

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Куижева Санда Кузбавовна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.08.2023 21:26:32  
Уникальный программный ключ:  
71183e1134cf9cfa69b206d480271b3c1a975e6f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»  
в поселке Яблоновском  
Политехнический колледж**

**Методические рекомендации  
по выполнению практических работ  
по дисциплине МДК 04.01 «Слесарное дело»  
по разделу "Контрольно – измерительные инструменты "  
для специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт  
двигателей, систем и агрегатов автомобилей**

Составил преподаватель Кончаков А.А.

Яблоновский, 2020

УДК 683.3(07)  
ББК 34.671  
М 54

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>Практическое занятие №1 Метрологическая поверка средств измерения.....</b>	<b>4</b>
<b>Практическое занятие №2 Измерение геометрических размеров.....</b>	<b>6</b>
<b>Практическое занятие №3 Контроль работы оборудования для измерения геометрических размеров.....</b>	<b>18</b>
<b>Практическое занятие №4 Измерение состава и свойств жидкостей.....</b>	<b>21</b>
<b>Практическое занятие №5 Измерения шаблонами, щупами и угломерами.....</b>	<b>24</b>
<b>Практическое занятие №6 Измерения штангенциркулем ШЦ-1, ШЦ-2.....</b>	<b>32</b>
<b>Практическое занятие №7 Измерения микрометрами различных типов.....</b>	<b>41</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>45</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Практические работы по дисциплине МДК.04.01 «Слесарное дело» составляют важную часть профессиональной практической подготовки выпускников по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей».

Выполнение студентами практических заданий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитию информационных умений: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.
- выработку таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

### **Основной целью**

выполнения практических работ по МДК 01.01 «Слесарное дело» является формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

- закрепление у студентов теоретических знаний;
- освоение необходимых умений и способов деятельности;
- формирование исследовательского и (или) практического опыта через включение студентов в различные виды деятельности.

### **Задачи** выполнения практических работ

- закрепление у учащихся теоретических знаний;
- освоение необходимых умений и способов деятельности;
- формирование исследовательского и (или) практического опыта через включение учащихся в различные виды деятельности.

**В результате** освоения учебной дисциплины обучающийся должен

### **уметь:**

- проводить разметку деталей;
- выполнять основные слесарные операции;
- правильно подбирать инструменты для различных слесарных операций;
- правильно производить заточку режущего инструмента;
- определять допустимые размеры детали;
- различать виды посадок деталей и полей допусков;
- выполнять расчет длины заготовки при гибке и клепке;
- выбирать абразивные материалы для обработки деталей;
- определять шероховатость поверхности от вида обработки.

## Практическое занятие №1

### Тема: Метрологическая поверка средств измерения

**Цель:** Научиться определять погрешность измерений и класс точности приборов (проводить метрологическую поверку средств измерений).

#### Оборудование и материалы.

1. Вольтметр стрелочный.
2. Мультиметр цифровой
2. Источник постоянного напряжения.
3. Учебная литература.

#### Задание.

1. Подключить стрелочный вольтметр и цифровой мультиметр к источнику постоянного напряжения параллельно.
2. Записать показания обоих приборов.
3. Рассчитать абсолютную, относительную и приведённую погрешность стрелочного прибора (за образцовый принимаем цифровой мультиметр).
5. Ответить на контрольные вопросы.

### Теоретические сведения

**Поверка СИ - поверка средств измерений** - выполнение определенных операций, которые необходимо выполнить в целях определения - соответствуют средства измерений заявленным метрологическим требованиям или нет.

Средства измерений, которые будут применяться в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, перед началом эксплуатации и в случае ремонта, по его окончании должны проходить первичную поверку, а в период эксплуатации - должны проходить периодическую поверку.

Те лица кто использует средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, а это могут быть как индивидуальные предприниматели так и юридические лица, однозначно должны вовремя проводить поверку данных средств измерений.

**Основная цель поверки средств измерений** это - в строгом соответствии с разработанным и утвержденным порядком осуществить передачу рабочим средствам измерений (РСИ) размер единиц величин от исходных эталонных средств .

Основной метрологической характеристикой измерительных приборов и измерительной цепи в целом является погрешность измерения.

Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемого параметра.

Различают случайные, грубые и систематические погрешности.

Случайные погрешности изменяются случайным образом при многократных измерениях одного и того же параметра. Они принципиально не могут быть устранены или учтены при измерениях.

Грубые погрешности возникают при неправильной организации процесса измерения (например, из-за неправильной эксплуатации измерительных приборов, неправильного отсчета показаний, выхода из строя какого-либо элемента), такие погрешности могут быть обнаружены и устранены.

Систематические погрешности - погрешности изменяются закономерно или остаются постоянными при многократных измерениях одного и того же параметра. Они вызваны недостатками методов измерения и конструкций измерительных приборов. Систематические погрешности могут быть вычислены, следовательно, учтены в результатах измерений.

Погрешность измерения определяют по абсолютной величине разности между измеренным и истинным значениями параметра, это абсолютная погрешность измерения.

$$X = X_{и} - X,$$

где  $X$  – абсолютная погрешность;

$X_i$  - результат измерения;

$X$  - истинное значение параметра.

Поскольку истинное значение измеряемого параметра нельзя измерить абсолютно точно, то для оценки погрешности измерения вместо неизвестного истинного значения измеряемого параметра  $X$  обычно используют результат измерения его более точным прибором или его значение, найденное теоретически.

Абсолютная погрешность неудобна для сравнения точности различных измерений. Так ошибка в 1 г, при взвешивании массы в 10 г значительно более существенна, чем при взвешивании массы в 1 кг, хотя абсолютная погрешность в обоих случаях одинакова. Поэтому вводится понятия относительной погрешности.

Относительная погрешность измерения – это отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемого параметра т.е.

$$\delta = \frac{X_i - X}{X}$$

Относительная погрешность в отличие от абсолютной, - безразмерная величина и выражается в %.

Погрешность измерительных приборов оценивают по приведенной погрешности, которая определяется как отношение абсолютной погрешности  $X$  к некоторой постоянной нормирующей величине .

В качестве нормирующей величины обычно принимают диапазон измерения.

Приведенная погрешность безразмерная величина, выраженная в %, она пропорциональна абсолютной погрешности, поэтому, если абсолютная погрешность измерительного прибора постоянна во всем диапазон измерения, то приведенная будет также постоянной.

Следовательно она характеризует точность измерительного прибора независимо от значения измеряемого параметра и ее считают основной метрологической характеристикой измерительного прибора.

Приведенная погрешность изменяется под действием изменения окружающей температуры, давления, вибрации и т. д. В связи с этим для каждого прибора регламентируют нормальные условия эксплуатации (температуру, влажность, напряжение питания и т.д)

Погрешность измерительного прибора при его эксплуатации в нормальных условиях является основной, а при отклонении от нормальных условий – дополнительной.

Наличие различных показателей точности – абсолютной и приведенной, основной и дополнительной погрешностей, затрудняет сравнение измерительных приборов. Необходима обобщенная характеристика их метрологических свойств. Такой характеристикой является класс точности измерительного прибора.

Класс точности – это максимально допустимая приведенная погрешность (в процентах) при нормальных условиях эксплуатации.

Часто в качестве нормирующего значения для приведенной погрешности принимают верхний предел измерения прибора. Для многих средств измерений по приведенной погрешности устанавливают класс точности прибора. Например, прибор класса 0,5 может иметь основную приведенную погрешность, не превышающую 0,5%.

Измерительные приборы могут быть следующих классов точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

### **Проведение опыта**

Собрать схему (Рис. 1.).

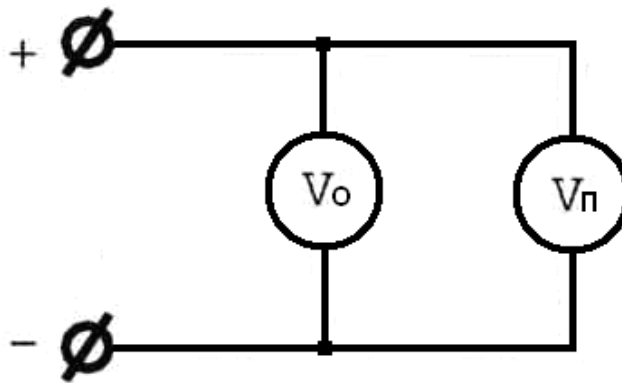


Рис. 1

$V_0$  - контрольный вольтметр;  $V_п$  - поверяемый вольтметр.

Включить блок питания в сеть на напряжение 12 В постоянного тока  
 Изменять регулятором величину напряжения, (величина контролируется по вольтметру  $V_0$ ) до получения измеряемого напряжения на приборе  $V_п$ .  
 Провести необходимое для расчетов количество замеров.  
 По окончании работы вернуть показания аппаратов в исходное положение и отключить питание.

### Обработка результатов опыта

Вычислить по результатам измерения абсолютную погрешность в нескольких точках шкалы поверяемого вольтметра;  
 Вычислить приведенную погрешность поверяемого вольтметра.  
 Определить класс точности поверяемого вольтметра и сравнить его с классом точности, нанесенного на шкале поверяемого вольтметра.  
 Оформить результаты в виде протокола поверки.

### ПРОТОКОЛ поверки вольтметра

тип .....  
 зав.№ .....  
 класс точности .....  
 нижний предел измерения .....  
 верхний предел измерения .....  
 цена деления шкалы .....

$U_0$ , В  
 $U_п$ , В  
 $\Delta U$ , В  
 $\gamma$ , %

### Практическое занятие № 2

#### Тема: Измерение геометрических размеров.

**Цель работы:** Познакомиться с современным рядом измерительных инструментов (калибры, штангенинструменты, микрометры), используемых в приборостроении для измерения и контроля геометрических размеров деталей; получить практические навыки работы с данными инструментами.

#### Оборудование, применяемые приборы и инструмент

При выполнении работы используются:

1. меры длины концевые плоскопараллельные (набор № 1 кл.1 ГОСТ 13762-80);
2. штангенциркули с точностью отсчета 0,1; 0,05 мм; цифровой штангенциркуль
3. штангенрейсмас;
4. штангенглубиномеры;
5. калибры гладкие;

- 6. калибры предельные;
- 7. плиты поверочные 400400 и 630400 (ГОСТ 10905-75).

## Общие сведения

### 1. Методы измерения

Для обеспечения высокого качества изделий необходимо, чтобы все параметры деталей (размеры, предельные отклонения форм, расположения поверхностей и др.) были выполнены с заданной точностью.

В технике эти параметры проверяют двумя способами - измерением и контролем.

Измерением называют нахождение физической величины (длины, массы, электрического сопротивления и т.д.) с помощью специальных технических средств.

При контроле обычно не находят действительные величины, а устанавливают, что они находятся в заданных пределах.

Измерения могут быть прямыми и косвенными. При прямом измерении величину находят непосредственно, например угол при измерении - угломером, длину - линейкой. При косвенном измерении величину находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям (например, находят угол по измеренным длинам катета и гипотенузы). Косвенные измерения в некоторых случаях позволяют получить более точные результаты, чем прямые.

Применяют различные методы измерений. Методом непосредственной оценки (абсолютное измерение) определяют измеряемую величину непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора. Например, определение диаметра вала микрометром, штангенциркулем.

Метод сравнения с мерой (относительное измерение) заключается в сравнении измеряемой величины с известной. При относительных измерениях определяемую величину сравнивают известной мерой, или эталоном.

Например, таким методом можно определить высоту  $H$  детали. Вначале на измерительный столик 1 (рис. 1, а) устанавливают блок концевых мер 4 или эталон, имеющие известный размер  $h$ .

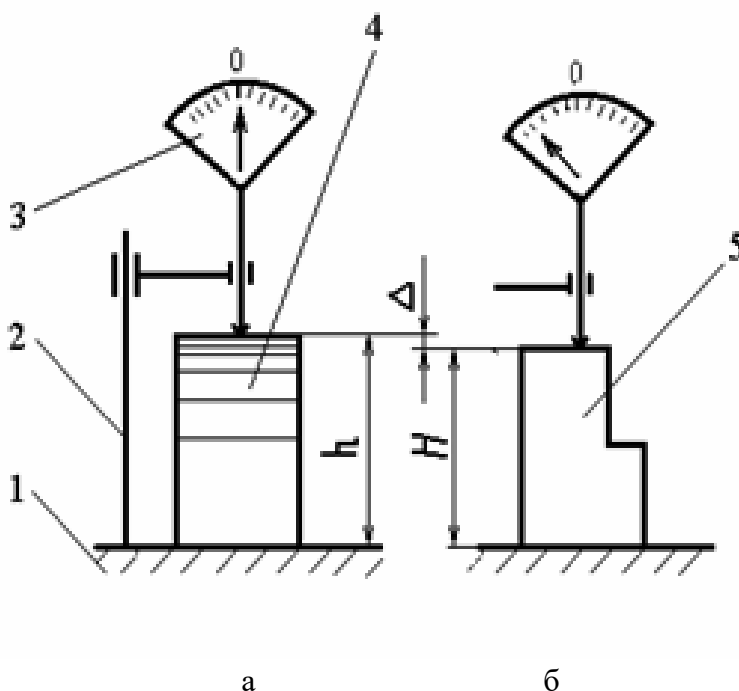


Рис.1. Пример относительного измерения: а настройка по эталону;  
б – измерение размеров деталей

### 2. Плоскопараллельные концевые меры длины

Наиболее точным средством измерения длины в машиностроении являются плоскопараллельные концевые меры длины - плитки. Их применяют для проверки точности измерительных приборов и инструментов, установки приборов на нуль отсчета, непосредственных измерений и т.д. Концевые меры длины представляют собой набор прямоугольных брусков из твердого сплава с различными размерами  $L$  (рис. 2 а), у которых две противоположные измерительные грани строго параллельны.

Точно выполненные поверхности брусков обладают способностью притираться (сцепляться) силами молекулярного притяжения, что позволяет собирать их в блоки разных размеров.

Притираемость и высокая точность - свойство концевых мер, определяющий их ценность как измерительных средств. Меры по точности изготовления делят на четыре класса: 0, 1, 2 и 3-й. Для мер, находящихся в эксплуатации, предусмотрены дополнительно 4-й и 5-й классы. В зависимости от предельной погрешности аттестации размеров мер их делят на пять разрядов: с 1-го по 5-й. В аттестате указывают номинальный размер концевой меры, отклонение от номинального размера в микрометрах и разряд, к

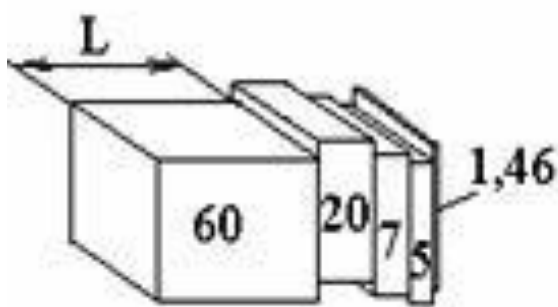


Рис.2 а

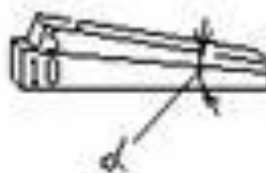


Рис.2 б

которому отнесен поверяемый набор мер. При пользовании аттестованными мерами за размер каждой из них принимают действительный размер, указанный в аттестате. В этом случае отклонения размера мер не будут влиять на точность измерения независимо от их принадлежности к тому или иному классу точности. Применение мер по разрядам с учетом их действительных размеров позволяет производить более точные измерения. По аналогии с концевыми мерами длины созданы угловые меры (рис.2 б).

### 3. Штангенинструменты

К распространенным средствам измерения относятся различные штангенинструменты: штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы.

#### Измерение размеров деталей с помощью штангенциркуля

Для измерения и контроля деталей с большей точностью применяют штангенциркули. Они предназначены для измерения наружных и внутренних размеров деталей и глубины отверстий, пазов, канавок.

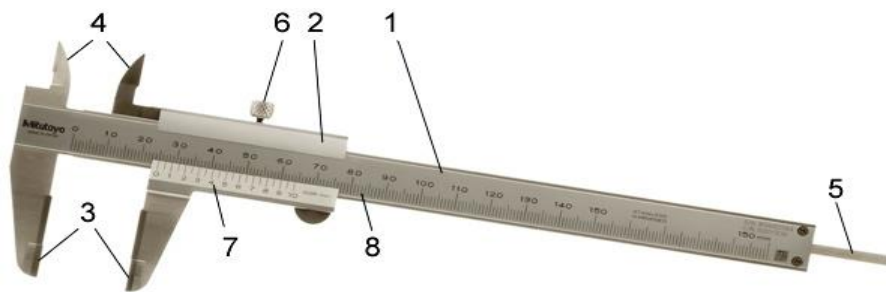
Штангенциркули бывают разных типов и отличаются пределами и точностью измерения.

Штангенциркуль ШЦ-1 с пределами измерения от 0 до 125 мм и точностью -0,1 мм.

#### Устройство механического штангенциркуля (см. рис. 3).

Устройство двустороннего штангенциркуля с глубиномером представлено на рисунке. Пределы измерений этого инструмента составляют 0—150 мм. С его помощью можно измерять как наружные, так и внутренние размеры, глубину отверстий с точностью до 0,05 мм.





**Рис.3. штангенциркуль ШЦ - 1**

**Основные элементы**

- 1.Штанга.
- 2.Рамка.
- 3.Губки для наружных измерений.
- 4.Губки для внутренних измерений.
- 5.Линейка глубиномера.
- 6.Стопорный винт для фиксации рамки.
- 7.Шкала нониуса. Служит для отсчета долей миллиметров.
- 8.Шкала штанги.

Губки для внутренних измерений 4 имеют ножевидную форму. Благодаря этому размер отверстия определяется по шкале без дополнительных вычислений.

Если губки штангенциркуля ступенчатые, как в устройстве ШЦ-2, то при измерении пазов и отверстий к полученным показаниям необходимо прибавлять их суммарную толщину.

Величина отсчета по нониусу у различных моделей инструмента может отличаться.

