детали передается индикатору 1 посредством измерительной пятки 10. Измерительное усилие создается пружиной индикатора и пружиной 11 самой скобы. Изменение пределов измерения индикаторной скобы производится смещением переставной пятки 8 и переставного упора 9 при ослабленных винтах 7 и 4.

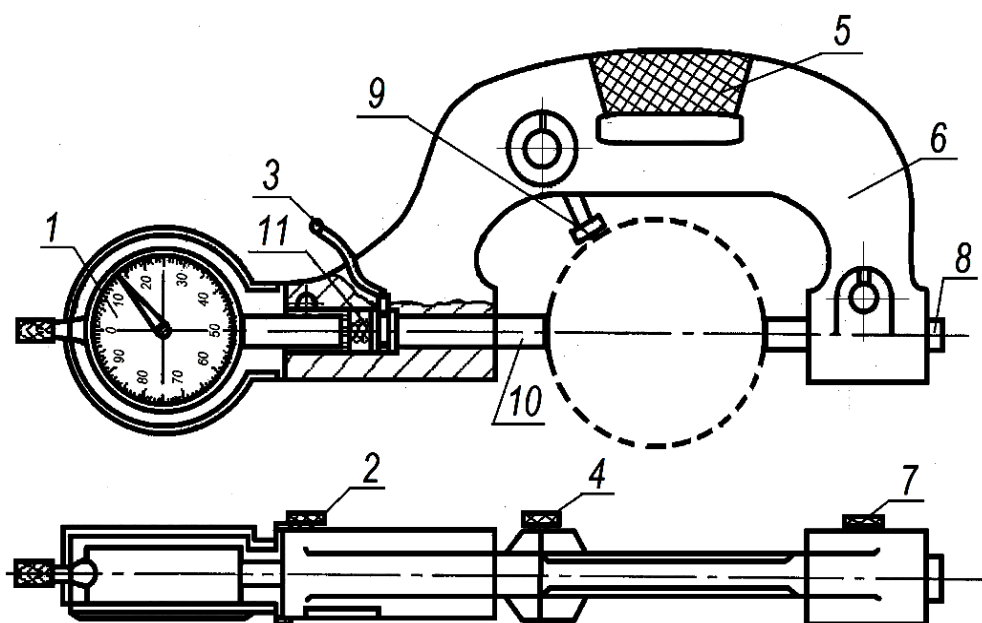


Рис. 4. Индикаторная скоба

Закрепление индикатора производится винтом 2. Рычаг 3 служит для отвода измерительной пятки при установке скобы на измеряемую деталь. На номинальный размер скоба выставляется по блоку плиток или по эталону.

2.4. Рычажная скоба

Рычажная скоба предназначена для измерения диаметров наружных цилиндрических поверхностей методом сравнения с

мерой. Рычажные скобы изготавливаются с пределами измерений 0–25; 25–50; 50–75; 75–100; 100–125; 125–150 мм.

Пример условного обозначения рычажной скобы с диапазоном измерений 25–50 мм: *Скоба СР 50 ГОСТ 11098-75*.

Цена деления прибора обычно составляет 0,002 мм.

2.4.1. Устройство рычажной скобы

Пятка *1* рычажной скобы (рис. 5, 6) перемещается при измерении, действует на рычаг *2*. Зубчатый сектор *3*, расположенный на конце рычага, сцепляется с колесом *4*. На оси колеса *4* укреплена стрелка *5*, конец которой перемещается по шкале *6*.

Пружина *7* действует на колесо *4*, постоянно прижимая его к сектору *3*, устраняя, таким образом, мертвый ход. Измерительное усилие, создаваемое пружиной *8*, равно 2,0–4,0.

Для отвода пятки при установке и съеме детали служит арретир *9*. Настройка прибора на номинальный размер производится по плоскопараллельным концевым мерам длины путем смещения переставной пятки *10* после освобождения стопора *11*, съема колпачка *12*, который прикрывает доступ к регулировочному винту.

