

ВВЕДЕНИЕ

К приборам для точных измерений наружных размеров деталей относятся измерительные приборы, в которых перемещение измерительного наконечника передается на указывающее устройство при помощи рычагов, зубчатых колес и зубчатых секторов.

Таковыми приборами являются: скоба рычажная, микрометр рычажный, измерительная пружинная головка (микрокатор), оптиметр вертикальный.

Данные средства измерения применяются для контроля наружных размеров и геометрической формы деталей.

Основной задачей при выполнении лабораторной работы является закрепление знаний, полученных по вопросам технических измерений с помощью приборов для точных измерений наружных размеров деталей. При выполнении работы студенты должны приобрести практические навыки в решении конкретных задач теоретического и производственного характера по вопросам определения, назначения и области применения приборов для точных измерений наружных размеров деталей, проведения измерений и контроля с их помощью.

Цель работы:

- 1) изучить устройство приборов для точных измерений наружных размеров деталей и область их измерения;
- 2) научиться производить измерения с помощью приборов для точных измерений наружных размеров деталей.

Оснащение рабочего места:

- скоба рычажная, микрометр рычажный, измерительная пружинная головка (микрокатор), оптиметр вертикальный;
- набор плоскопараллельных концевых мер длины;
- плакаты;
- объекты измерения;
- справочная литература.

Лабораторная работа подразделяется на два этапа – подготовительный и исполнительный.

Подготовительный этап включает:

- 1) повторение пройденного материала по теме «Технические измерения»;
- 2) изучение содержания данных методических указаний;

3) оформление отчета с указанием темы лабораторной работы, ее цели, общих сведений о приборах для точных измерений наружных размеров деталей и области их измерения;

4) построение необходимых эскизов объектов измерений и таблиц для записи результатов измерения.

Исполнительный этап включает практическую работу по измерению размеров детали с помощью имеющихся приборов для точных измерений наружных размеров деталей и оформление отчета.

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРОВ И ИХ НАСТРОЙКА

1.1. Скоба рычажная

Скобы рычажные СР (ГОСТ 11098–75) предназначены для наружных измерений относительным методом. При относительном методе измерения какого-либо размера определяют только отклонение этого размера от номинального значения. Приборы, предназначенные для относительных измерений, могут быть использованы и для абсолютных измерений, если определяемый размер не превышает пределов измерения по шкале прибора.

Метрологические характеристики рычажных скоб и их типоразмеры приведены в табл. 1.

Таблица 1. Метрологические характеристики рычажных скоб

Пределы измерения, мм	Отсчетное устройство		Погрешность на участках, мкм		Измерительное усилие, Н
	Цена деления, мм	Пределы показания, мм	до ± 30 делений от нулевого штриха	свыше ± 30 делений от нулевого штриха	
0–25 25–50	0,002	$\pm 0,14$	± 1	± 2	$6,0 \pm 1$
50–75 75–100 100–125 125–150	0,002	$\pm 0,14$	± 1	± 2	$8,0 \pm 2$

Основными частями рычажной скобы (рис. 1) являются корпус 1, переставная 2 и подвижная 3 пятки, стопор 4 и колпачок 5 переставной пятки с микровинтом 6, шкала 8 с указателями верхнего и нижнего отклонений поля допуска 9, отводка 7 подвижной пятки, колпачок 10,

прикрывающий отверстия, в которые вставляется ключ для установки указателей отклонений 9.

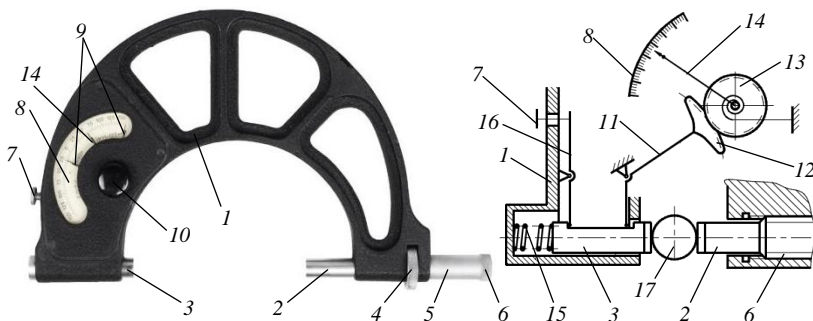


Рис. 1. Общий вид рычажной скобы и ее принципиальная схема:

- 1 – корпус; 2 – переставная (регулируемая) пятка; 3 – подвижная пятка; 4 – стопор;
 5 – колпачок приставной пятки; 6 – микровинт для настройки; 7 – отводка; 8 – шкала;
 9 – указатели верхнего и нижнего отклонений поля допуска; 10 – колпачок;
 11 – измерительный рычаг; 12 – зубчатый сектор; 13 – шестерня; 14 – стрелка;
 15 – пружина; 16 – рычаг отводки; 17 – объект измерения

Перемещение подвижной пятки 3 передается на малое плечо рычага 11. Зубчатый сектор 12 передает вращение шестерне 13, на оси которой закреплена стрелка 14. Измерительное усилие создается пружиной 15, расположенной под подвижной пяткой 3.

Установка скобы на нуль производится по блоку плоскопараллельных концевых мер длины размером, равным номинальному размеру измеряемой детали. Составленный блок плиток помещают между подвижной и переставной пятками и совмещают стрелку прибора с нулевым делением шкалы. После совмещения блок плиток удаляют и между измерительными поверхностями пяток вводят измеряемую деталь 17, нажав предварительно на отводку 7 подвижной пятки, что делается с целью уменьшения износа измерительных поверхностей пяток и предотвращения их повреждения.

Действительный размер детали подсчитывается по выражению

$$L_d = L_n \pm \Delta Ц,$$

где L_d – действительный размер, мм;

L_n – размер плоскопараллельных концевых мер длины, равный номинальному размеру детали, мм;

Δ – отклонение стрелки в плюс или минус от нуля в делениях шкалы;

Ц – цена деления шкалы рычажной скобы, мм.

При измерении большого количества деталей отсчет отклонения и расчет размеров детали не производится, а контролируется соответствие размера детали полю допуска. Для этого стрелка должна находиться между указателями верхнего и нижнего отклонений поля допуска.

1.2. Микрометр рычажный

Микрометр рычажный МР (ГОСТ 4381–87) предназначен для измерения наружных размеров деталей как абсолютным, так и относительным методом. Он является комбинированным прибором, представляющим собой сочетание микрометрической головки с рычажно-зубчатым механизмом.

Рычажные микрометры изготовляют с пределами измерений 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 мм и величиной отсчета по шкале барабана 0,01 мм. Цена деления шкалы рычажно-зубчатого механизма равна 0,002 мм с пределами показаний $\pm 0,02$ мм. Погрешность измерения составляет ± 3 мкм.

Основными частями рычажного микрометра (рис. 2) являются корпус 1, микрометрическая головка и рычажная часть. Микрометрическая головка состоит из пятки микровинта 3, стопора 4, стебля 5, барабана 6 и гайки 7 для установки барабана микрометра на нуль.

Рычажная часть включает в себя подвижную пятку 2, шкалу 8 с указателями верхнего и нижнего отклонений поля допуска 9, отводку 10 подвижной пятки и колпачок 11, прикрывающий отверстия, в которые вставляется ключ для установки указателей отклонений 9.

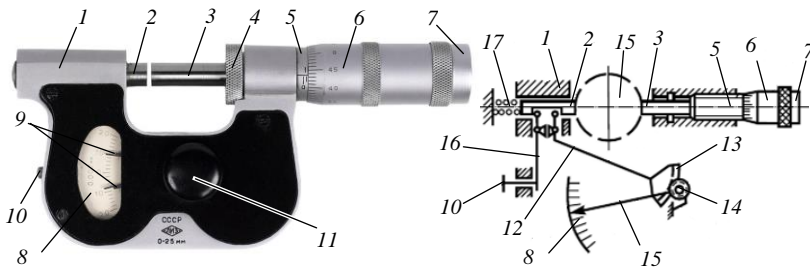


Рис. 2. Общий вид микрометра рычажного и его принципиальная схема:
 1 – корпус; 2 – подвижная пятка; 3 – пятка микрометрического винта; 4 – стопор микрометрического винта; 5 – стебель; 6 – барабан; 7 – гайка для установки барабана микрометра на нуль; 8 – шкала; 9 – указатели верхнего и нижнего отклонений поля допуска; 10 – отводка; 11 – колпачок; 12 – рычаг; 13 – зубчатый сектор; 14 – зубчатое колесо; 15 – стрелка; 16 – рычаг отводки; 17 – пружина

Настройка рычажных микрометров на нуль для измерения абсолютным методом производится следующим образом. Вращают барабан до тех пор, пока не произойдет соприкосновение измерительных поверхностей пяток 2 и 3 (для предела измерения 0–25 мм) или пяток с установочной мерой (для предела измерений 25–50 мм и др.), а стрелка 15 не станет против нулевого штриха. Нулевому положению стрелки должно соответствовать нулевое положение шкалы стебля 5 и шкалы барабана, а нулевой штрих барабана 6 должен совпадать с продольной чертой шкалы стебля 5.