Так, например, у ШЦ-1 она составляет 0,1 мм, у ШЦ-II 0,05 или 0,1 мм, а точность приборов с величиной отсчета по нониусу 0,02 мм приближается к точности микрометров. Конструктивные отличия в устройстве штангенциркулей могут быть выражены в форме подвижной рамки, пределах измерений, например: 0–125 мм, 0–500 мм, 500–1600 мм, 800–2000 мм и т.д.

Точность измерений зависит от различных факторов: величины отсчета по нониусу, навыков работы, исправного состояния инструмента.

В настоящее время выпускаются *штангенциркули* со стрелкой на круговой шкале (рис. 4) и с цифровой индикацией (рис.5). У этих приборов закрепляют на штанге рейку, а на рамке - зубчатое колесо, которое поворачивается вместе со стрелкой.



**Рис.4 Штангенциркуль со стрелкой на круговой шкале**

В штангенциркулях с цифровой индикацией зубчатое колесо связано с круговым фотоэлектрическим преобразователем, который выдает 1000 импульсов за один оборот колеса. Импульсы регистрируются на световом табло штангенциркуля.



**Рис. 5 Штангенциркуль с цифровой индикацией**

### **Правила обращения со штангенциркулем**

1. Перед началом работы протереть штангенциркуль чистой тканью, удалив смазку и пыль. Нельзя очищать инструмент шлифовальной шкуркой или ножом.
2. Нельзя класть инструмент на нагревательные приборы.
3. Измерять можно только чистые детали без задиrow, заусенцев, царапин. Руки также должны быть чистыми и сухими.
4. Губки штангенциркуля имеют острые концы, поэтому при измерении соблюдайте осторожность.
5. Не допускайте перекоса губок штангенциркуля. Фиксируйте их положение зажимным винтом.
6. При чтении показаний на измерительных шкалах держите штангенциркуль прямо перед глазами.

### **Порядок проведения измерений**

Губки штангенциркуля плотно с небольшим усилием, без зазоров и перекосов прижимают к детали.

Определяя величину наружного диаметра цилиндра (вала, болта и т. д.), следят за тем, чтобы плоскость рамки была перпендикулярна его оси.

При измерении цилиндрических отверстий губки штангенциркуля располагают в диаметрально противоположных точках, которые можно найти, ориентируясь по максимальным показаниям шкалы. При этом плоскость рамки должна проходить через ось отверстия, т.е. не допускается измерение по хорде или под углом к оси.

Чтобы измерить глубину отверстия, штангу устанавливают у его края перпендикулярно поверхности детали. Линейку глубиномера выдвигают до упора в дно при помощи подвижной рамки.

Полученный размер фиксируют стопорным винтом и определяют показания.

Работая со штангенциркулем, следят за плавностью хода рамки. Она должна плотно, без покачивания сидеть на штанге, при этом передвигаться без рывков умеренным усилием, которое регулируется стопорным винтом. Необходимо, чтобы при совмещенных губках нулевой штрих нониуса совпадал с нулевым штрихом штанги. В противном случае требуется

переустановка нониуса, для чего ослабляют его винты крепления к рамке, совмещают штрихи и вновь закрепляют винты.

### Определение показаний по нониусу (рис. 6, а).

Для определения показаний штангенциркуля необходимо сложить значения его основной и вспомогательной шкалы.

1. Количество целых миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо.

Указателем служит нулевой штрих нониуса.

2. Для отсчета долей миллиметра необходимо найти тот штрих нониуса, который наиболее точно совпадает с одним из штрихов основной шкалы.

После этого нужно умножить порядковый номер найденного штриха нониуса (не считая нулевого) на цену деления его шкалы.

3. Результат измерения равен сумме двух величин: числа целых миллиметров и долей мм.

Если нулевой штрих нониуса точно совпал с одним из штрихов основной шкалы, полученный размер выражается целым числом.

Шкала прибора с ценой деления 0,05 мм представлена ниже.

Для примера приведены два различных показания. Первое составляет  $6 \text{ мм} + 0,45 \text{ мм} = 6,45 \text{ мм}$ , второе —  $1 \text{ мм} + 0,65 \text{ мм} = 1,65 \text{ мм}$ .

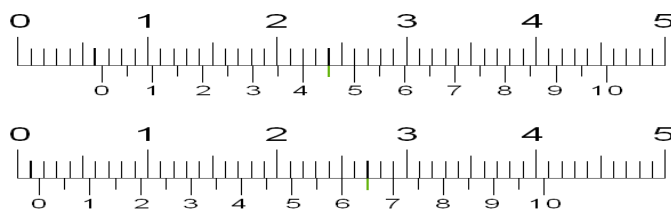


Рис. 6, а. Определение показаний по нониусу

### Измерение внутренних размеров и глубины (см. рис.6, б).

Внутренние размеры детали измеряют с помощью заострённых губок штангенциркуля. Для этого достаточно привести их в сомкнутое состояние и поместить в измеряемую деталь. После этого вспомогательные губки разводятся. Перед определением результата проверяют соблюдение тех же условий, что и при считывании показаний при измерении наружных размеров.

Для определения глубины отверстия достаточно поместить в него расположенный на торце штангенциркуля глубиномер. После этого необходимо начать раздвигать основные губки до тех пор, пока глубиномер не упрётся в поверхность. Как только это произошло, можно считывать показания прибора. Таким же образом определяются размеры выступов.

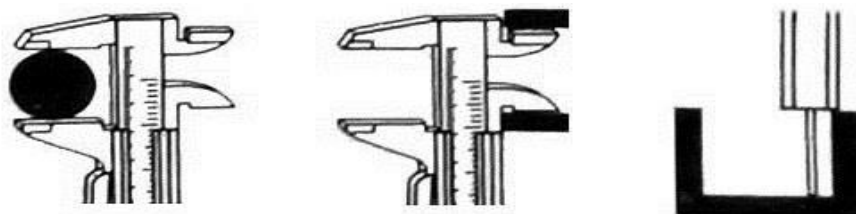
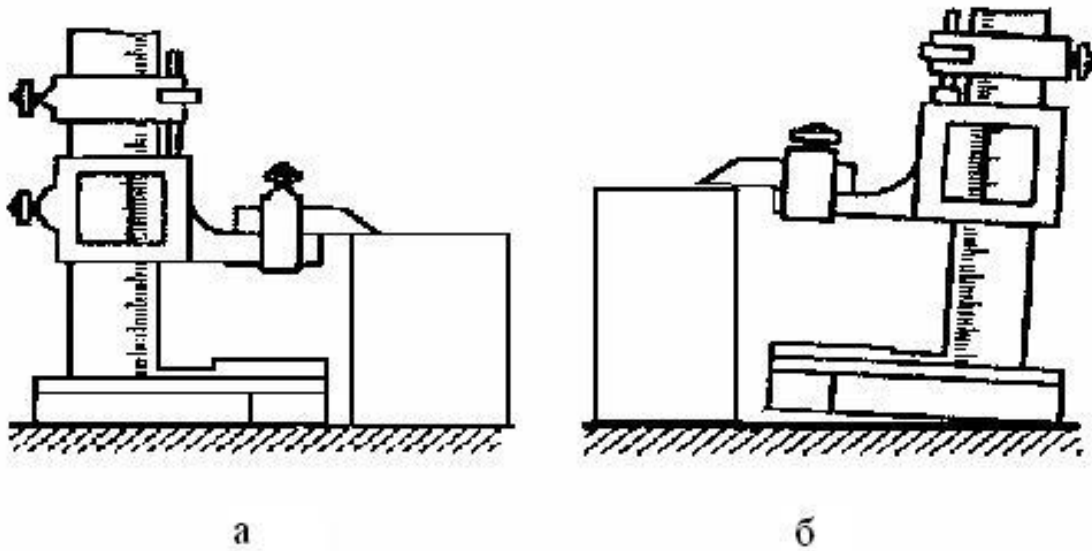


Рис. 6, б. Измерение внутренних размеров и глубины

**Штангенрейсмас** (рис. 7) применяется для измерения высоты детали на плите и для разметочных работ. При его использовании рамку на деталь следует надвигать сверху, чтобы избежать ошибок при измерении (рис. 7, б).



**Рис.7. Штангенрейсмас** установлен при измерении:  
а – правильно, б - неправильно

#### 4.Микрометры

##### **Измерение размеров деталей при помощи микрометра (см. рис.8).**

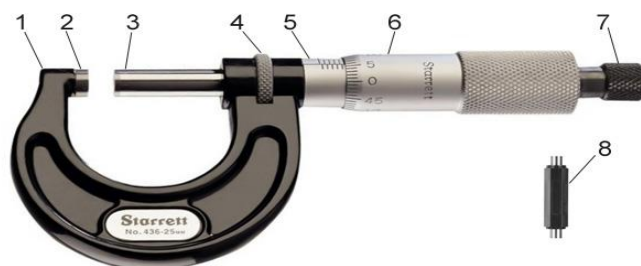
Микрометр – высокоточный прибор, предназначенный для измерения линейных величин абсолютным методом.

Чтобы определить его показания, необходимо просуммировать значения шкалы стебля и барабана.

Указателем при отсчете по шкале 2 стебля служит торец барабана, продольный штрих 1 является указателем для круговой шкалы 3.

Пронумерованная шкала стебля показывает количество миллиметров, а его дополнительная шкала служит для подсчета половин миллиметров.

##### **Устройство гладкого микрометра типа МК-25**



**Рис. 8. Микрометр 0 – 25 мм**

**Основные элементы гладкого микрометра** представлены на рисунке 8.

1. Скоба. Она должна быть жесткой, поскольку её малейшая деформация приводит к соответствующей ошибке измерения.
2. Пятка. Она может быть запрессована в корпус, а может быть сменной у микрометров с большим диапазоном измерений (500 – 600 мм, 700 – 800 мм и т.д.).
3. Микрометрический винт, который перемещается при вращении трещотки 7.
4. Стопорное устройство. У микрометра на рисунке оно выполнено в виде винтового зажима. Используется для фиксации микрометрического винта при настройке прибора или снятии показаний.

5. Стебель. На него нанесены две шкалы: пронумерованная (основная) показывает количество целых миллиметров, дополнительная – количество половин миллиметров.
6. Барабан, по которому отсчитывают десятые и сотые доли миллиметра. Торец барабана также является указателем для шкалы стебля 5.
7. Трещотка для вращения микрометрического винта 3 и регулировки усилия, прикладываемого к измерительным поверхностям прибора.
8. Эталон, который служит для проверки и настройки инструмента.

Не предусмотрен для микрометров МК-25.

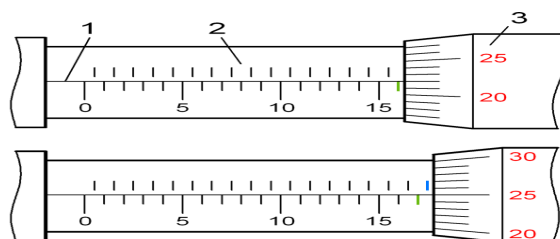
### Порядок измерения микрометром

Рабочие поверхности микрометра разводят на величину чуть большую, чем размер измеряемой детали, иначе при работе можно её поцарапать. Дело в том, что торцевые поверхности пятки и микрометрического винта имеют высокую твердость для устойчивости к истиранию. Пятку слегка прижимают к детали и вращают микрометрический винт с помощью трещотки до соприкосновения его с измеряемой поверхностью. Трещотка служит для регулирования усилия натяга – делается обычно 3 – 5 щелчков. Положение микрометрического винта фиксируют с помощью стопорного устройства для того, чтобы не сбить показания при считывании значений со шкалы.

В процессе работы с микрометром его следует держать за скобу таким образом, чтобы была видна шкала стебля, и показания можно было снять на месте.

При измерении диаметра вала, измерительные поверхности нужно выставлять в диаметрально противоположных точках. При этом пятка прижимается к валу, а микрометрический винт, который медленно вращают трещоткой, последовательно выравнивается в двух направлениях: осевом и радиальном. После работы необходимо проверить точность инструмента с помощью эталона.

### Определение показаний прибора (см. рис. 9).



**Рис. 9. Определение показаний прибора**

Отметим последний полностью открытый барабаном штрих миллиметровой шкалы стебля. Его значение составляет целое число миллиметров, и на рисунке он обозначен зеленым цветом. Если правее этого штриха имеется открытый штрих дополнительной шкалы (выделен голубым), нужно прибавить 0,5 мм к полученному значению.

При отсчете показаний круговой шкалы 3 в расчет берут то её значение, которое совпадает с продольным штрихом 1.

На верхнем изображении показания прибора составляют:

1.  $16 + 0,22 = 16,22$  мм.
2.  $17 + 0,5 + 0,25 = 17,75$  мм.

Распространенной ошибкой является случай, когда неверно учитывают (или не учитывают) величину 0,5 мм. Это связано с тем, что ближайший к барабану штрих дополнительной шкалы открыт частично. При необходимости вы можете проверить себя с помощью штангенциркуля

### Контрольные вопросы

3. Указать правила обращения со штангенциркулем.
4. Изучить и описать порядок проведения измерений штангенинструментом.
5. Указать методику определения показаний штангенциркуля по нониусу.
6. Изучить и описать порядок проведения измерений микрометром.
7. Указать методику определения показаний микрометром.

## 5. КОНТРОЛЬ ПОВЕРОЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Деталь в процессе изготовления необходимо контролировать. Различают два основных вида контроля:

- при помощи поверочных инструментов;
- при помощи универсального измерительного инструмента.

К поверочным инструментам относятся поверочные линейки и плиты, угольники, шаблоны, щупы, различные калибры. В отличие от измерительных поверочные инструменты указывают только на отклонения в размерах и форме деталей, но не показывают значение этих отклонений.

Для контроля прямолинейности, плоскостности и взаимного расположения поверхностей применяют поверочные линейки и плиты.

Поверочные линейки выполняются двух основных типов: лекальные и линейки с широкими рабочими поверхностями.

Проверка прямолинейности поверхности деталей лекальными линейками производится, как правило, по способу «световой щели» («на просвет»). При этом лекальную линейку накладывают острой кромкой на проверяемую поверхность, а источник света помещают за деталью. Линейку держат строго вертикально на уровне глаз. Наблюдая за просветом между линейкой и поверхностью детали в разных местах по длине линейки, определяют степень прямолинейности поверхности: чем больше просвет, тем больше отклонение от прямолинейности.

Проверка прямолинейности и плоскостности линейками с широкими рабочими поверхностями выполняется обычно способом «пятен» — «на краску». При проверке «на краску» рабочую поверхность линейки покрывают тонким слоем краски (суриком, сажой), затем осторожно накладывают линейку на проверяемую поверхность и плавно, без нажима перемещают ее. После этого линейку также осторожно снимают и по расположению и количеству пятен краски на проверяемой поверхности судят о ее плоскостности. При хорошей плоскостности пятна краски располагаются равномерно по всей поверхности. Чем больше пятен на поверхности квадрата 25X25 мм, тем лучше плоскостность.

Поверочные плиты применяют главным образом для проверки больших поверхностей деталей способом «на краску», а также используют в качестве вспомогательных приспособлений при контроле деталей. Проверка плоскостности поверхностей деталей «на краску» при помощи поверочных плит производится так же, как и линейками с широкими рабочими поверхностями.

Для контроля наружных и внутренних прямых углов деталей при их изготовлении широко применяются поверочные угольники. Они выпускаются трех классов точности: 0, 1, 2. Наиболее точные — угольники класса 0.

При проверке наружных прямых углов угольник накладывают на проверяемую деталь внутренней частью, а при проверке внутренних углов — наружной частью. Приложив угольник к одной стороне проверяемого угла, совмещают его вторую сторону с другой стороной угольника. По просвету между сторонами угольника и проверяемого угла судят о точности этого угла.

Для проверки сложных профилей поверхностей обрабатываемых деталей используют шаблоны. Они могут иметь самую разнообразную форму, которая зависит от формы контролируемой поверхности детали. Проверка производится уже известными способами: «на просвет» или «на краску». Более широкое применение получил первый способ. Проверка «на краску» обычно производится в том случае, если нельзя проверить «на просвет», например при контроле выемок, глухих мест и т.д.

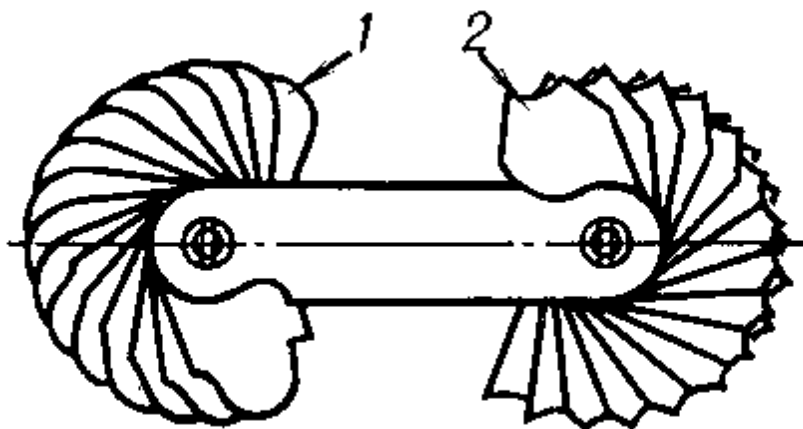


Рис.10. Набор радиусных шаблонов: 1 — выпуклых; 2 — вогнутых.

Радиусы выпуклых и вогнутых поверхностей от 1 до 25 мм проверяют радиусными шаблонами, которые комплектуются в наборы. Например, набор № 1 имеет девять выпуклых и девять вогнутых шаблонов с радиусами 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм. Размер радиуса закруглений контролируют «на просвет», совмещая профиль шаблона с проверяемым профилем. С помощью резьбовых шаблонов проверяют профили резьб. Эти шаблоны комплектуются в два набора: для метрической резьбы с углом профиля  $60^\circ$  и для дюймовой резьбы с углом профиля  $55^\circ$ . На каждом шаблоне, входящем в тот или другой набор, указывается шаг резьбы.

Для проверки размеров зазоров между сопряженными поверхностями деталей используют щупы. Они представляют собой набор заключенных в обойму мерных стальных, точно обработанных пластинок, которые имеют толщину от 0,03 до 1 мм и длину 50, 100 или 200 мм.