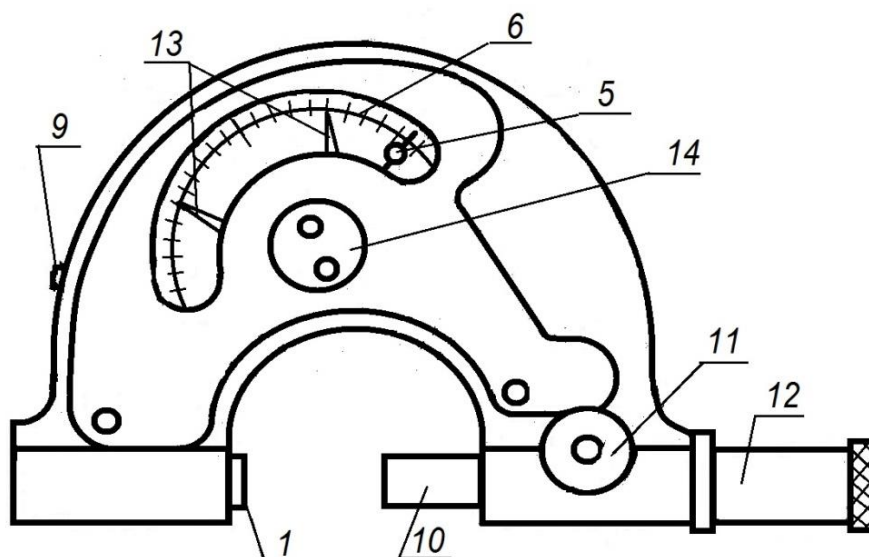


Рис. 5. Рычажная скоба

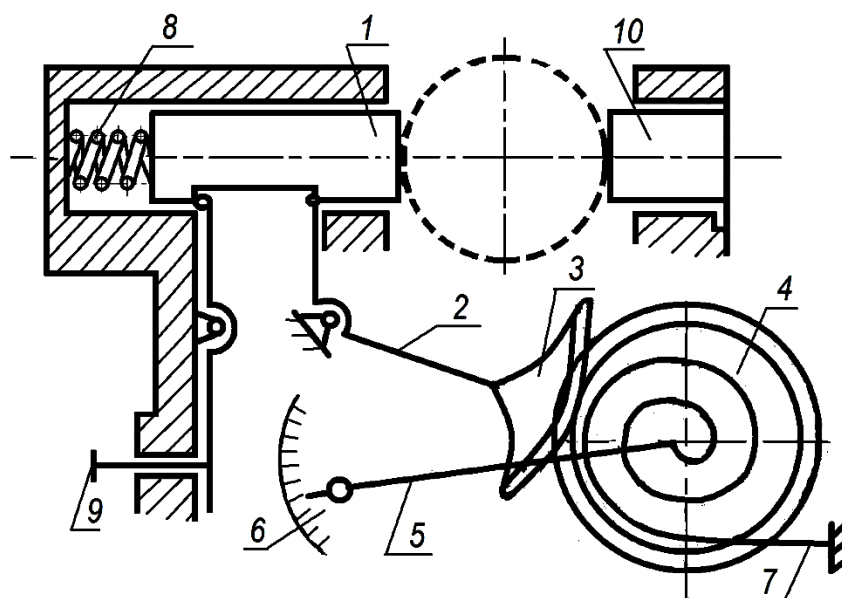


Рис. 6. Принципиальная схема работы рычажной скобы

При применении скобы для контроля деталей на границах поля допуска устанавливаются указатели пределов поля допуска 13. Их смещение устанавливается специальным торцевым ключом после того, как будет снят колпачок 14.

2.5. Прибор для определения радиального биения

Для определения радиального биения валик устанавливают в стойке с центрами, а индикатор – на штативе 4, входящем в комплект стойки (рис. 7).

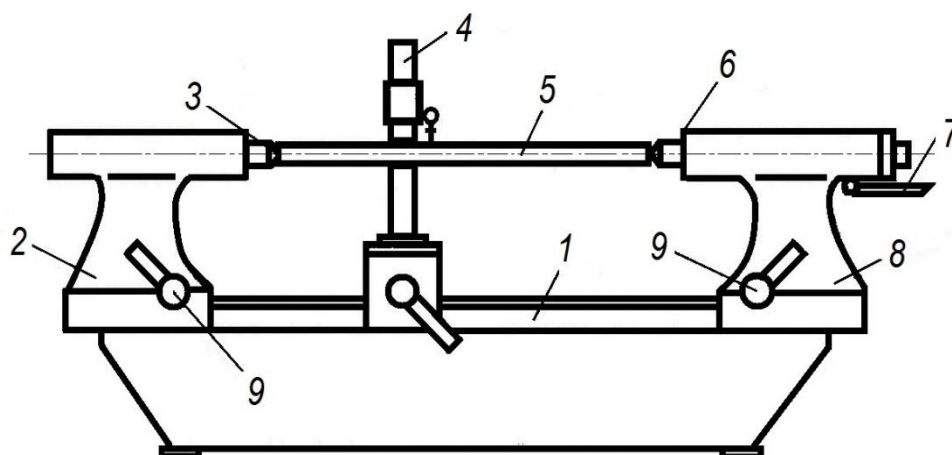


Рис. 7. Прибор для определения радиального биения

Отпустив зажимы 9, раздвигают бабки 2 и 8 на станке 1 так, чтобы расстояние между центрами 3 и 6 оказалось несколько меньше длины контролируемого валика. Затем нажимом рукоятки 7 отводят центр 6, вводят между центрами валик 5 и отпускают рукоятку 7. При этом центры должны войти в центральные отверстия валика. После этого положение обеих бабок фиксируют зажимами 9.