Если такого совпадения нет, необходимо при нулевом положении стрелки 15 застопорить микровинт стопором микрометрического винта 4 и ослабить гайку 7. После этого, поворачивая барабан 6, совместить его нулевой штрих с продольной чертой стебля и затянуть гайку 7. Затем опять проверяется совпадение нулей.

Когда микрометр будет настроен, производят измерение. Измеряемую деталь помещают между измерительными поверхностями пяток и вращают барабан рычажного микрометра до тех пор, пока стрелка 15 не остановится против нулевого штриха, и производят отсчет на микрометрической головке. В этом случае отсчет будет произведен с точностью до 0,01 мм.

Если же рычажный микрометр используют с учетом показаний рычажного механизма, т. е. с точностью более 0,01 мм, то после совмещения стрелки рычажного механизма с нулем поворачивают барабан микрометрической головки до тех пор, пока ближайший к продольному штриху стебля штрих барабана не совместится с ним. Дополнительный поворот барабана вызывает отклонение от нуля стрелки рычажного механизма.

После этого определяют по шкалам микрометрической головки и рычажного механизма размер детали. Целые и сотые доли миллиметра отсчитываются по шкале микрометрической головки, а тысячные – по шкале рычажного механизма.

Настройка рычажного микрометра для измерения относительным методом осуществляется следующим образом. Настройка микрометра на нуль проводится так же, как и при настройке для измерения абсолютным методом.

Дальнейшая настройка производится аналогично настройке рычажной скобы. Процесс измерения деталей и подсчет их действительных размеров тоже аналогичны процессу измерения рычажной скобой.

Кроме описанного микрометра инструментальной промышленностью выпускаются микрометры рычажные типа МРИ (ГОСТ 4381–87).

Цена деления этих микрометров составляет 0,002; 0,005 и 0,01 мм, а пределы измерения – 100–125, 125–150, 150–200, 200–250, 250–300, 300–900, 900–1000, 1000–1200, 1800–2000 мм. В зависимости от пределов измерений допускаемая погрешность микрометров колеблется в диапазоне 5–36 мкм.

Микрометры МРИ с верхним пределом измерения свыше 150 мм имеют передвижные или сменные пятки, обеспечивающие возможность измерения любого размера в диапазоне измерения данного микрометра.

Микрометры МРИ отличаются от микрометров МР тем, что у них может применяться как смонтированное в скобе рычажно-чувствительное отсчетное устройство, так и индикатор часового типа. В этих микрометрах линейные перемещения подвижной пятки передаются на рычажно-зубчатый механизм или непосредственно на стержень индикатора.

1.3. Измерительная пружинная головка (микрокатор)

Измерительная пружинная головка ИГП (микрокатор) (ГОСТ 28798–90) предназначена для точных линейных измерений относительным методом, а также определения отклонений от геометрической формы. При измерении деталей микрокатор закрепляют в стойке. Это наиболее точный из всех рычажно-механических приборов, отличающийся высокой стабильностью показаний.

Отечественная промышленность выпускает семь типов микрокаторов с различной ценой деления и различными пределами измерений. Основные показатели микрокаторов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Метрологические характеристики микрокаторов

Тип	Цена деления, мкм	Предел измерения, мкм	Допускаемая погрешность на любом участке шкалы, мкм	
			Число делений шкалы	
			до 30	свыше 30
0,1 ИГП	0,1	8	0,1	0,15
0,2 ИГП	0,2	12	0,15	0,2
0,5 ИГП	0,5	30	0,25	0,4
1 ИГП	1	60	0,4	0,6
2 ИГП	2	120	0,8	1,2
5 ИГП	5	300	2,0	3,0
10 ИГП	10	600	3,0	5,0

Работа прибора основана на упругих свойствах плоской ленты, скрученной спиралью с середины в противоположные направления, т. е. одна половина имеет правую спираль, другая – левую. В средней части ленты, скрученной таким образом, установлена стрелка. При растяжении ленты стрелка будет поворачиваться в плоскости, перпендикулярной к направлению растяжения ленты.