Размер зазора проверяют, вводя в него поочередно пластинки различной толщины (одну или несколько штук одновременно). Размер зазора считается равным толщине пластинки или набора пластинок, плотно входящих в него.

Размеры сопрягаемых поверхностей при массовом производстве изделий проверяют, как правило, методом сравнения с помощью предельных калибров (скоб или пробок).

Калибром называют измерительный бесшкальный инструмент, предназначенный для контроля размеров, формы и взаимного расположения частей изделий. Контроль состоит в сравнении размера изделия с калибром по вхождению или степени прилегания их поверхностей. Такое сравнение позволяет рассортировать изделия на годные (размер находится в пределах допуска) и бракованные с возможным исправлением или неисправимые.

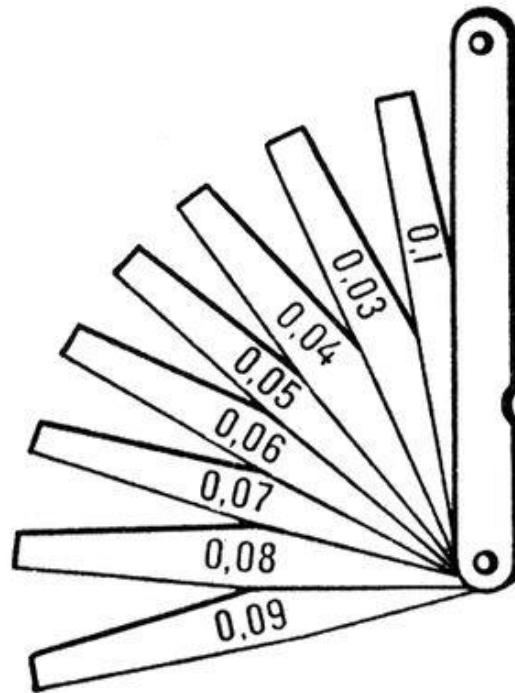


Рис. 11. Набор щупов

Калибры делят на предельные и нормальные. Нормальный калибр (шаблон) применяется для проверки сложных профилей. Он имеет размеры, равные только номинальному размеру проверяемого элемента изделия. Такой калибр входит в проверяемую деталь с большей или меньшей степенью плотности.

В настоящее время применяют в основном предельные калибры. Предельный калибр имеет проходную (ПР) и непроходную стороны (НЕ), т.е. верхнее и нижнее отклонение номинального размера, что позволяет контролировать размер в поле допуска. Предельные калибры применяются для измерения цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых поверхностей. При конструировании предельных калибров должен выполняться принцип Тейлора, согласно которому проходной калибр является прототипом сопрягаемой детали и контролирует размер по всей длине соединения с учетом погрешностей формы. Непроходной калибр должен контролировать только собственно размер детали и поэтому имеет малую длину для устранения влияния погрешностей формы.

Виды предельных калибров: калибр-скоба, калибр-пробка, резьбовой калибр-пробка, резьбовой калибр-кольцо и т. д.

Так для контроля размера отверстия  $\text{Ø}55\text{H}7^{(+0,030)}$  используют калибр-пробку, на которой указывается маркировка 55 H7. На проходной стороне калибра наносится символ ПР – и нижнее предельное отклонение 0, а на непроходной, соответственно НЕ и верхнее предельное отклонение +0,030. Проходной калибр-пробка изготавливают по наименьшему предельному размеру, а непроходной - по наибольшему предельному.



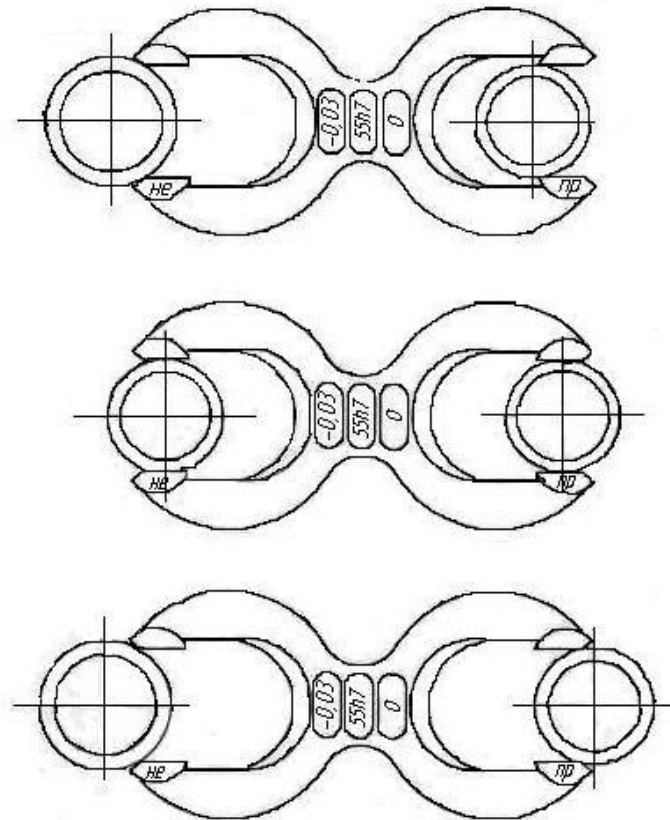


Рис.12. Контроль отверстия предельными калибрами:  
 а) - детали годные; б – размер деталей меньше допустимого;  
 в – размер деталей больше допустимого наибольшего.

Для контроля вала размером  $\text{Ø}55\text{h}7_{(-0,03)}$  используют калибры-скобы. Непроходную скобу изготавливают по наименьшему предельному размеру вала, а проходную - по наибольшему. Схема контроля отверстия и вала калибрами показана на рис. 9.

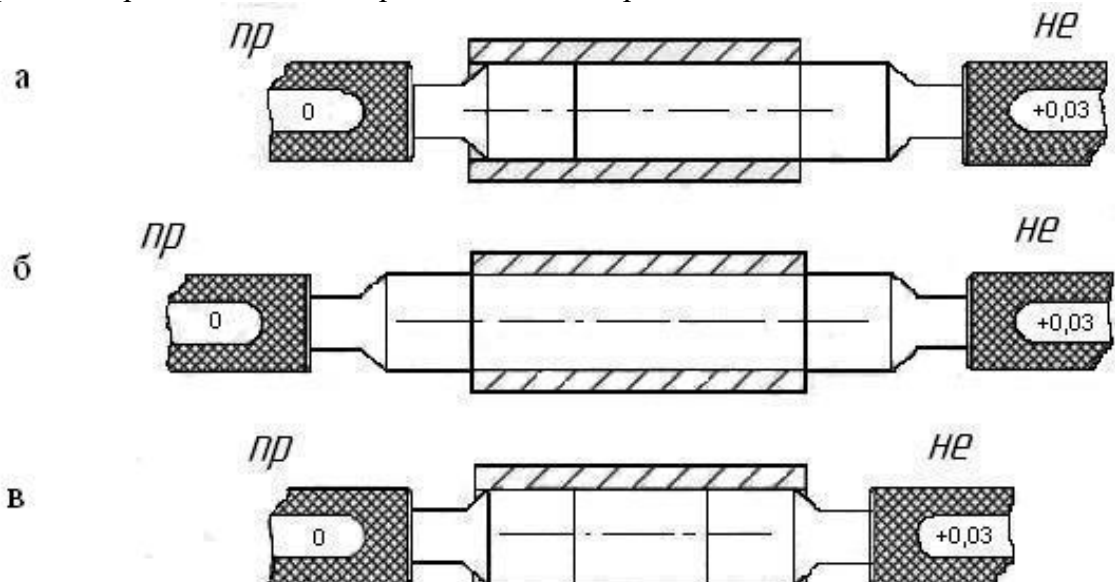


Рис.13. Контроль отверстия предельными калибрами:  
 а) - детали годные; б – размер деталей меньше допустимого;  
 в – размер деталей больше допустимого наибольшего

Контроль при помощи калибров обеспечивает высокую производительность и высокую точность, не требует высокой квалификации оператора, не требует для каждого размера и

каждого квалитета изготовления специального калибра. Этот контроль целесообразно применять в массовом и крупносерийном производстве.

В мелкосерийном и единичном производстве используется контроль при помощи универсального инструмента.

Контроль за точностью показаний самих измерительных инструментов (штангенциркулей, микрометров и т. д.) может осуществляться с помощью плоскопараллельных концевых мер длины. Плоскопараллельные концевые меры длины изготавливаются из легированной инструментальной стали в виде плиток прямоугольного сечения.

Противоположные стороны плиток служат измерительными плоскостями, а расстояние между ними — измерительным размером.

Плоскопараллельные концевые меры длины выпускаются промышленностью наборами (ГОСТом предусмотрен выпуск двадцати одного набора).

Все рассмотренные поверочные инструменты имеют очень точно обработанные рабочие поверхности и поэтому требуют осторожного и бережного обращения. Необходимо предохранять рабочие поверхности инструментов от коррозии и механических повреждений.

Во время работы надо класть инструменты только на деревянные или другие нежесткие подставки. По окончании работы следует протирать их чистой ветошью или ватой и смазывать бескислотным вазелином. Хранят эти инструменты обычно в специальных футлярах.

### **Контрольные вопросы**

1. Какую роль играют плоскопараллельные концевые меры длины в измерениях?
2. В чем принципиальная разница между измерением и контролем размеров детали?
3. В чем разница между измерительными и поверочными инструментами?
4. Каковы устройства и виды штангенинструментов?
5. Перечислите основные методы измерений.
6. Для каких целей используют калибры?

## **Практическое занятие № 3**

### **Тема: Контроль работы оборудования для измерения геометрических размеров**

**Цель:** Изучить оборудование по контролю работы оборудования для измерения геометрических размеров.

### **Теоретические сведения**

#### **Средства контроля и измерений размеров изделий для машиностроения.**

Важнейшую роль в обеспечении качества продукции практически всех отраслей промышленности играет контрольно-измерительная техника, в которой особое место занимают средства измерения и контроля геометрических параметров ответственных деталей, узлов машин и механизмов.

Созданы и выпускаются универсальные приборы и инструменты с цифровым электронным отсчетом, уникальные средства контроля прецизионных зубчатых колес и передач, приборы активного контроля и подналадчики для всех видов финишного станочного оборудования, комплекс приборов для контроля ответственных деталей колесных пар железнодорожного транспорта, приборы для контроля резьб и параметров труб нефтяного сортамента, средства контроля деталей компрессоров, подшипников, ряд специализированных приборов для различных отраслей машиностроения.

В основу создания нового поколения средств контроля и измерений геометрических параметров изделий положены следующие исходные принципы:

- использование перспективной элементной базы для автоматической обработки результатов контроля;
- цифровое представление измерительной информации;

- возможность выдачи цифровой информации на внешние устройства обработки, управления и регистрации;
- паспортизация результатов измерений;
- возможность встройки в автоматизированные технологические комплексы.



Рис. 1. Система измерительная портативная с индуктивным преобразователем мод. БВ-6436М.

На базе различных измерительных систем разработана гамма современных цифровых универсальных приборов контроля геометрических параметров прецизионных деталей (индуктивные пробки для контроля диаметров, толщиномеры, глубиномеры, штангенрейсмасы). Разработана и поставляется портативная измерительная система с индуктивным преобразователем и автономным питанием, имеющая переключаемые диапазоны измерений от 0,04 до 4 мм и дискретность отсчета 0,01; 0,1 и 1 мкм. На ее базе создана модифицированная измерительная система для прецизионного измерения линейных размеров и перемещений, которая может использоваться в средствах автоматизации технологических процессов, а также для контроля различных параметров деталей в труднодоступных условиях; система допускает эксплуатацию при температурах от -20 до +50 оС (рис.1).

Разработан комплекс индикаторных приборов для контроля параметров резьбы (шага, высоты и угла профиля, среднего диаметра и конусности резьбы), а также электронные цифровые приборы для контроля диаметров и прямолинейности отверстий труб, пригодные в том числе и для контроля труб погружных штанговых насосов. Созданы также электронные цифровые приборы для контроля конусности калибров-колец (ручной) и для контроля конусности и шага резьбы конических калибров-колец (стационарный). Допускаемая погрешность приборов не превышает нескольких микрон. Указанные средства контроля обеспечивают измерение всех нормируемых параметров резьбы, включая калибры, образцовые детали, а также важнейших параметров гладкой части резьбовых деталей. Специализированные стенды для приемочного и операционного контроля зубчатых колес, обеспечивающие высокоточный контроль всех нормируемых параметров. Результаты контроля обрабатываются, запоминаются, выводятся на табло электронного блока и на печатающее устройство. Модули контролируемых зубчатых колес 7-12 мм, диаметры 126-1000 мм. Разработаны также две модификации цифровых нормалемеров, предназначенных для определения отклонения и колебания длины общей нормали цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления. Предел измерения длины общей нормали 0...120 или 50-320 мм. В последние годы создано новое поколение приборов активного контроля, предназначенных для управления процессом обработки валов, отверстий и плоских поверхностей с непрерывной и прерывистой поверхностью на кругло- и внутришлифовальных станках-автоматах, полуавтоматах и станках с ЧПУ, отличающееся от ранее выпускавшихся существенно более высоким техническим уровнем (повышение в 1,5-2 раза быстродействия и точности, уменьшение в 2-3 раза габаритов, массы, энергопотребления, расширение технологических возможностей, использование единого для всей гаммы приборов активного

контроля одной и той же модели малогабаритного электронного отсчетно-командного устройства на микропроцессорной базе). Гамма включает 7 основных моделей приборов с различными исполнениями и закрывает контроль деталей при всех видах шлифования, кроме бесцентрового. Диапазон размеров контролируемых валов и отверстий — 2,5...200 мм, дискретность цифрового отсчета — 0,1 — 1 мкм.

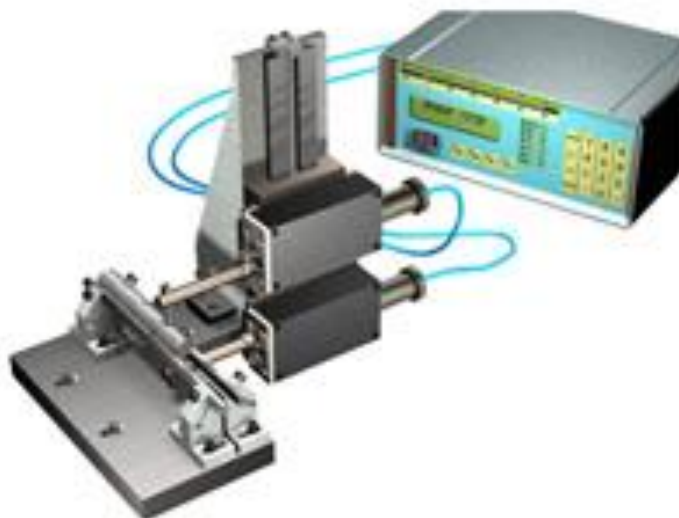


Рис. 2 Подналадчик мод. БВ-4303.

Подналадчики (рис.2) для круглошлифовальных бесцентровых, токарных, сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ, обрабатывающих центров, гибких модулей и систем, унифицированные по механической и электронной части с приборами активного контроля.. Подналадчики обеспечивают контроль внутренних и наружных размеров при изготовлении деталей и выдачу в систему управления станками информации о необходимой подналадке оборудования.

Приборы активного контроля и подналадчики по техническим характеристикам аналогичны соответствующим приборам фирмы «Марпосс» (Италия). Они внедрены на ряде предприятий России и Украины.

Для контроля диаметра колес по кругу катания колес после их обточки на токарном станке создан специализированный прибор, позволяющий контролировать колеса диаметром 800...1200 мм. В приборе используется угловой фотоэлектрический преобразователь. Результаты измерений обрабатываются, запоминаются и выводятся на табло электронного блока.

К особой группе следует отнести специализированные электронные цифровые приборы, созданные по заявкам отдельных предприятий различных отраслей промышленности. К этой группе относятся приборы для контроля углов хвостовиков лопаток рабочих компрессорных двигателей, рабочей поверхности профиля поршневых колец, для контроля и сортировки поршня по внутреннему диаметру, а также:

- Измерительная система для контроля деталей типа тел вращения, позволяющая контролировать отклонения формы (круглость, овальность, огранка, волнистость) и расположения поверхностей (отклонения от перпендикулярности, соосность, радиальное биение). Параметры контролируемых деталей: диаметры валов 1...250 мм, отверстий — 7...250 мм, длина до 250 мм, масса до 10 кг. Погрешность измерений: отклонений формы — 2 мкм, расположения поверхностей — 4 мкм. Эта система может использоваться на любых машиностроительных производствах. Несколько модификаций электронных цифровых приборов для контроля радиального и осевого зазоров большой номенклатуры подшипников (внутренние диаметры от 17 до 260 мм, внешние — от 32 до 360 мм). Погрешность при контроле радиального зазора — 0,010 — 0,065 мкм, осевого зазора — 0,05-0,397 мкм для подшипников разных размеров. Эти приборы (рис.3, 4) оснащены встроенными электронными блоками.



Рис. 3 Прибор для контроля радиальных зазоров подшипников мод. БВ-7660.

Рис. 4 Прибор для контроля осевых зазоров подшипников мод. БВ-7661.

- Электронный профилометр портативный для измерения параметров шероховатости методом ощупывания плоских и цилиндрических (наружных и внутренних) поверхностей ответственных деталей. Измеряемые параметры —  $R_a/R_q/R_z/R_{max}/S_m$ . Основная относительная погрешность измерения — не более 2,5%.
- Стационарный вариант профилометра-профилографа автоматизированного, обладающего широкими функциональными возможностями.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какое оборудование применяют для контроля работы оборудования для измерения геометрических размеров?
2. Опишите несколько приборов для контроля работы оборудования для измерения геометрических размеров?

## **Практическое занятие № 4**

### **Тема: Измерение состава и свойств жидкостей**

**Цель:** Изучить устройство анализаторов свойств и составов жидкостей (плотномеров, ареометров, вискозиметров, влагомеров)

#### **Теоретические сведения**

##### **Измерение плотности**

Измерение плотности является одним из методов, позволяющих непосредственно в процессе производства определять такие свойства жидкостей, как концентрация кислот и щелочей и т. п.

