

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

**З. Я. Шабакеева, М. И. Михайлов**

## **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ, МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

**по одноименной дисциплине  
для студентов специальности 1-51 02 02  
«Разработка и эксплуатация нефтяных  
и газовых месторождений»  
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2010

УДК 006.9+621.71(075.8)  
ББК 30.10я73  
Ш12

*Рекомендовано научно-методическим советом  
машиностроительного факультета  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 8 от 26.04.2010 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Детали машин»  
ГГТУ им. П. О. Сухого *А. Т. Бельский*

**Шабакеева, З. Я.**

Ш12 Управление качеством продукции, метрология и стандартизация : лаборатор. практикум по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» днев. и заоч. форм обучения / З. Я. Шабакеева, М. И. Михайлов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 28 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Рассмотрены приемы воспроизведения единиц физических величин и передача их размеров. Приведены конструкции измерительных средств, даны основы нормирования точности размеров изделий и методика выбора средств измерения для контроля заданных параметров.

Для студентов специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» дневной и заочной форм обучения.

УДК 006.9+621.71(075.8)  
ББК 30.10я73

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2010

## Лабораторная работа № 1

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Ознакомление с назначением, устройством, метрологическими характеристиками средств измерений и правилами пользования измерительными инструментами.
2. Изучить методику измерения заданных параметров детали, используя измерительные инструменты.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Измерение - нахождение физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств, например, измерение размеров вала микрометром или штангенциркулем.

За единицу физической величины принимают единицу измерения, определяемую установленным числовым значением, которое принято за исходную (основную или производную) единицу (например, метр – единица длины и т.п.).

Основное уравнение измерения имеет вид

$$Q = qU,$$

где  $Q$  - измеряемая физическая величина;

$q$  - числовое значение физической величины в принятых единицах;

$U$  - единица физической величины.

Измерение производят для установления действительных размеров изделий и соответствия их требованиям чертежа, а также для проверки точности технологической системы и подналадки ее для предупреждения брака.

Вместо определения значений физической величины часто проверяют, находится ли действительное значение этой величины (размера детали, отклонения от размера) в установленных пределах. Процесс получения и обработки информации об объекте (параметре детали, механизма, процесса), с целью определения его годности или необходимости введения управляющих воздействий на факторы,

влияющие на объект, называются контролем. При контроле изделий (деталей) проверяют только соответствие действительных значений геометрических, механических, электрических и других параметров нормирования допускаемым значениям этих параметров с помощью измерительных средств

Средство измерения – это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства. К средствам измерения относятся различные измерительные приборы и инструменты: штангенциркули, микрометры и др.

Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера, называется мерой.

По способу получения значений измеряемой величины различают два основных метода измерений:

- метод непосредственной оценки;
- метод сравнения с мерой.

Метод непосредственной оценки, это метод при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (измерение длины с помощью линейки, размеров деталей микрометром, штангенциркулем).

Метод сравнения с мерой – метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Например, для измерения высоты  $L$  детали  $1$  (рис. 1) миниметр  $2$  закрепляют на стойке. Стрелку миниметра устанавливают на нуль, по какому-либо образцу (или набору концевых мер  $3$ ), имеющему высоту  $N$ , равную номинальной высоте  $L$  измеряемой детали. Затем измеряют детали. О точности размеров  $L$  судят по отклонению  $\pm \Delta$  стрелки миниметра относительно нулевого положения.

Миниметр – прибор со стрелочным индикатором и рычажным преобразовательным элементом (механизмом) для измерения линейных размеров относительно контактным способом с помощью измерительного стержня. Миниметр состоит из следующих частей:  $1$  – измерительный стержень;  $2$  – отводной рычаг;  $3$  – затяжной винт;  $4$  – корпус;  $5$  – стрелка;  $6$  – указатели отклонений;  $7$  – шкала;  $8$  – соединительная трубка;  $9$  – хомут (рис.2).

В зависимости от взаимосвязи показаний прибора с измеряемой физической величиной измерения подразделяют на прямые и косвенные, абсолютные и относительные.