Общий вид и схема микрокатора показаны на рис. 3.

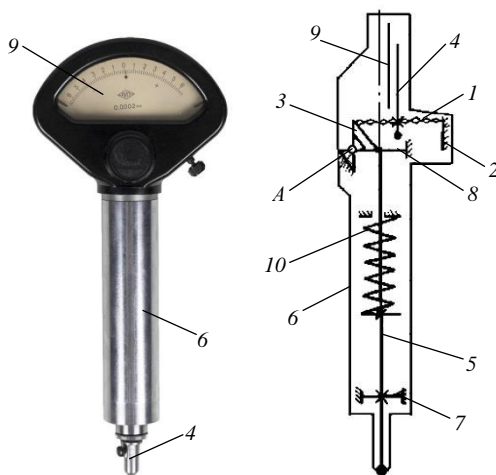


Рис. 3. Общий вид и схема микрокатора:
 1 – пружинная лента; 2 – неподвижный угольник;
 3 – пружинный рычаг; 4 – стрелка; 5 – измерительный стержень;
 6 – корпус; 7, 8 – плоские пружины; 9 – шкала; 10 – пружина
 А – точка качания пружинного рычага

Микрокатор состоит из пружинной ленты 1, скрученной от середины в разных направлениях (правое и левое), прикрепленной с одной стороны к неподвижному угольнику 2, а с другой – к пружинному рычагу 3, который может качаться вокруг точки А. В средней части ленты прикреплена тонкая стрелка 4. Измерительный стержень 5, установленный в корпусе 6 прибора на двух плоских пружинах 7 и 8, совершает поступательное движение.

При перемещении измерительного стержня происходит поворот рычага 3 и растяжение ленты. При растяжении лента 1 раскручивается, что, в свою очередь, вызывает поворот стрелки 4 вокруг оси ленты. Показания снимаются по шкале 9. Измерительное усилие создается пружиной 10.

Для настройки микрокатор закрепляют на стойке (рис. 4). На основании 1 стойки неподвижно закреплены цилиндрическая колонка 2 с резьбой и плоский столик 13. Вдоль по колонке с помощью гайки 3 может перемещаться кронштейн 4 и стопориться в нужном положении винтом 5. Микрокатор 8 с арретиром 12 закрепляется винтом 11 во втулке 10, которая на плоских пружинах 6 подвешена к кронштейну 4. Микроподача микрокатора осуществляется винтом 7. Установка нулевого показания производится с помощью винта 9.

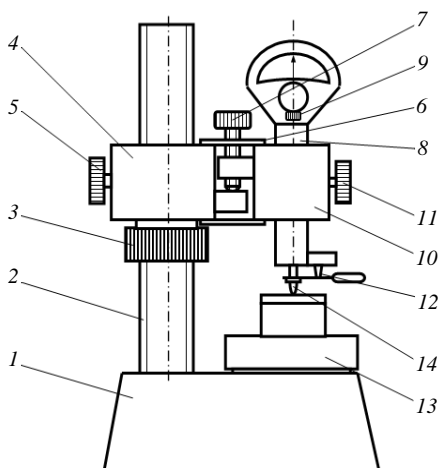


Рис. 4. Общий вид стойки для микрокатора:
 1 – основание; 2 – колонка; 3 – гайка; 4 – кронштейн;
 5, 11 – стопорные винты; 6 – плоская пружина; 7 – винт
 микроподачи; 8 – микрокатор; 9 – винт для установки
 нулевого показания; 10 – втулка; 12 – отводка;
 13 – столик; 14 – измерительный стержень

Настройка микрокатора производится по блоку плоскопараллельных концевых мер длины. Размер блока должен быть равен номинальному размеру измеряемой детали. При настройке микрокатора набранный блок плиток устанавливают на столик 13 и производят грубую, а затем тонкую настройку. Грубая настройка осуществляется перемещением кронштейна 4, на котором закреплен микрокатор, относительно колонки 2, а тонкая – подъемом или опусканием столика 13, на котором установлен блок плиток, пока стрелка микрокатора не будет установлена на нулевое деление шкалы. Для измерения партии одинаковых деталей используют указатели пределов допуска.