*Ареометрический метод* измерения плотности жидких и твердых веществ основан на взвешивании тела известного объема в воздухе, а затем в исследуемой жидкости. Разность веса, численно равная весу вытесненной жидкости, разделенная на объем вытесненной жидкости соответствует измеряемой плотности вещества.

Ареометр состоит из полый стеклянной, металлической или пластмассовой капсулы (рис. ... е), к которой прикреплена тонкая "шейка" со шкалой. Капсулу заполняют дробью с таким расчетом, чтобы капсула была полностью погружена в контролируемую жидкость, но не тонула в ней, а плавала, и часть шейки со шкалой выступала над поверхностью жидкости. Согласно закону Архимеда условие плавания ареометра имеет вид:

где  $m$  – масса ареометра,  $g$  – ускорение силы тяжести,  $\rho$  – плотность жидкости,  $V$  – объем части ареометра, погруженной в жидкость. Пусть при некоторой "стандартной" плотности жидкости  $\rho_0$  ареометр плавает в ней, будучи погружен до соответствующей отметки на шкале.

Если плотность жидкости будет больше, то объём части ареометра, погруженной в жидкость, уменьшится, и ареометр слегка всплывет – тем больше, чем больше плотность жидкости и чем меньше площадь поперечного сечения "шейки" 5. Если же плотность жидкости уменьшится, то ареометр погрузится в неё глубже. Таким образом, глубина погружения ареометра в жидкость однозначно зависит от её плотности. И вертикальное перемещение шейки ареометра относительно поверхности жидкости является сигналом изменения плотности жидкости.

На этом принципе построены и широко применяются

- *спиртомеры* – ареометры для определения объёмного содержания спирта в воде или воды в спирте;
- *кислотомеры* – ареометры для определения содержания кислот в растворе;
- ареометры для определения плотности *молока, морской воды, нефти* и нефтепродуктов, *электролитов* и т. д.



**Ареометры** предназначены для измерения плотности, относительной плотности и концентрации веществ в двухкомпонентных растворах различных жидкостей в диапазоне от 600 до 1840 кг/м<sup>3</sup>.

**Радиоизотопные плотномеры**, в отличие от рассмотренных выше, позволяют измерять плотность неконтактным способом. Их действие основано на ослаблении радиоактивного излучения с повышением плотности измеряемой жидкости.

В состав радиоизотопного плотномера входят источник и приемник излучения, выходной сигнал которого подается на автоматический потенциометр. Интенсивность излучения, воспринимаемая приемником, зависит от плотности протекающей по трубопроводу жидкости: чем больше плотность, тем сильнее поглощение у излучения и тем меньше сигнал на входе приемника. На величину этого сигнала будут влиять также толщина стенок трубы, состав жидкости и другие факторы, уменьшающие излучение источника. Так как влияние этих факторов стабильно, оно учитывается путем введения в показания поправки, полученной при градуировке прибора.

### Измерение вязкости

Вязкость — один из показателей качества горючесмазочных материалов, красок, синтетических смол и т. п. Вязкость — это способность вещества оказывать сопротивление перемещению в нем какого-либо тела. Если вещество само движется относительно тела, то возникает сопротивление его движению (этим объясняется гидравлическое сопротивление трубопроводов).

Для измерения вязкости применяют вибрационные и ротационные вискозиметры.

Действие **вибрационных** вискозиметров основано на том, что жидкость стремится затормозить колебания опущенной в нее плоской пластины, причем сила торможения зависит от вязкости жидкости.

В датчике вискозиметра пластина закреплена в эластичной мембране. Нижняя часть пластины погружена в жидкость, а верхняя находится в катушке, соединенной с генератором импульсов. При включении катушки в пластине возникают продольные колебания. Затем катушка отключается от генератора и колебания пластины затухают.

В процессе свободных колебаний пластины в катушке наводится э. д. с, имеющая частоту ее свободных колебаний. Она обеспечивает запирающее действие генератора до момента полного прекращения колебаний, после чего генератор снова включает катушку и цикл повторяется. Чем больше вязкость жидкости, тем быстрее затухают колебания пластины и тем меньше интервалы между включениями генератора. Прибор измеряет величину этих интервалов. Вибрационный вискозиметр выпускается для работы как в узком, так и в широком диапазоне изменения вязкости.

Принцип действия **ротационных** вискозиметров основан на измерении сопротивления, которое оказывает жидкость вращению погруженного в нее тела. Это сопротивление растёт с увеличением вязкости жидкости.

Ротационный вискозиметр состоит из привода, измерительного устройства и рабочего тела. В одних приборах поддерживают постоянную скорость вращения тела и измеряют мощность, которую затрачивает на эту работу привод. В других используют привод постоянной мощности, а измеряют скорость вращения тела. Очевидно, что в первом случае с увеличением вязкости жидкости потребуются большая мощность привода, во втором — это приведет к уменьшению скорости вращения тела.

### Измерение влажности

Влажность газов, жидкостей и твердых материалов — один из важных показателей в технологических процессах. Измерение содержания воды в нефти, спиртах, ацетоне проводят в процессах нефтепереработки и нефтехимии

Для измерения **влажности жидкостей** применяют как специальные влагомеры, так и приборы, измеряющие какое-либо свойство жидкости, если оно связано с ее влажностью. В специальных влагомерах для жидкостей используют емкостный и абсорбционный методы измерения.

Действие **емкостных** влагомеров основано на изменении диэлектрической проницаемости жидкости при изменении содержания в ней воды. Электрическая схема такого влагомера аналогична электрической схеме емкостного уровнемера. Изменение влажности жидкости приводит к изменению емкости

$C_x$  и выходного напряжения моста  $U$ . Такими влагомерами измеряют содержание воды в нефти на нефтеперерабатывающих заводах.

Принцип действия **абсорбционных** влагомеров для жидкости основан на поглощении водой энергии излучения в области спектра близкой к инфракрасной.

Жидкость пропускают через камеру, где через нее проходит поток излучения от источника. Так как в камере часть энергии поглощается влагой, энергия выходящего потока будет тем меньше, чем больше концентрация влаги в смеси.

Источником излучения служит лампа накаливания, приемником - фоторезистор.

Промышленные анализаторы влажности служат для определения концентрации влаги в ацетоне и спиртах от 0 до 5 %.

### Контрольные вопросы:

1. Опишите принцип действия и особенности измерения плотности жидкостей.
2. Какими приборами измеряют вязкость жидкостей?
3. Для каких целей измеряют влажность жидкостей?
4. Задача:

Плотность серной кислоты -2000 кг/м кубический, дистиллированной воды-1000 кг/м кубический, рассчитать количество дистиллированной воды добавленной в 1 литр серной кислоты для получения электролита плотностью 1,27 грамм на сантиметр кубический.

### Практическая работа №5

#### Тема: «Измерения шаблонами, шупами и угломерами»

**Цель работы:** изучить конструкцию шаблонов, шупов и угломерных инструментов, приемы измерения угломерами и правила отсчета показаний.

#### Теоретические сведения

**Шаблон** (нем. Schablone, от франц. echantillon — образец) в технике, приспособление или инструмент для проверки правильности формы ряда готовых изделий; образец, по которому изготавливаются однородные изделия.

#### Типы шаблонов:

**Радиусный шаблон** — инструмент для контроля профильных радиусов кривизны выпуклых и вогнутых поверхностей деталей машин и других изделий. Представляет собой стальную пластинку толщиной 0,5—1 мм с вогнутым или выпуклым закруглением на конце (рис. 16). Радиус закругления 1—25 мм. Для проверки радиусов кривизны шаблон прикладывается к изделию. Отклонение радиуса кривизны изделия от радиуса кривизны шаблона определяется «на просвет».

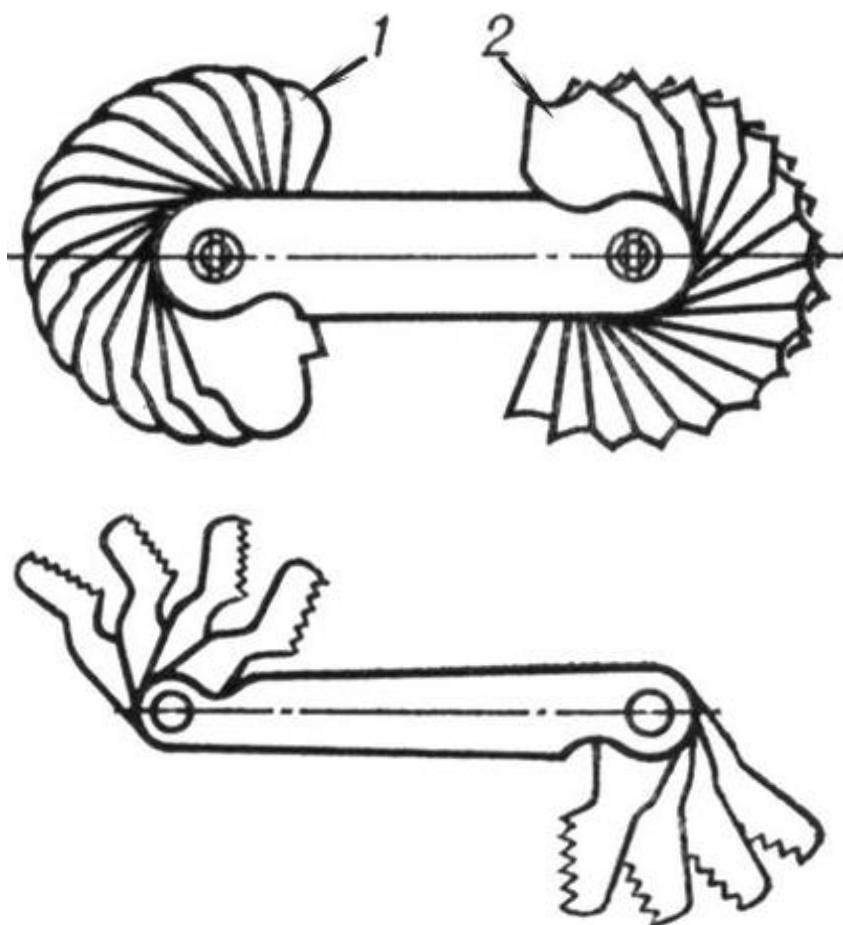


Рис. 16. Набор радиусных шаблонов: Рис. 17. Набор резьбовых шаблонов  
1 — выпуклых; 2 — вогнутых



**Резбовой шаблон** — инструмент для определения шага и угла профиля резьбы деталей машин и других изделий. Стальная пластинка толщиной 0,5—1 мм с зубцами, выполненными по осевому профилю резьбы (рис. 17). Существуют шаблоны для контроля дюймовой и метрической резьб. Шаблон прикладывается к проверяемой резьбе так, чтобы его зубцы вошли во впадины резьбы. Соответствие шага и угла профиля резьбы шагу и углу профиля шаблона определяются на «просвет» или по плотности прилегания граней шаблона к резьбе.

**Щуп измерительный**, применяемый для контроля зазора между поверхностями. Имеет вид пластинки определённой толщины. Щупы измерительные изготавливаются толщиной от 0,02 до 1 мм. Основные размеры их стандартизованы. Выпускаются в виде наборов пластинок (рис. 18) разной толщины в одной обойме. Применяются отдельно или в различных сочетаниях.

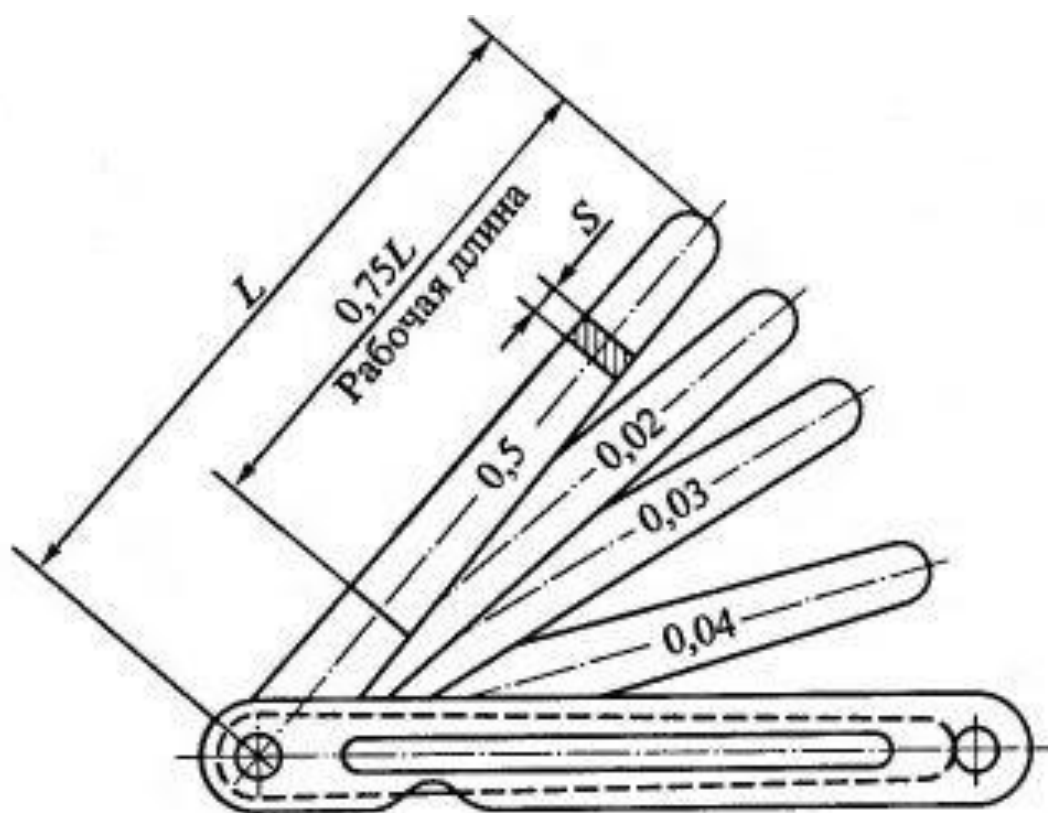


Рис. 18. Комплект щупов (все размеры указаны в миллиметрах):  
 $L$  — длина щупа;  $S$  — толщина щупа

## Набор угловых щупов



- Length: 89mm(3.5 inch), width: 12.8mm.
- Metric size: 0.203, 0.254, 0.305, 0.33, 0.356, 0.381, 0.406, 0.457, 0.483, 0.508, 0.635, 0.66mm.
- Inch size: 0.008, 0.01, 0.012, 0.013, 0.014, 0.015, 0.016, 0.018, 0.019, 0.02, 0.025, 0.026 in.

### Набор щупов №2 100 мм (0.02 - 0.5 мм)

**Измерительные щупы** предназначены для контроля зазоров между поверхностями в различных областях:

- для регулировки зазоров клапанов,
- радиального зазора подшипников,
- при проведении работ по центровке оборудования.

Щупы изготавливаются второго класса точности и комплектуются в четыре набора. Конструкция обоймы набора обеспечивает возможность свободной замены любого щупа, а также регулирование плавности вращения их на оси.

### *Порядок выполнения работы*

#### *Упражнение 1. Измерение зазоров щупом*

1. Перед измерением зазоров щупом убедитесь в плавности перемещения пластин щупа.
2. Если перемещение пластин в зазоре затруднено, то их следует слегка смазать.
3. Величину зазора определять по суммарной величине набора пластин щупа, полностью вошедших в зазор по всей его длине.
4. При измерении величины зазора не прикладывать к щупу больших усилий во избежание поломки пластин или их деформации.

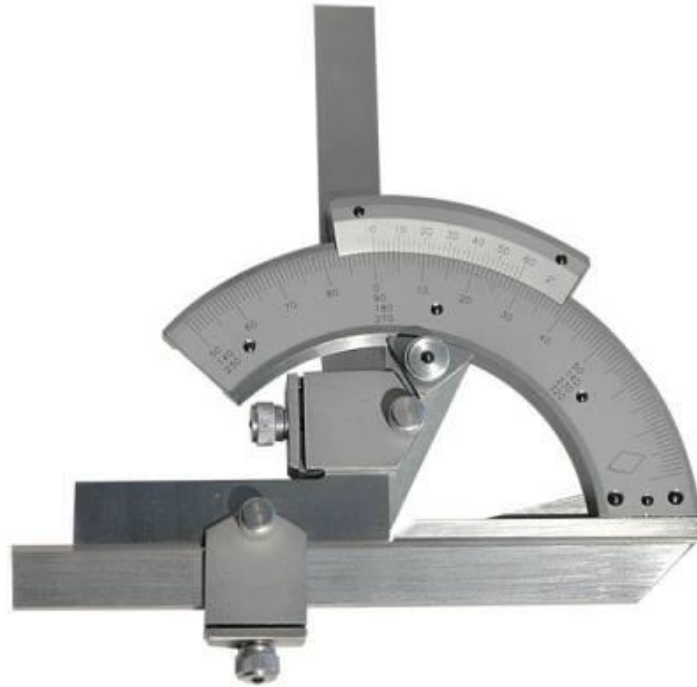
#### *Упражнение 2. Подготовка к измерению*

*Типы угломеров:*

**УН** – для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 – 180°; с величиной отсчета по нониусу 2' (рис. 19);

**УМ** – для измерения наружных углов от 0 до 180° с величиной отсчета по нониусу 2' (минуты).

Рис. 19. Универсальный угломер



1. Ознакомиться с конструкцией угломера УН (рис.20).