Установленный в центрах валик должен свободно вращаться и не иметь продольных или поперечных перемещений.

Индикатор 4 устанавливают так, чтобы наконечник измерительного стержня индикатора соприкасался с поверхностью контролируемого валика, и ось измерительного стержня располагалась к ней нормально. При этом индикатор должен иметь натяг 1–2 оборота.

Валик поворачивают в центрах на полный оборот и определяют по шкале наибольшее и наименьшее отклонение индикатора.

Радиальное биение определяют как разность между наибольшими и наименьшими показаниями индикатора.

Сравнивая действительное биение с допускаемым значением по чертежу, делают заключение о годности контролируемой детали.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. По номинальному размеру детали, указанному на чертеже, набрать блок плиток.

3.2. По блоку плиток выставить рычажную скобу (или индикаторную скобу) на «ноль».

3.3. Перенести скобу на деталь и произвести замеры в трех сечениях, перпендикулярных оси детали, в каждом сечении произвести замеры в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 8).

3.4. По данным измерениям определить действительные размеры детали (наибольший и наименьший) как алгебраическую сумму размера блока и наибольшего и наименьшего отклонения.

3.5. Определить величину овальности, конусообразности, бочкообразности, седлообразности. Дать заключение о годности.

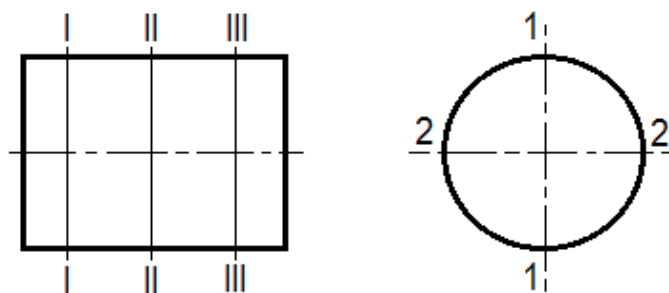


Рис. 8. Схема измерения детали

3.6. Установить деталь на прибор для определения радиального биения и определить радиальное биение. Сравнив его с допустимым значением, дать заключение о годности.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практической работе оформить в виде таблицы (приложение 1).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Принцип работы и устройство индикатора часового типа.

5.2. Принцип работы и устройство рычажной скобы.

5.3. Принцип работы и устройство индикаторной скобы.

5.4. Как установить на «ноль» рычажную скобу и индикаторную скобу?

5.5. Принцип работы и устройство прибора для определения радиального биения.

5.6. Как определяется радиальное биение?

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

6.1. ГОСТ 577–68. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Госстандартом СССР 5 февраля 1968 г. – Москва : Изд-во стандартов. 2002. – 7 с.

6.2. ГОСТ 9038–90. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 25 января 1990 г. № 86 : дата введения 1991–07–01. – Москва : Изд-во стандартов. 2004. – 12 с.

6.3. ГОСТ 11098–75. Скобы с отсчетным устройством. Технические условия : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 27 ноября 1975 г. № 3655 : дата введения 1978–01–01. – Москва : Изд-во стандартов. 1978. – 6 с.

6.4. ГОСТ 17353–89. Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Типы. Общие технические требования : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29 марта 1989 г. № 871 : дата введения 1991–01–01. – Москва : Изд-во стандартов. 1991. – 8 с.

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ № 5

ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ С МЕРОЙ

| Измерительные приборы | Цена деления шкалы, мм | Диапазон, мм | | Допускаемая погрешность, мкм | | | | |
|--|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|----------|-----------------|---|
| | | измерения прибора | отсчетного устройства | измерения | прибора | | | |
| | | | | | | | | |
| Контролируемый размер | | Схема измерения детали | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| d_{\max} | d_{\min} | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Обозначение прибора | | | | | | | | |
| Размер блока при установке на «0» | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Показания по шкале отсчетного устройства (с учетом знака и цены деления) | | | | Действительные размеры, мм | | Годность | | |
| Сечения | | | | d_{\max} | d_{\min} | | | |
| I | | II | | | | | III | |
| Направления | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 1 | 2 | | | | 1 | 2 |
| | | | | | | | | |
| Отклонения формы детали, мм | | | | | | | | |
| овальность | | | конусообразность | | бочкообразность | | седлообразность | |
| I | II | III | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | | | | | | | | |
| Радиальное биение | | | | | | | | |