1.4. Оптиметр вертикальный

Оптиметр вертикальный относится к рычажно-оптическим приборам. Принцип работы его основан на применении наряду с механическим так называемого оптического рычага.

Вертикальный оптиметр применяется в лабораториях точных измерений, в контрольно-измерительных пунктах цехов, непосредственно в цехах, где требуется высокая точность измерений. На нем можно производить измерения концевых плоскопараллельных мер длины, калибров, шариков, толщин листов, диаметров проволоки и т. д.

Предназначен вертикальный оптиметр для измерений наружных линейных размеров. Пределы измерения прибора при измерении длины составляют 0–180 мм, а при измерении диаметров – 0–150 мм. Пределы измерения по шкале прибора – $\pm 0,1$ мм. Цена деления шкалы равна 0,001 мм. Погрешность прибора не должна превышать $\pm 0,0003$ мм в пределах всего участка шкалы.

Общий вид и оптическая схема оптиметра представлены на рис. 5.

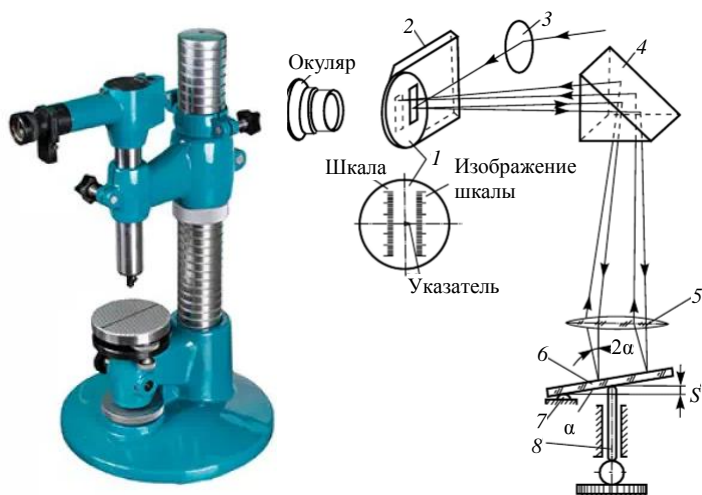


Рис. 5. Общий вид и схема вертикального оптиметра:
1 – сетка; 2, 4 – призмы; 3, 6 – зеркало; 5 – объектив;
7 – опора зеркала; 8 – измерительный стержень

В трубке оптиметра установлены измерительная головка с колебательной системой и оптические детали системы.

Оптиметр состоит из сетки 1, призмы 2, зеркала 3, призмы 4, объектива 5, зеркала 6, опоры зеркала 7, измерительного стержня 8 и окуляра. Осветительная система состоит из зеркала 3 в оправе и призмы 2, установленной в рамке окуляра.

Сетка 1 представляет собой стеклянную плоскопараллельную пластинку со шкалой и индексом, причем деления шкалы нанесены на одной половине пластинки, а индекс – на другой. Шкала со стороны окуляра закрыта призмой 2 так, что через нее можно видеть только индекс и изображение шкалы, отраженное от зеркала 6.

Измерительная головка с колебательной системой помещается в нижней части цилиндрического колена трубки. Наружу выступает часть измерительного стержня 8, на котором крепится наконечник.

В верхней части измерительной головки установлено зеркало 6, опирающееся нижней плоскостью оправы на опору, состоящую из трех шариков. Два из них неподвижны и образуют ось качания зеркала, третий укреплен на верхнем конце измерительного штифта, перемещающегося вдоль своей оси.

Пружинами зеркало притягивается к шарикам, поэтому, когда измерительный стержень 6 перемещается вдоль оси, зеркало 6, следуя за ним, поворачивается на некоторый угол. Натяжение пружин создает измерительное усилие в пределах 1,8–2 Н.

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

При осевом перемещении измерительного стержня оптиметра зеркало 6 будет отклоняться на некоторый угол α , вследствие чего изображение шкалы в поле зрения окуляра также будет перемещаться относительно неподвижного индекса.

Механические и оптические соотношения всей системы оптиметра подобраны таким образом, что видимое в окуляр смещение шкалы на одно деление соответствует осевому перемещению измерительного штифта на 0,001 мм. Шкала оптиметра имеет 200 делений, расположенных симметрично по обе стороны от нуля.