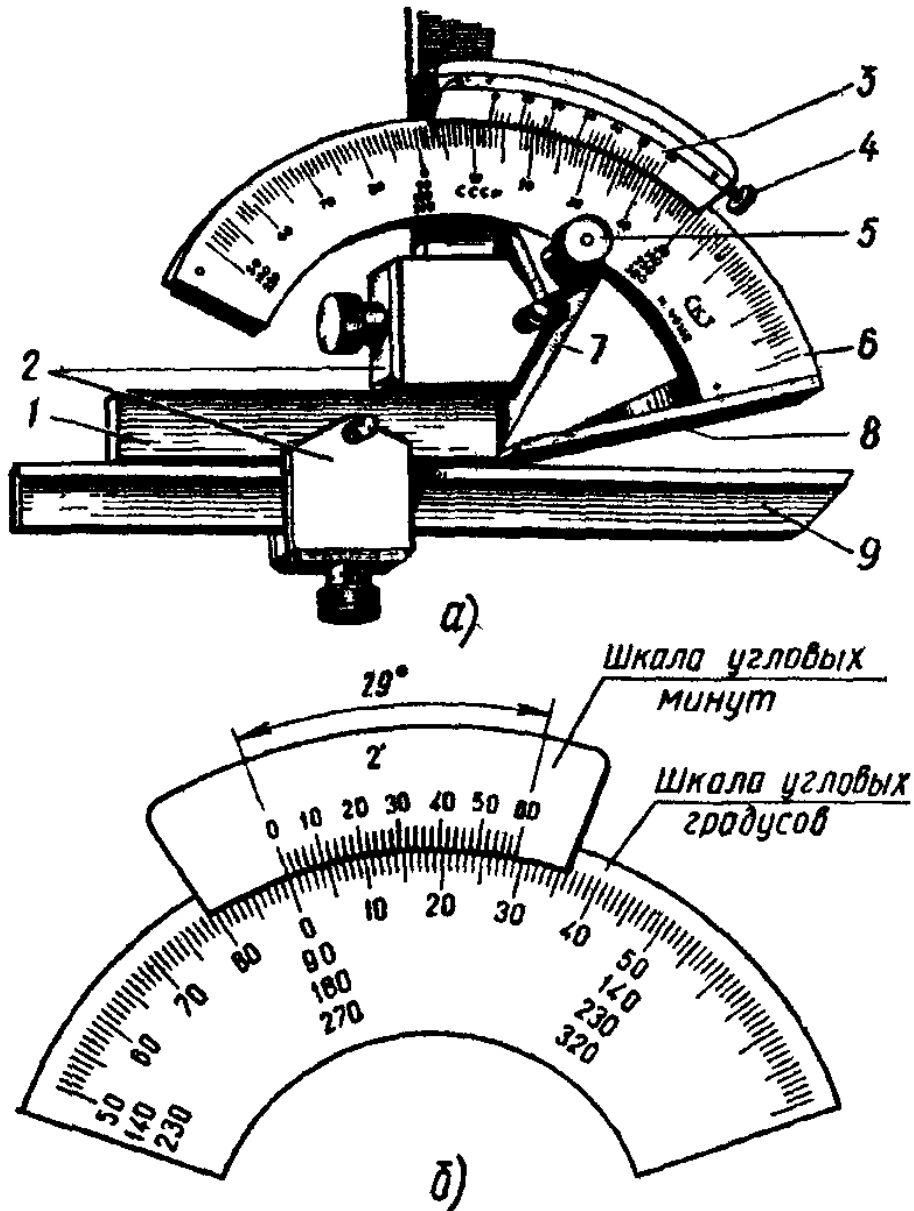


Рис. 20. Угломер УН

2. Устройство нониуса: угол между крайними штрихами нониуса равен  $290$  и разделен на 30 частей, но в отличие от угломера УМ построен на дуге большего радиуса, следовательно, расстояние между штрихами больше, это облегчает чтение показаний (рис. 20,б).
3. Установка угломера для измерения углов:
- если на угломере установлен угольник и линейка (рис. 21, а), то можно измерять углы от  $0$  до  $500$ ;
  - если убрать угольник и на его место закрепить линейку, можно измерять углы от  $50$  до  $1400$  (рис. 21, б);
  - если убрать линейку и оставить только угольник (рис. 21, в), то можно измерять углы от  $140$  до  $2300$ ;
  - при отсутствии линейки и угольника (рис. 21, г) можно измерять углы от  $230$  до  $3200$ .

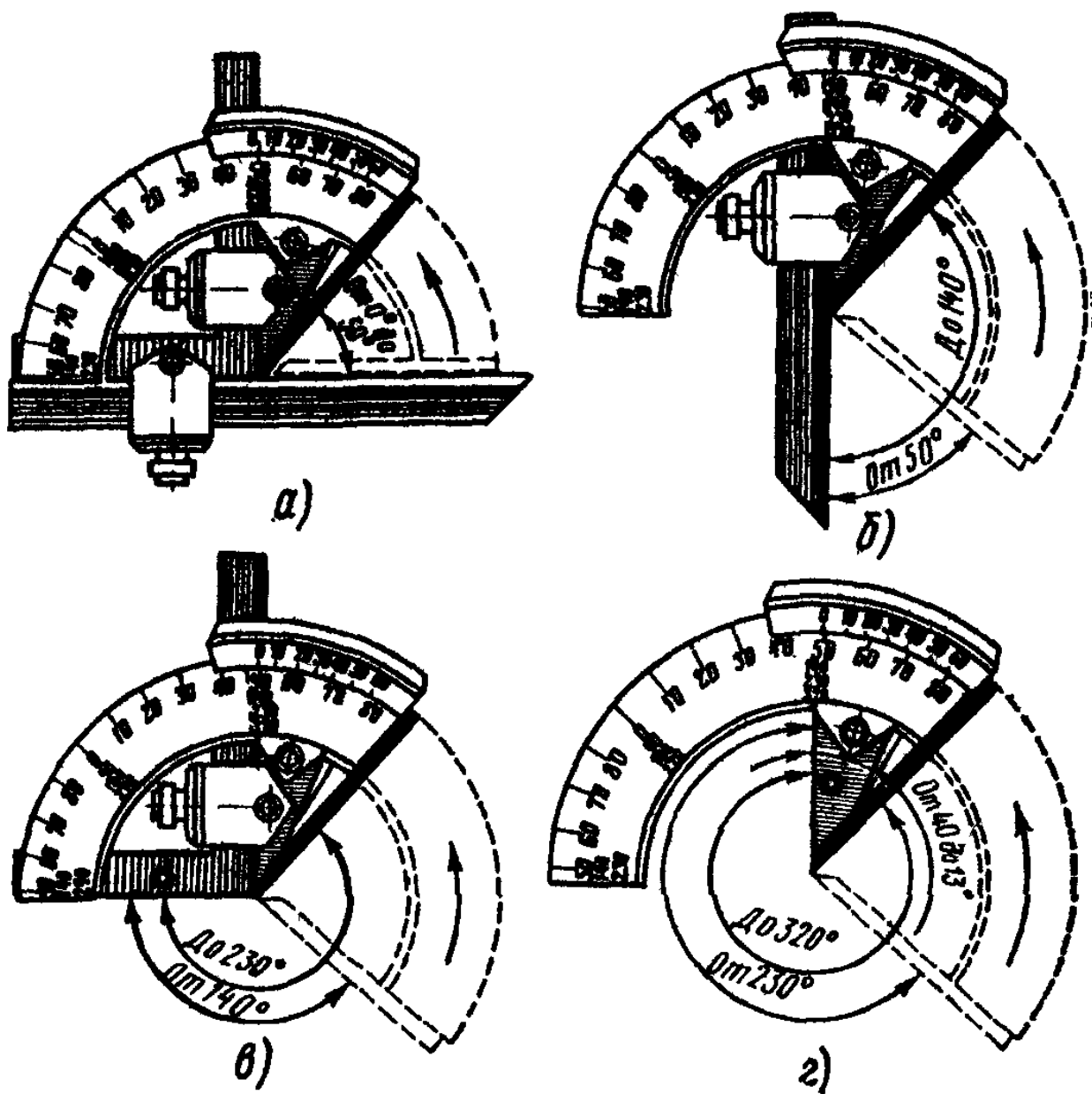


Рис. 21. Установка угломера для измерения углов

4. Подготовка угломера к работе:
  - a. перед применением угломера его необходимо тщательно протереть;
  - b. проверить наружным осмотром состояние угломера: нет ли царапин, следов коррозии; четкость штрихов шкалы и нониуса;
  - c. установить угломер в нулевое положение: штрихи основания и нониуса должны совпадать. При совпадении штрихов нониуса и основания между измерительными поверхностями угломера не должно быть просвета.
5. Приемы измерения:
  - a. наложить угломер на проверяемую деталь так, чтобы линейка были совмещены со сторонами измеряемого угла;
  - b. правой рукой, слегка прижимая к измерительной поверхности линейки основания, перемещать деталь постепенно, уменьшая просвет до полного соприкосновения;
  - c. если не просвета, зафиксировать положение стопором и читать показание.
6. Чтение показаний угломера УН:
  1. Измерение наружных углов (рис. 22, а – д):
    - a. при измерении наружных углов от 0 до 500 (рис.22, а) показания читают по правой части шкалы (рис. 22, б);
    - b. при измерении наружных углов от 50 до 900 показания читают по левой части шкалы (рис. 22, в);
    - c. при измерении наружных углов от 90 до 1400 к показаниям правой части шкалы прибавляют 900 (рис. 22, г);
    - d. при измерении наружных углов от 140 до 1800 к показаниям левой части шкалы прибавляют 900 (рис. 22, д).

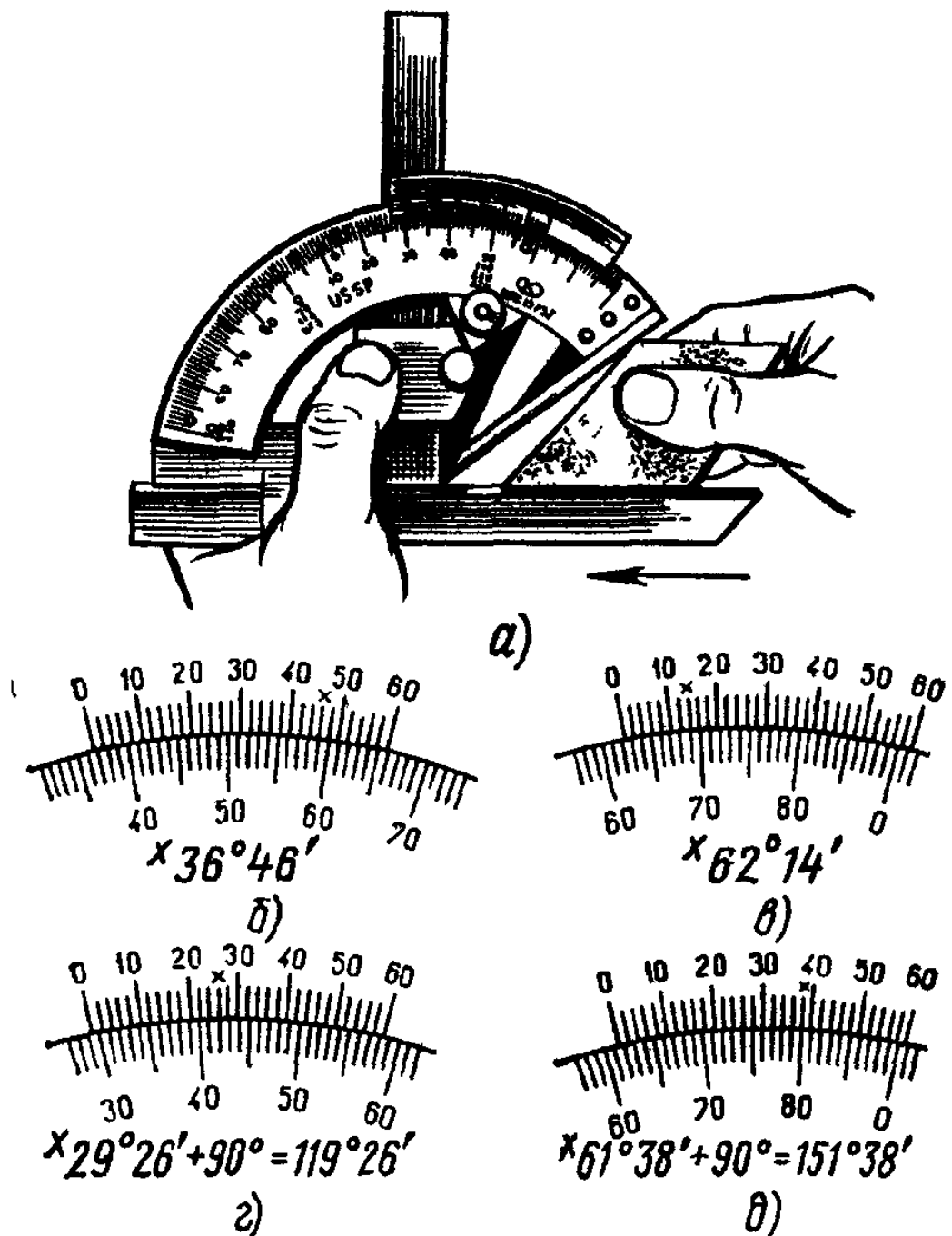


Рис. 22. Измерение наружных углов угломером УН  
 а – прием проверки, чтение показаний, б – от 0 до 500, в – от 50 до 900,  
 г – от 90 до 1400, д – от 140 до 1800

2. Измерение внутренних углов (рис. 23, а – г):
  - а. при измерении внутренних углов от 180 до 1300 показания правой части шкалы отнимают от 1800 (рис. 23, б);
  - б. при измерении внутренних углов от 130 до 900 показания левой части шкалы отнимают от 1800 (рис. 23, г);
  - в. при измерении углов от 90 до 1400 показания правой части шкалы отнимают от 900 (рис. 23, в).

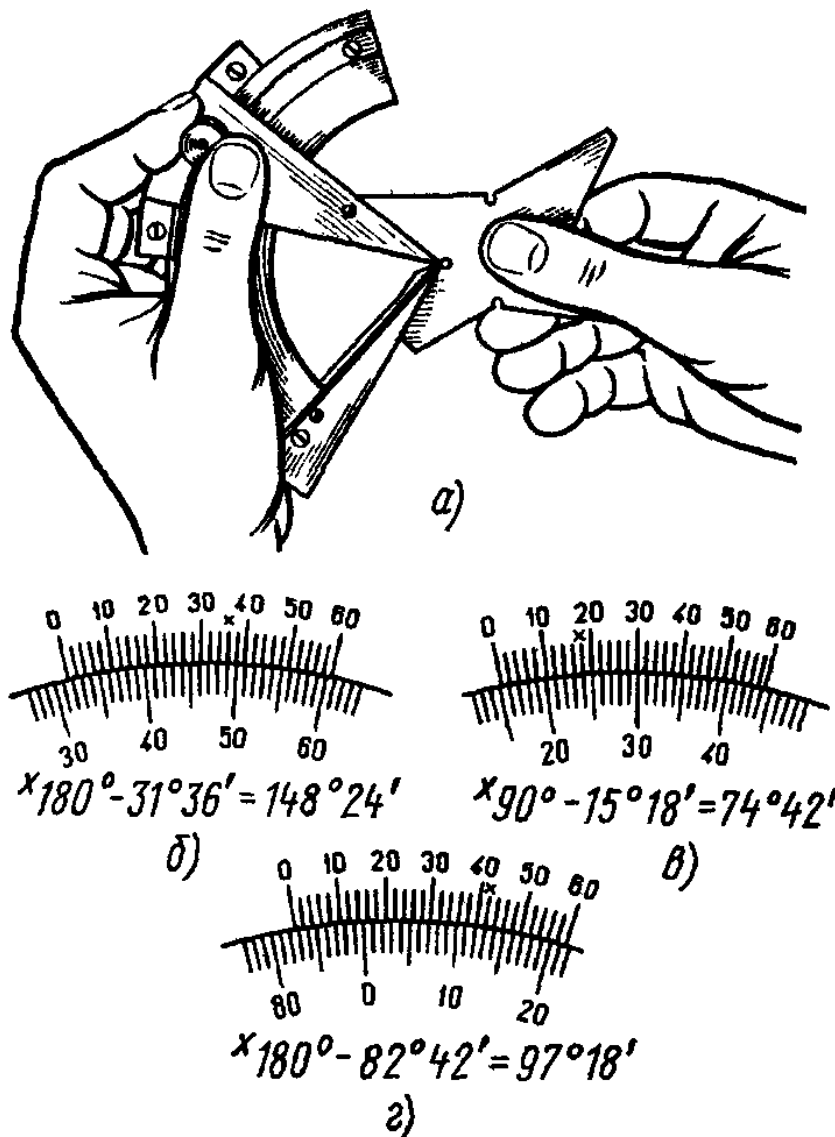


Рис. 23. Измерение внутренних углов угломером УН  
*a* – прием проверки, чтение показаний, *б* – от 180 до 130°, *в* – от 90 до 140°,  
*г* – от 180 до 90°

**Примечание**

Точность отсчёта, полученного при измерении угловых величин или при установки заданного угла, проверяют по градусной шкале и нониусу.

**По градусной шкале**, размещенной на дуге основания, определяют, на каком целом делении (или между ними) остановилось нулевое деление нониуса, которое соответствует числу целых градусов угловой величины.

**По шкале нониуса** определяют, какое из его делений совпало с делением градусной шкалы, по цифрам нониуса определяют число минут, которое умножают на 2 (точность отсчета угломера).

**Пример.** Нулевой штрих нониуса прошел 34-е деление шкалы основания, но не дошел до 35-го, со штрихом основной шкалы совпал 20-й (не считая нулевого деления штрих нониуса). Следовательно измеряемый угол составляет  $34^{\circ}20' \times 2 = 34^{\circ}40'$ .

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите шаблоны, часто используемые слесарем.
2. Какие операции можно проводить при помощи щупов?
3. Для чего выпускают угловые щупы?
4. Какого класса точности и в сколько наборов выпускаются щупы?
5. Что такое угломер, и при каких слесарных операциях он используется?

## Практическое занятие № 6

### Тема: «Измерения штангенциркулем ШЦ-1, ШЦ-2»

**Цель работы:** изучить устройства, назначение штангенциркулей, их подготовку к измерениям и приемы измерения и отсчетов показаний.

#### Порядок выполнения работы

##### Упражнение 1. Измерение штангенциркулем ШЦ-1

1. Ознакомиться с устройством штангенциркуля:
  - a. изучить все части и их назначение (рис. 1);
  - b. освоить устройство нониуса штангенциркуля (рис. 2): длина нониуса 19 мм разделена на 10 равных частей. Одно деление нониуса равно  $19:10=1,9$  мм, это на 0,1 мм меньше целого числа миллиметров.

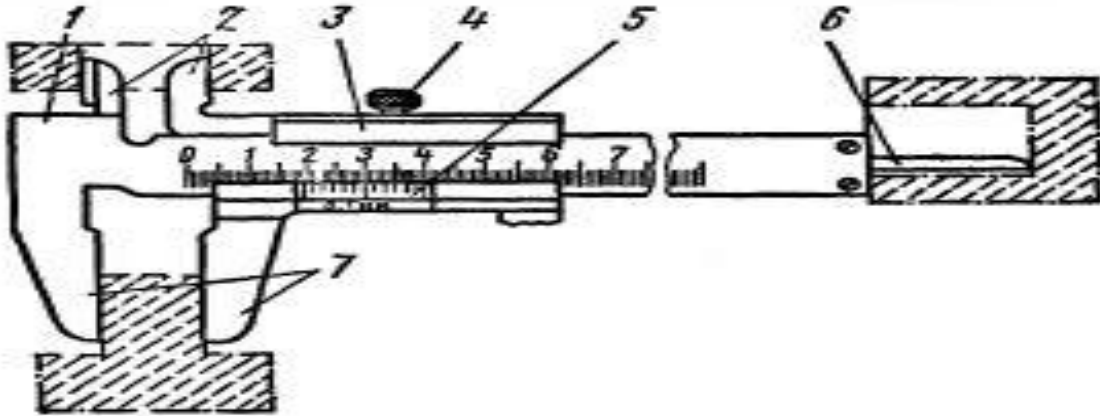


Рис. 1. Штангенциркуль:

1 – штанга; 2, 7 – губки; 3 – подвижная рамка; 4 – зажим; 5 – шкала нониуса; 6 – линейка гудомера

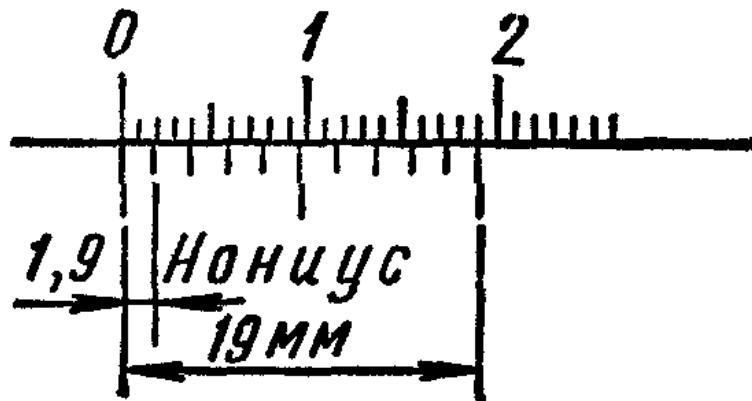


Рис. 2. Нониус

2. Подготовить штангенциркуль к работе:
  - a. проверить комплектность инструмента;
  - b. промыть инструмент в авиационном бензине, протереть его досуха мягкой льняной тканью, особенно тщательно протереть измерительные поверхности.
3. Произвести наружный осмотр:
  - a. губки и торец штанги должны быть в полном порядке;
  - b. на измерительных поверхностях не должно быть следов коррозии, забоин, царапин, затупленных острых концов губок или других дефектов, влияющих на точность измерения;
  - c. штрихи и цифры шкал должны быть отчетливыми и ровными;
  - d. проверить взаимодействие отдельных частей штангенциркуля, плавность хода рамки 3, параллельность губок 2 и 7, нет ли перекоса, тугого передвижения движка рамки.
4. Проверить нулевое положение штангенциркуля:



- а. привести соприкосновение губки штангенциркуля (рис.3, а). Губки по всей длине должны быть параллельными. Зазора по краям губок не должно быть. Нулевой штрих нониуса должен совпадать с нулевой рисккой основной шкалы;

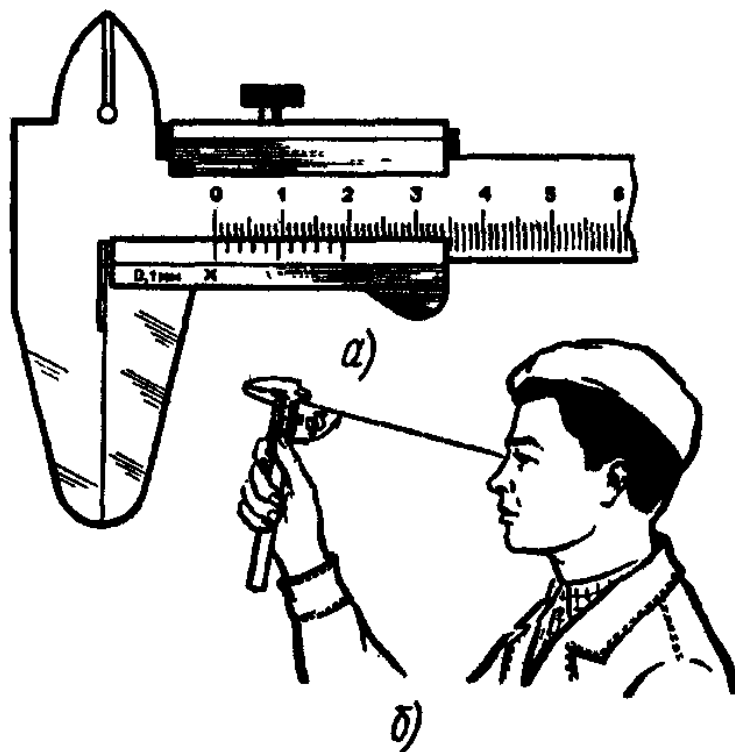


Рис. 3. Проверка нулевого положения штангенциркуля

- б. размер просвета между измерительными поверхностями сведенных убог штангенциркуля оценивают при дневном освещении «на глаз» (рис. 3, б). При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (не более 6 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса с начальным штрихом основной шкалы (рис. 3, а);
- с. если инструмент не отрегулирован, то в фактическое показание инструмента нужно вносить соответствующую поправку, равную начальной погрешности, но с обратным знаком;
- д. в случае большого несовпадения нулевых штрихов необходимо отжать винты нониуса, сдвинуть нониусную пластинку до совпадения штрихов и закрепить ее винтами.
5. Приемы измерения:
- а. взять деталь в левую руку, которая должна находиться за губками и захватить деталь недалеко от губок (рис. 4, а). Правая рука должна придерживать штангу, при этом большой палец этой руки должен перемещать рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия;

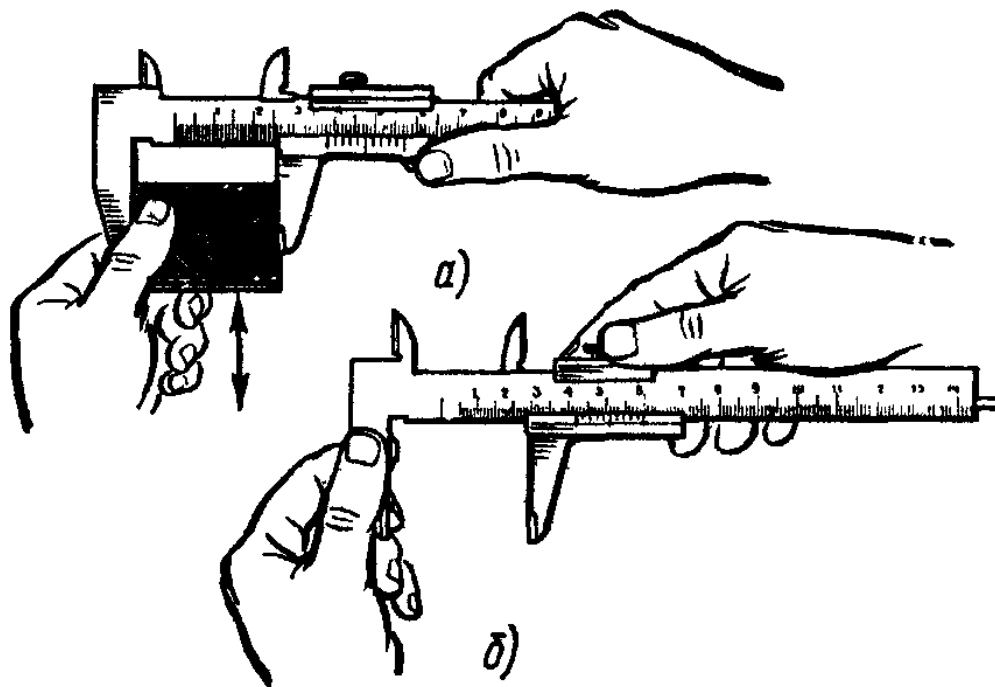


Рис. 4. Прием измерений штангенциркулем ШЦ-1

- b. закрепление рамки производят большим и указательным пальцами правой руки, придерживая штангу остальными пальцами этой руки. Левая рука при этом должна придерживать губку штанги (рис. 4, б).
- 6. Чтение показаний штангенциркуля ШЦ-1:
  - a. при чтении показаний штангенциркуль держать прямо перед глазами (рис. 5, а). Если смотреть на показания с боку (рис. 5, б), то это приведет к искажению и, следовательно, к неправильным результатам измерений. Для предупреждения искажений поверхность, на которой нанесена шкала нониуса, имеет скос для того, чтобы приблизить шкалу нониуса к основной шкале на штанге;
  - b. целое число миллиметров отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробные значения (количество десятых) определяют умножением величины отсчета (0,1мм) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги.

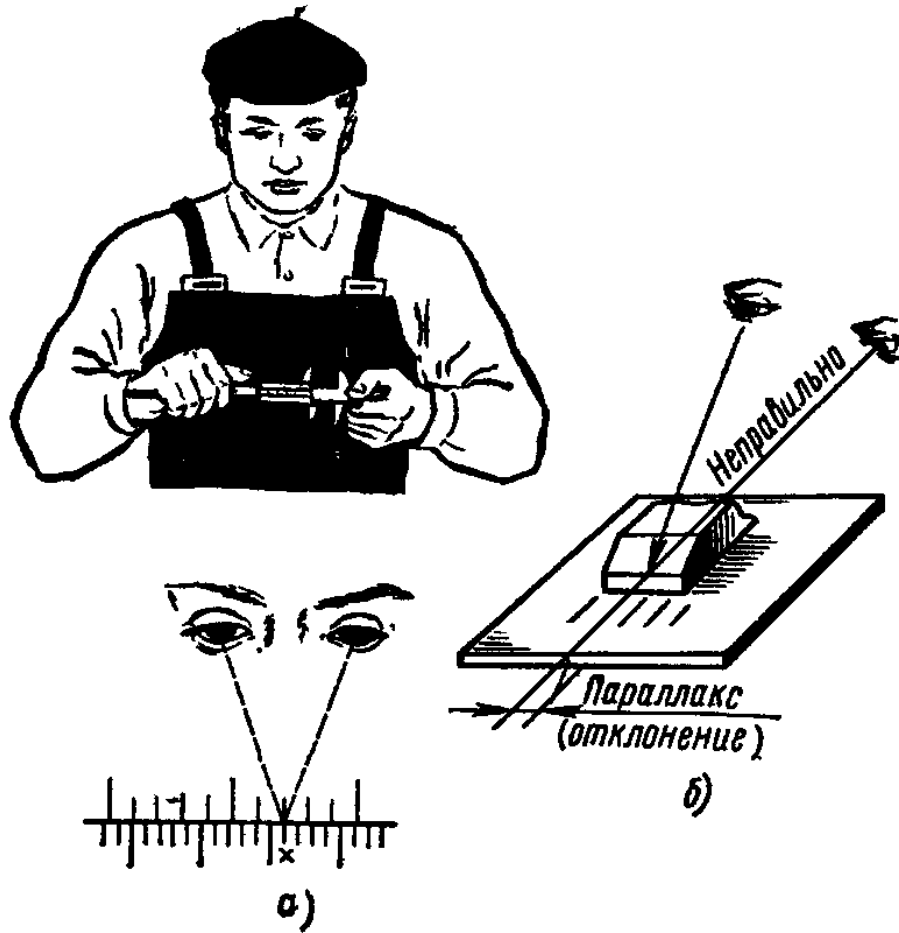


Рис. 5. Чтение показаний штангенциркуля

ПРИМЕР. Нулевой штрих совпадал с 39-м делением на штанге, а нониус в нулевое давление показал 7-е деление. Результат измерений будет равен:  $39 + 0,1 \times 7 = 39,7 \text{ мм}$ .

*Упражнение 2. Измерение штангенциркулем ШЦ-II*

1. Ознакомьтесь с конструкцией штангенциркуля ШЦ-II (рис. 6,а).

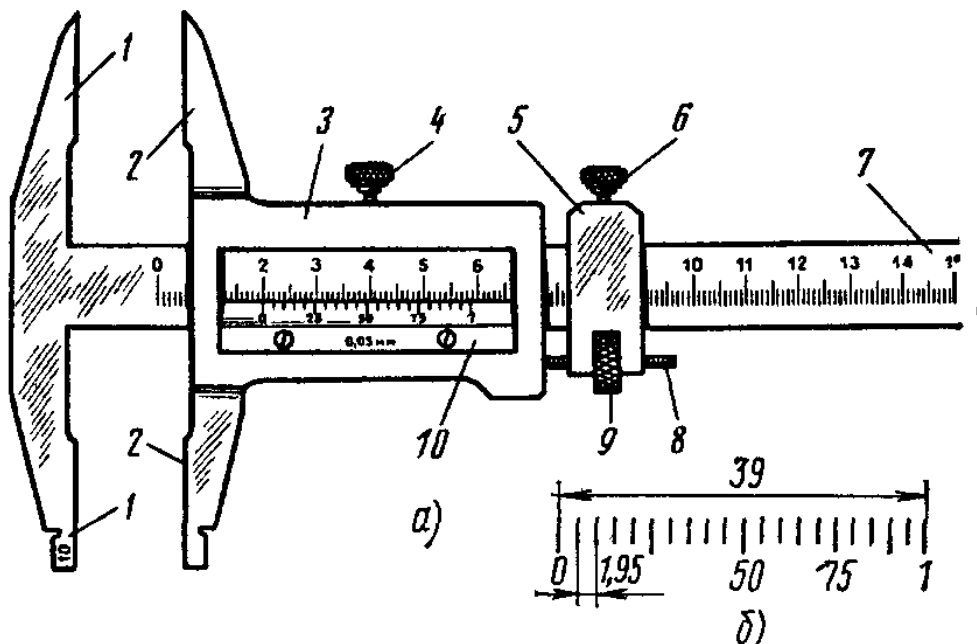


Рис. 6. Штангенциркуль ШЦ-II:

1. – неподвижная измерительная губка, 2 – подвижная измерительная губка, 3 – подвижная рамка, 4 – зажим рамки, 5 – рамка микрометрической подачи, 6 – зажим рамки микроподдачи, 7 – штанга с миллиметровыми делениями, 8 – винт микроподдачи, 9 – гайка подачи рамки, 10 – нониус
2. Изучить устройство нониуса: он имеет длину 39 мм, разделен на 20 частей. Одно деление нониуса составляет  $39:20=1,95$  мм (рис.6, б), это на 0,05 мм меньше целого числа.
3. Выполнить задания (см. упр.1, п.2 и 3).
4. Проверить взаимодействие отдельных частей штангенциркуля:
  - a. плавность хода рамки, параллельность губок, нет ли перекоса, мертвого хода в микрометрической паре, тугого перемещения движка рамки, ослабления и смещения пружины, расположенной под стопорным винтом;
  - b. нет ли износа рабочих поверхностей шкалы линейки и рамки, вызывающего перекос измерительных поверхностей губок, неточности штрихов на шкале и нониусе.
5. Проверить нулевое положение:
  - a. проверить совпадение нулевого штриха нониуса 10 с нулевым делением (штрихом) штанги 7. Для грубых измерений рамку 3 переместить по штанге до плотного прилегания губок. Для точной установки штангенциркуля пользоваться микрометрической подачей 8, 9;
  - b. при отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при большом просвете (не более 3 мкм) нулевые штрихи штанги и нониуса при сдвинутых губках должны совпадать. Положение шкалы штангенциркуля и нониуса штангенциркуля ШЦ-II величиной отсчета 0,05 мм показано на рис. 7.