Настройка и метод измерения на оптиметре такой же, как и на микрокаторе, т. е. настраивается по блоку концевых мер, равному номинальному размеру измеряемой детали.

При измерениях на штифте оптиметра закрепляется соответствующий наконечник. Так как контакт между измеряемым изделием и

наконечником должен быть по наименьшей поверхности, приближаясь к точке или линии, то при измерении изделий с плоскими поверхностями следует пользоваться сферическими наконечниками, а при измерении изделий с цилиндрическими поверхностями – плоскими или ножевидными.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

При выполнении лабораторной работы необходимо:

- 1) изучить устройство, область применения и настройку приборов для точных измерений наружных размеров деталей;
- 2) произвести настройку изучаемых средств измерения;
- 3) ознакомиться с чертежом измеряемой детали;
- 4) составить эскиз измеряемой детали;
- 5) измерить размеры детали, указанные на эскизе (рис. 6).

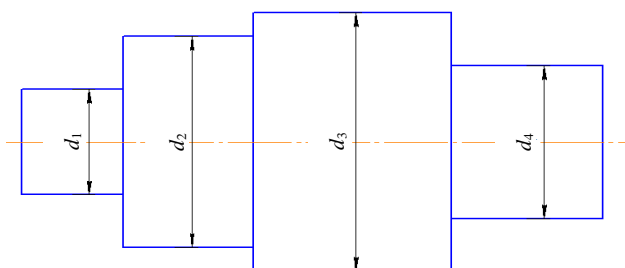


Рис. 6. Эскиз измеряемой детали

При определении размеров цилиндрической детали измерение нужно произвести в трех сечениях и в каждом сечении в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 7). Результаты измерений внести в табл. 3.

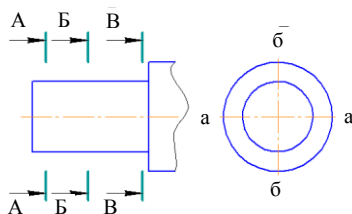


Рис. 7. Схема измерений детали

Таблица 3. Результаты измерений цилиндрических деталей, мм

Размер по чертежу	Средство измерения	По схеме измерений		Результаты измерений				Овальность	Конусность	Бочкообразность	Предельные отклонения	
		Сечение	Направление	Измерение			Среднее значение				верхнее	нижнее
				1	2	3						
		А-А	а-а									
			а-а									
		Б-Б	а-а									
			б-б									
		В-В	а-а									
			б-б									

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что относят к приборам для точных измерений наружных размеров деталей?
2. Для чего применяются приборы для точных измерений наружных размеров деталей?
3. Опишите устройство скобы рычажной.
4. Опишите порядок настройки и снятия показаний скобы рычажной.
5. Опишите устройство рычажного микрометра.
6. Опишите порядок настройки и снятия показаний рычажного микрометра.
7. Опишите устройство микрокатора.
8. Опишите порядок настройки и снятия показаний микрокатора.
9. Опишите устройство оптиметра вертикального.
10. Опишите порядок настройки и снятия показаний оптиметра вертикального.
11. Какие методы измерения применяются при измерении приборами для точных измерений наружных размеров деталей?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анухин, В. И. Допуски и посадки : учеб. пособие / В. И. Анухин. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 256 с.
2. Колчков, В. И. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. / В. И. Колчков. – Москва : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013. – 432 с.
3. Ганевский, Г. М. Допуски и посадки и технические измерения в машиностроении : учеб. пособие / Г. М. Ганевский, И. И. Гольдин. – Москва : ПрофОбрИздат, 2002. – 288 с.
4. Соломахо, В. Л. Нормирование точности и технические измерения : учеб. пособие / В. Л. Соломахо, Б. В. Цитович, С. С. Соколовский. – Минск : Изд-во Гревцова, 2011. – 360 с.
5. Метрология, стандартизация, сертификация : учеб. пособие / А. И. Аристов [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2012. – 256 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Краткое описание конструкции приборов и их настройка	4
1.1. Скоба рычажная	4
1.2. Микрометр рычажный	6
1.3. Измерительная пружинная головка (микрокатор)	8
1.4. Оптиметр вертикальный	11
2. Порядок выполнения работы	13
Контрольные вопросы	14
Библиографический список	15