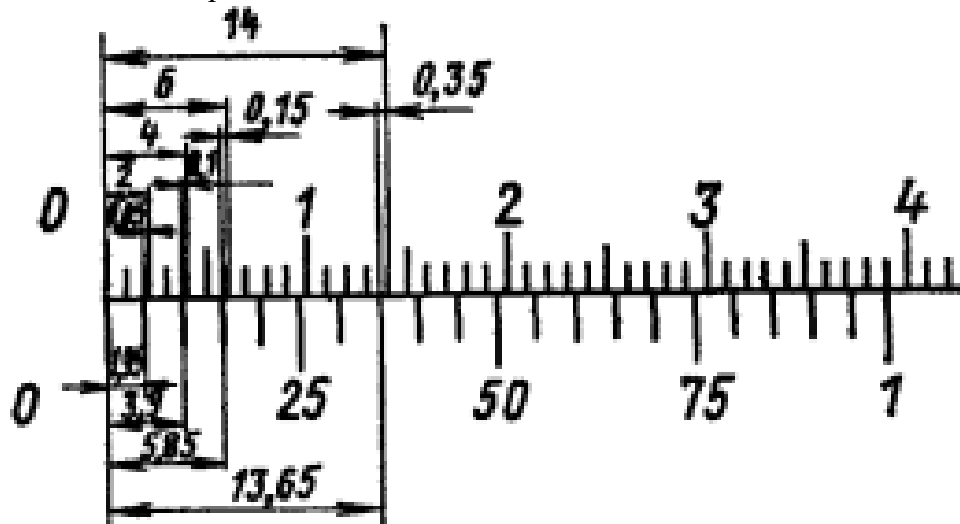


Рис. 7. Чтение показаний штангенциркуля ШЦ- II

6. Приемы измерения штангенциркулем ШЦ-II:
  - a. установить приблизительно контролируемый размер (при наружном измерении рис.8, а несколько больше, а при внутреннем рис. 8, б несколько меньше контролируемого размера). Закрепить рамку микрометрической подачи 2;
  - b. взять штангенциркуль правой рукой, а левой поддерживать губку штанги или деталь (если небольших размеров);
  - c. правой рукой, закрепив движок 2 с помощью гайки микроподдачи 3, плавно передвигать рамку 1 так, чтобы губки соприкасались с проверяемой поверхностью, закрепить рамку, не допуская перекоса и добиваясь нормального усилия;

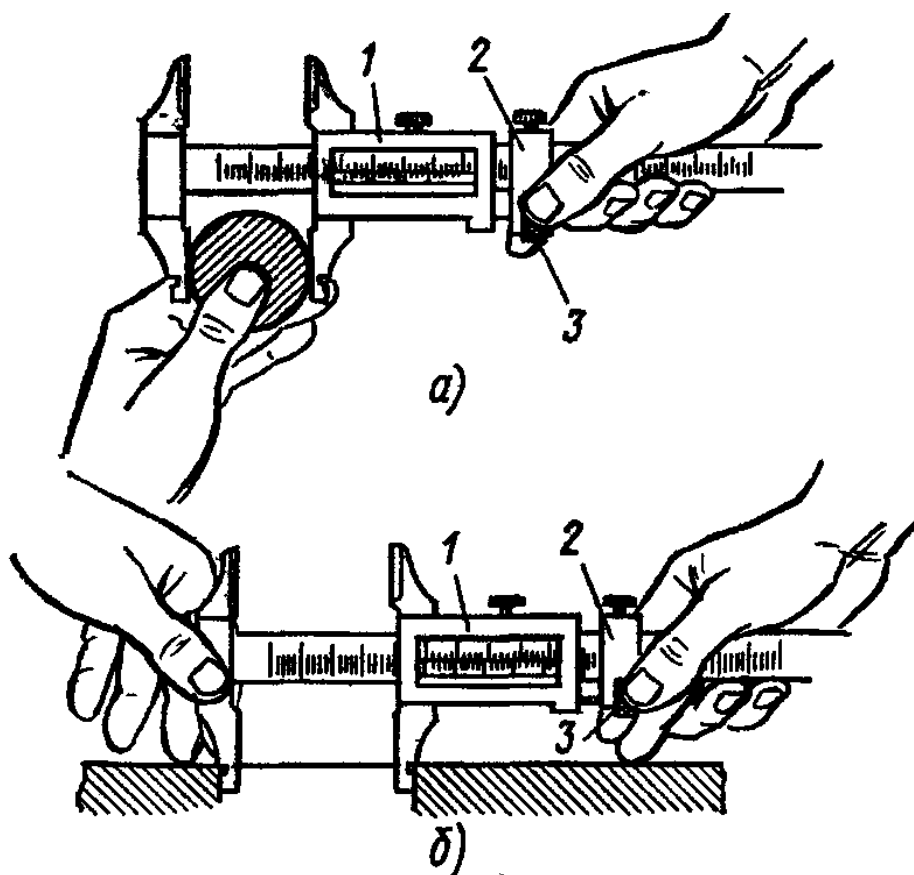


Рис. 8. Приемы измерений штангенциркулем ШЦ-II

- d. устанавливать штангенциркуль так, чтобы деталь – линия измерения не имела перекоса, а была перпендикулярно оси детали.  
 Неправильная установка штангенциркуля ведет к завышению показания (рис.9 – наружные измерения; рис. 10 – внутренние измерения).

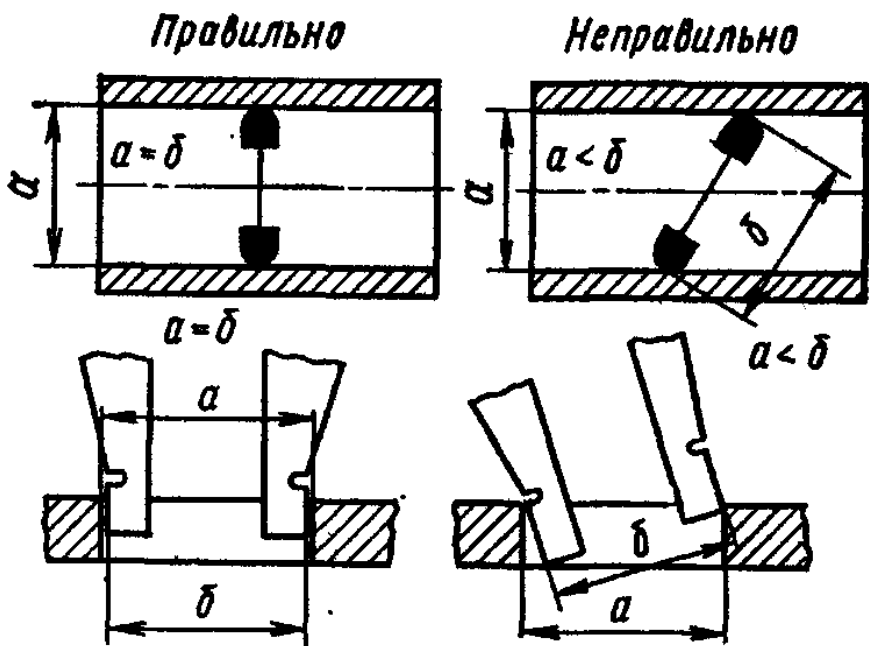
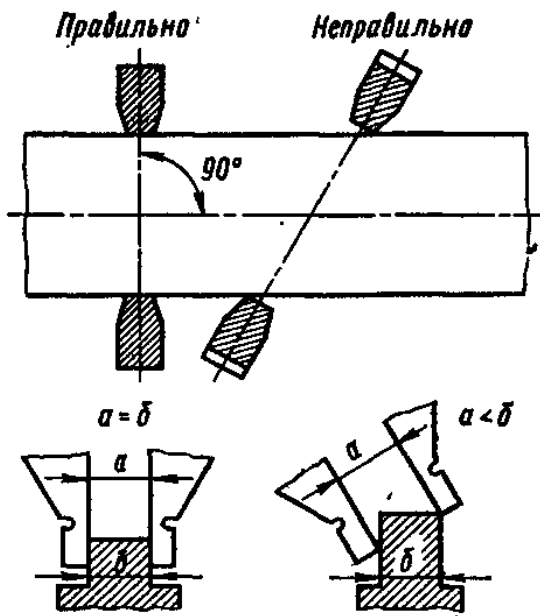


Рис. 9. Установка штангенциркуля при измерении наружных поверхностей  
Рис. 10. Установка штангенциркуля при измерении внутренних поверхностей

7. Чтение показаний штангенциркуля ШЦ-II:
  - а. штангенциркуль держать прямо перед глазами (рис.5);
  - б. отсчитывать целое число миллиметров слева направо нулевым штрихом нониуса;
  - с. найти штрих нониуса, совпадающий со штрихом шкалы штанги. К ближайшей слева цифре, обозначающей сотые доли миллиметра, прибавить результаты умножения величины отсчета на порядковый номер короткого штриха нониуса, совпадающего со штрихом штанги, считая его от длинного оцифрованного штриха. Примеры показаны на рис. 11, а, б;

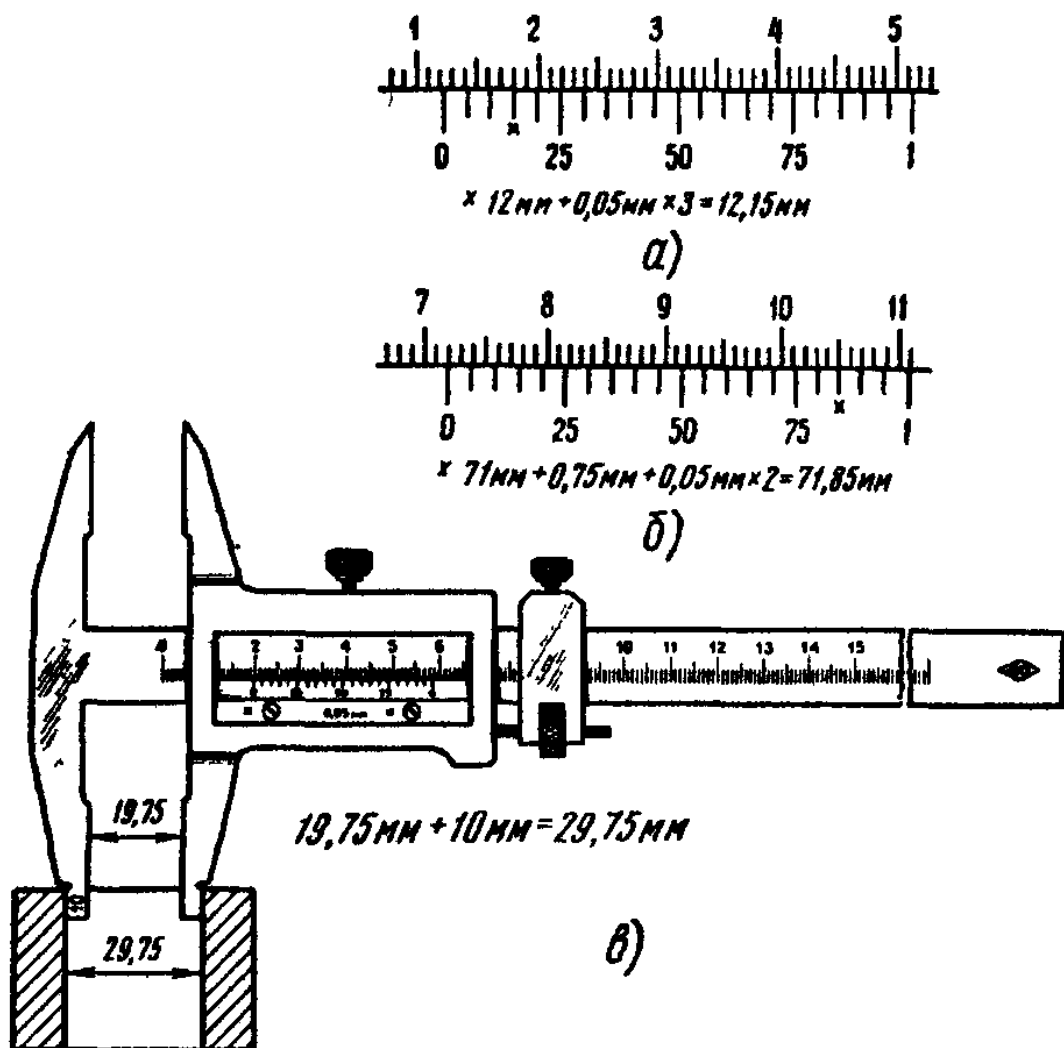
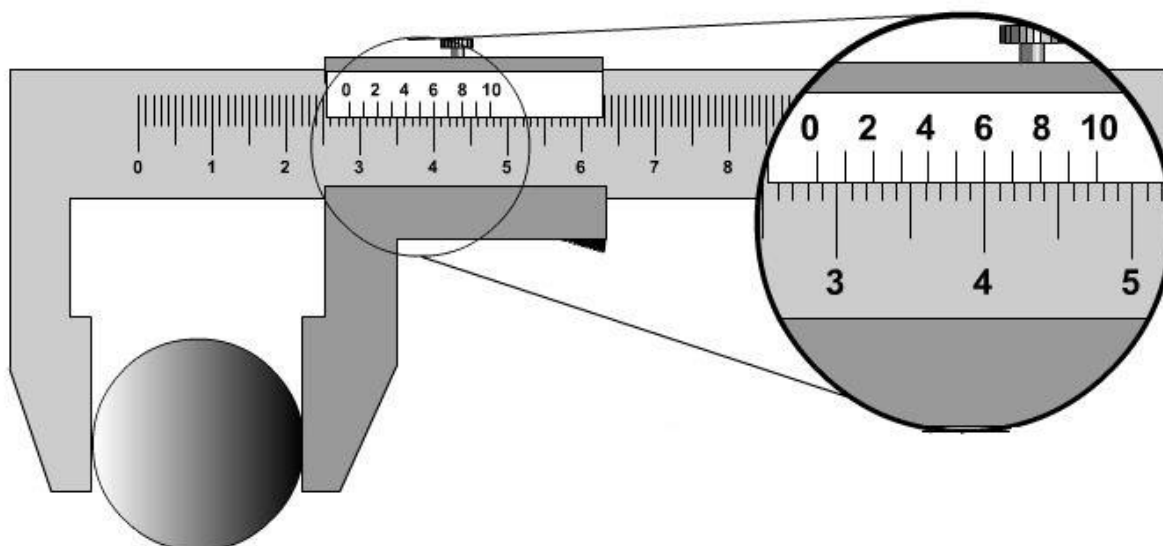
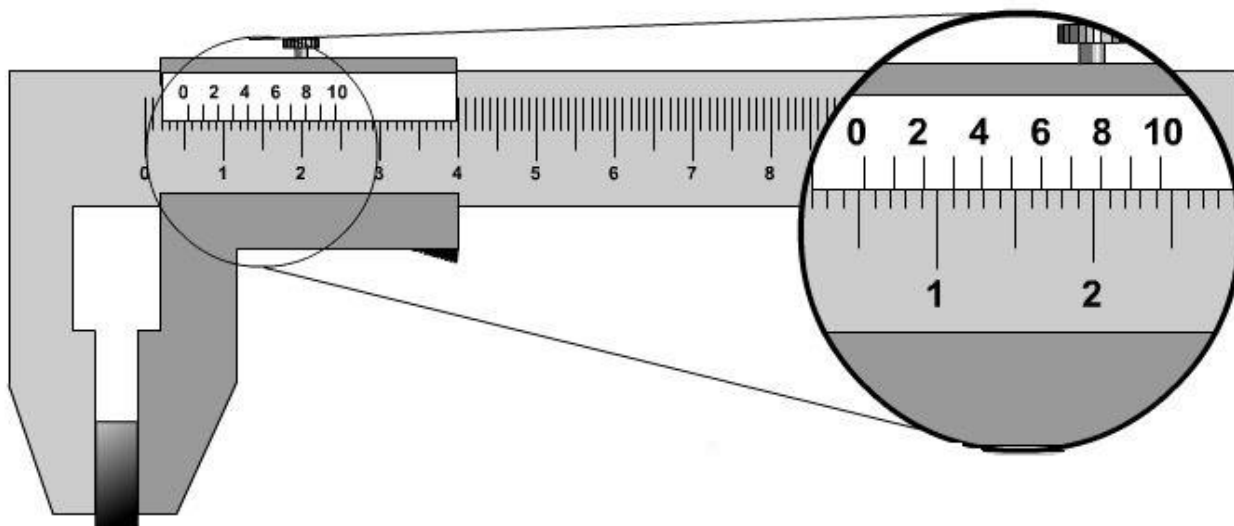


Рис. 11. Примеры отсчета при измерениях:  
 а, б – наружных поверхностей, в – внутренних

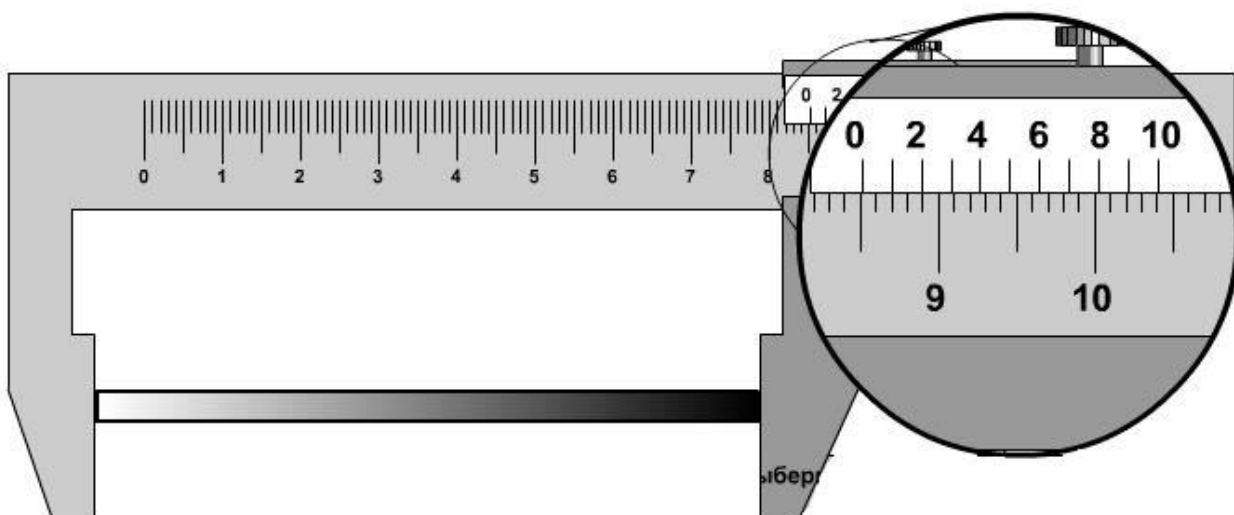
- д. при внутреннем измерении (рис. 11, в) к показаниям штангенциркуля прибавляется толщина губок (10 мм), указанная на них.
8. На рисунках 12,13,14 найдите на шкалах штангенциркуля размер.



Ответ:



Ответ:



Ответ:

### Контрольные вопросы:

1. Назовите универсальные измерительные инструменты для контроля размеров, используемые в слесарном деле.
2. Что такое универсальный штангенциркуль, для чего он предназначен и из каких элементов состоит?
3. Что такое нониус?
4. От чего зависит точность измерения размера?



## Практическая работа № 7

### Тема: «Измерения микрометрами различных типов»

**Цель работы:** изучить конструкцию, накладку и приемы измерения микрометрами.

**Оборудование и материалы.**

1. Микрометры в ассортименте
2. Образцы для проведения измерений
3. Учебная и техническая литература

#### Типы микрометров:

**МК** – микрометры гладкие для измерения наружных размеров изделий;

**МЛ** – микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент;

**МТ** – микрометры трубные для измерения толщины стенок труб;

**МЗ** – микрометры зубомерные для измерения зубчатых колес.

Микрометры типа МК предназначены для измерения наружных размеров. Они выпускаются с пределами измерений: 0-25; 25-50 и т.д. через каждые 25 мм, а затем с 300-400; 400-500; 500-600 мм.

Микрометры с верхним пределом измерений 50 мм и более снабжаются установочными мерами 8 (рис. 12). Микрометры с верхним пределом измерений более 300 мм имеют подвижные пятки, обеспечивающие возможность измерений любого размера в пределах данного микрометра.

#### Порядок выполнения работы

##### Упражнение 1. Измерение микрометром МК

1. Изучить конструкцию микрометра МК (рис.12, а).

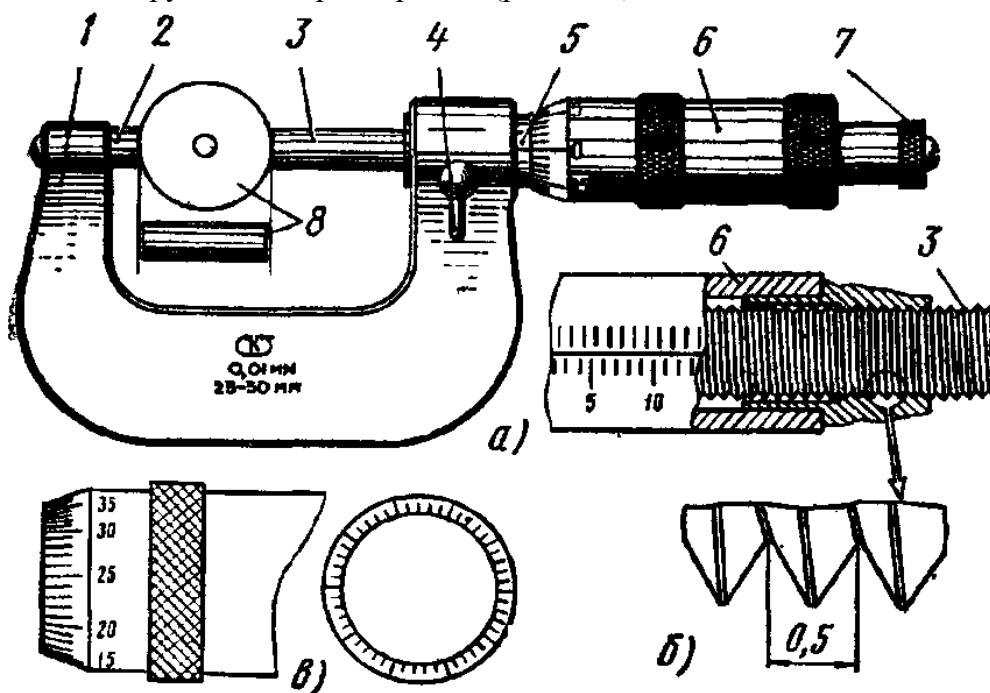


Рис. 12. Микрометр МК:

*a* – устройство, *б* – микрометрический винт, *в* – барабан; 1 – скоба, 2 – пятка, 3 – винт, 4 – стопор, 5 – стемель, 6 – барабан, 7 – трещетка, 8 – установочная мера

2. Ознакомиться с устройством и назначением нониуса (рис. 12, в):
  - а. на наружной поверхности стемеля 5 проведена продольная линия, ниже которой нанесены миллиметровые деления;

- b. микрометрический винт 3, шаг которого равен 0,5 мм, связан с барабаном 6. Коническая часть барабана разделена по окружности на 50 равных частей (нониус на рис. 12, в);
- с. за один оборот микрометрический винт 3 перемещается вдоль оси на шаг резьбы (рис.12, б). При повороте на одно деление микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на  $1/50$  шага, т.е.  $0,5:50=0,01$  мм, являющейся ценой деления микрометра.
3. Установка нулевого положения нониуса (рис. 13):
- а. нулевое положение микрометра проверить перед измерением: у правильно отрегулированного микрометра пятка 2 и винт 3 (см. рис. 12) должны соприкасаться с измерительными поверхностями установочной меры 8 или непосредственно между собой (при пределах измерения диаметра 0 – 25 мм), а нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, при этом скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля (рис.13, а);

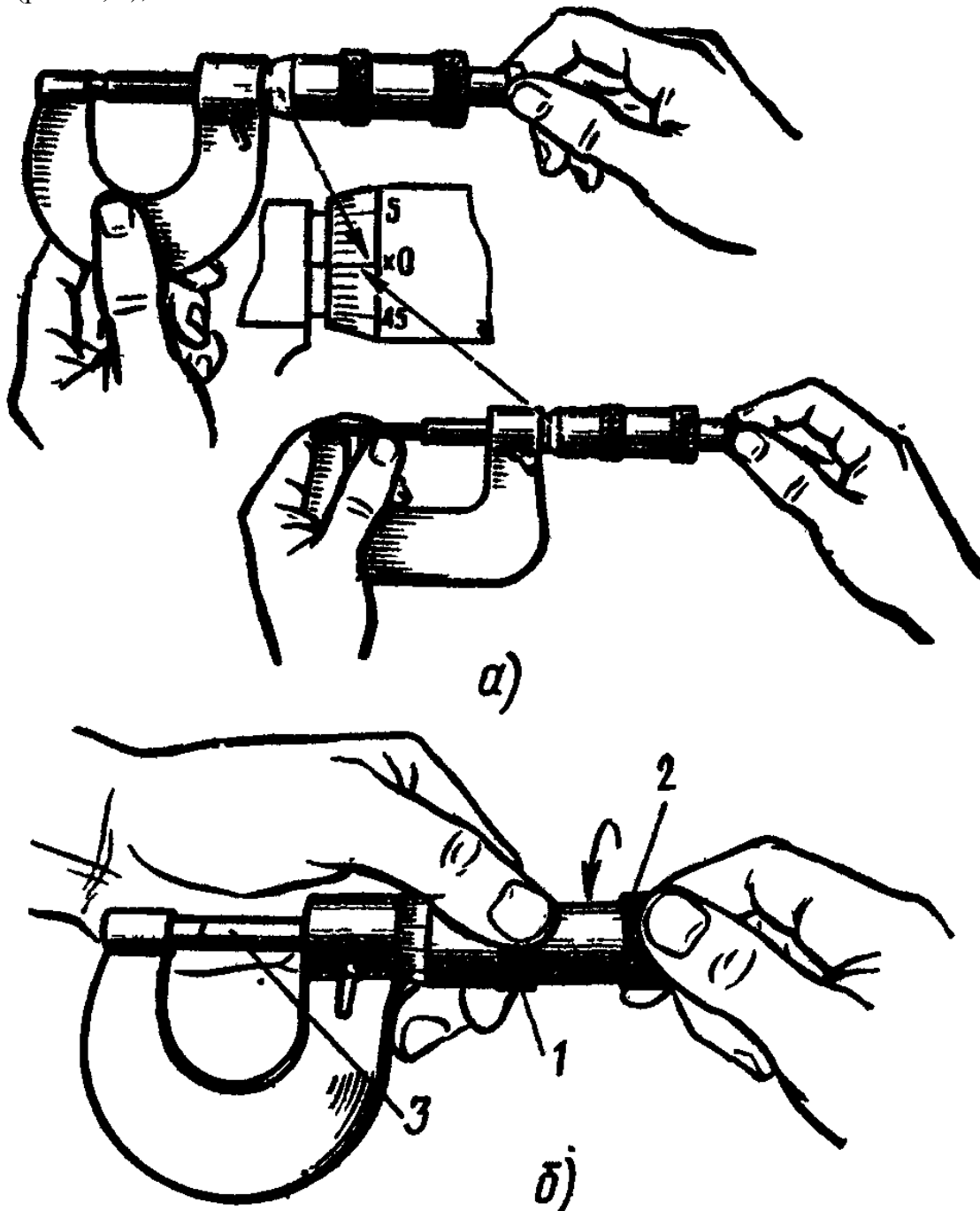


Рис. 13. Установка нулевого положения микрометра МК

- b. при несовпадении штрихов микрометр следует отрегулировать:
- застопорить микрометрический винт 3 при сведенных измерительных плоскостях;

- ослабить колпачок 2, связывающий барабан с микроскопическим винтом, придерживая левой рукой за поясок 1 (рис. 13,б);
  - освободить барабан от сцепления с винтом и повернуть его до совпадения нулевого штриха на скосе барабана с продольным штрихом стебля (рис. 13, а);
  - закрепить барабан на винте с помощью колпачка.
4. Измерение микрометром МК:
- a. протереть измерительные поверхности мягкой тканью или бумагой (рис. 14, а – б);
  - b. установить микрометр на размер, несколько больший проверяемого;
  - c. взять микрометр (рис. 14, в) левой рукой за скобу 1 (посередине), а измеряемую деталь 3 поместить между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 4;
  - d. пальцами правой руки плавно вращать трещотку 5, слегка прижимать торцом микрометрического винта 4 деталь 3 к пятке 2 до соприкосновения его поверхностью проверяемой детали, пока трещотка 5 не начнет повертываться и пощелкивать;
  - e. при измерении детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр (рис.14, з).

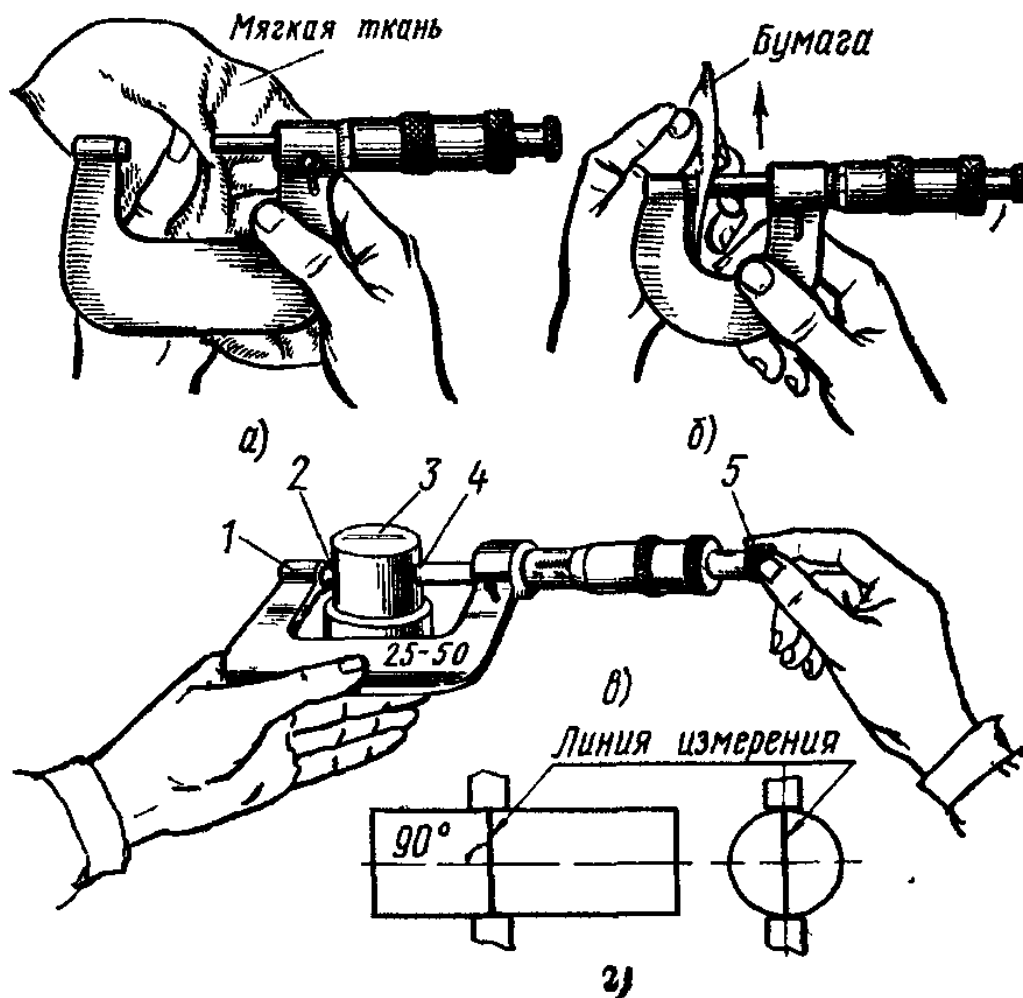
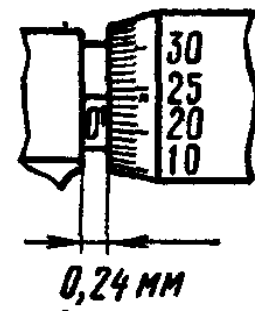
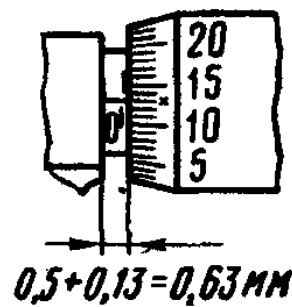
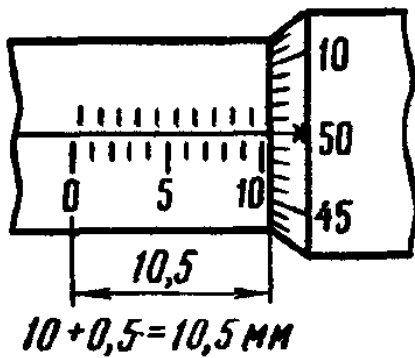
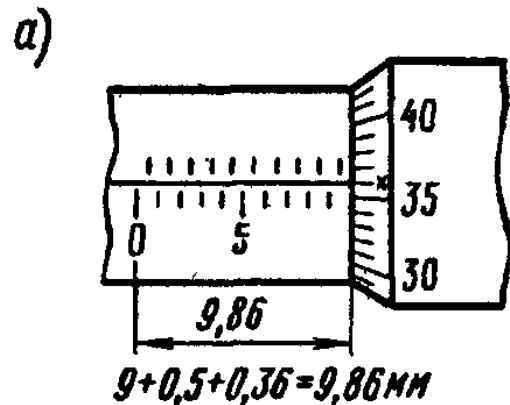
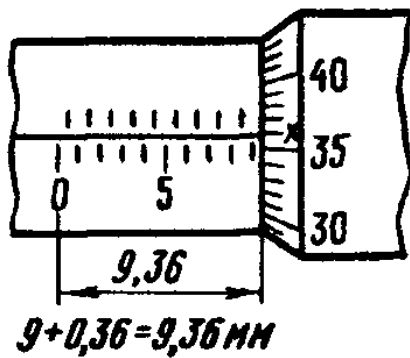
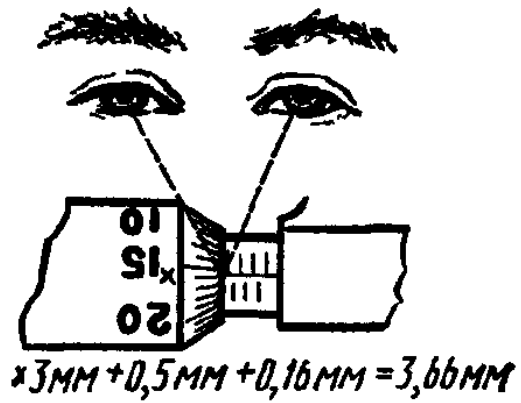


Рис. 14. Измерения микрометром МК:

а,б – протирка рабочих частей, в – прием установки микрометра, з – линия измерения

5. Чтение показаний микрометра:
- a. при чтении показаний микрометр держать прямо перед глазами (рис.15, а);
  - b. целое число миллиметров отсчитывать по нижней шкале, половины миллиметра – по верхней шкале стебля, а сотые доли миллиметра отсчитывать по делениям шкалы барабана, по штриху, совпавшему с продольной риску на втулке;
  - c. на рис. 15, б приведены примеры отсчетов.



б)

Рис. 15. Работа с микрометром:  
а – чтение показаний, б – примеры отсчета

**Контрольные вопросы:**

1. Как нужно обращаться с измерительными инструментами?
2. Назовите инструменты и приборы для точных измерений?
3. Почему точность измерительного инструмента должна быть выше, чем точность изготовления детали, которая этим инструментом проверяется?

## Список литературы:

### Основные источники:

1. Покровский Б.С., Основы слесарного дела, Издательство Академия, 2014г, 326 с.
2. Зайцев С.А. Допуски и технические измерения, Издательство Академия, 2014г, 304 с.
3. Покровский Б.С., Скакун В.А., Слесарное дело, Издательство Академия, 2012г., 320 с.
4. Покровский Б.С., Основы слесарных и сборочных работ, Издательство Академия, 2015г, 208 с.

### Дополнительная литература:

1. Покровский Б.С., Справочное пособие слесаря, Издательство Академия, 2014г, 224 с.
2. Виноградов В. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей Издательство Курс, 2017г, 386с.
3. Слон Ю.М., Автомеханик, Издательство Феникс, 2015г, 384 с.
4. Фещенко В., Слесарное дело. Книга 1 Слесарные работы при ремонте и изготовлении машин, Издательство Инфра-Инженерия, 2012г, 464 с.
5. Секирников В.Е. Охрана труда на предприятиях автотранспорта, Издательский центр «Академия», 2018г

### Интернет-ресурсы:

Сайт для студентов и преподавателей // twirpx.com: <http://www.twirpx.com/files/machinery/material>.

Электронный ресурс «Слесарное дело». Форма доступа: <http://www.slesarnoedelo.ru/>

Электронный ресурс «Слесарное дело: Практическое пособие для слесаря». Форма доступа: [http://fictionbook.ru/author/litagent\\_yenas/slesarnoe\\_delo\\_prakticheskoe\\_posobie\\_dlya\\_slesarya/read\\_online.html?page=1](http://fictionbook.ru/author/litagent_yenas/slesarnoe_delo_prakticheskoe_posobie_dlya_slesarya/read_online.html?page=1)

Электронный ресурс «Измерительный инструмент» - Режим доступа: <http://www.chelzavod.ru/>

Электронный ресурс «Измерительный инструмент» - Режим доступа: <http://www.chelzavod.ru/>

Электронный ресурс «Мега Слесарь» - Режим доступа: <http://www.megaslesar.ru/>

Электронный ресурс «Понятия о допусках и посадках основные термины» - Режим доступа: <http://cxt.telesort.ru/vdovichenkovaucheb/Dopuski.htm>

Электронный ресурс «Слесарное дело подробно в вопросах и ответах». Форма доступа: <http://www.domoslesar.ru/>