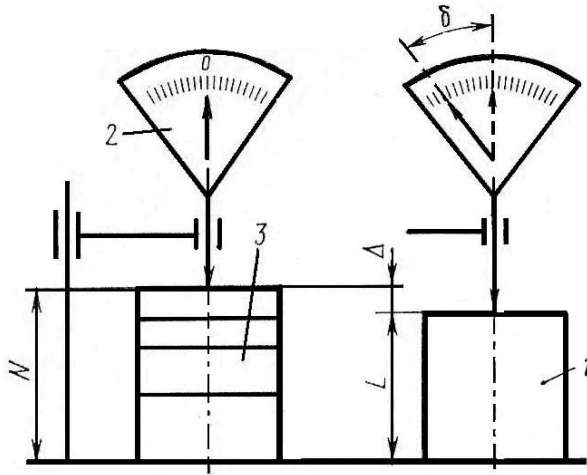


Рис. 1. Схема измерения высоты детали методом сравнения с мерой.

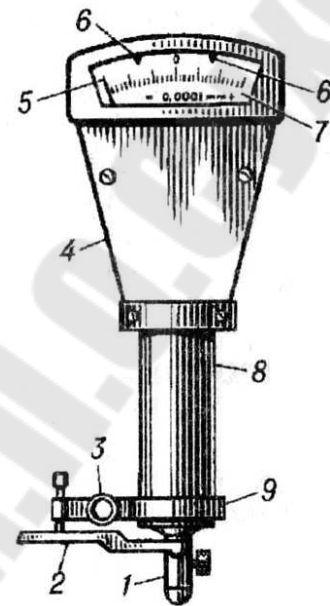


Рис. 2. Миниметр.

При прямом измерении искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных, например, измерение диаметра штангенциркулем, угла угломером.

При косвенном измерении искомое значение величины определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, (например, определение среднего диаметра резьбы с помощью трех проволочек на вертикальном длинномере; угла с помощью синусной линейки (рис. 3) и т. д.). Синусная линейка – инструмент в виде

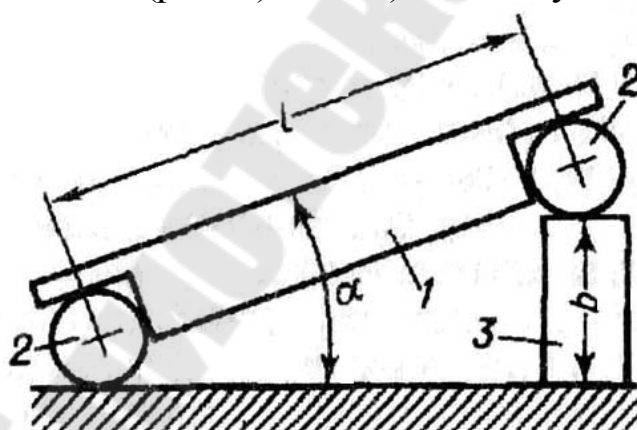


Рис. 3. Схема измерения синусной линейкой.

прямоугольного бруска с двумя цилиндрическими роликами по концам. Схема измерения синусной линейки состоит: 1 – синусная линейка; 2 – точные ролики одинакового диаметра; 3 – набор концевых мер с размером  $b$ ;  $\alpha$  – искомый угол;  $L$  – расстояние между осями роликов.

Абсолютное измерение основано на прямых измерениях величины и (или) использовании значений физических констант, например, измерение размеров детали штангенциркулем или микрометром.

Относительное измерение основано на сравнении измеряемой величины с известным значением меры, например, измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную. Размер в этом случае определяется алгебраическим суммированием размера установочной меры и показаний прибора. Например, высоту  $L$ , детали  $l$  (рис. 1) находят по отклонению  $\Delta$  от размера  $N$ , по которому настроен микрометр:  $L = N \pm \Delta$ .

При выборе средств измерения в зависимости от заданной точности изготовления детали необходимо учитывать их метрологические показатели. К ним относятся:

- цена деления шкалы;
- диапазон показаний и измерений;
- пределы измерений;
- точность измерения;
- погрешность измерения;
- измерительное устройство и т.д.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучение устройства измерительных инструментов. Краткое описание их конструкции.

*Штангенинструменты.* К ним относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмасы. Они предназначены для абсолютных измерений линейных размеров, а так же для воспроизведения размеров при разметке деталей.

Штангенциркули (рис. 4) изготавливаются трех видов ШЦ-I с ценой деления 0,1 мм, ШЦ-II с ценой деления 0,05 мм, ШЦ-III с ценой деления 0,05 и 0,1 мм.

Используются так же для измерения размеров деталей штангенциркули со стрелочным отсчетным устройством с ценой деления 0,01 и 0,02 мм (рис. 5), где глубиномер 3 и рамка 2 жестко связаны с зубчатой рейкой 4, передающей движение через трубку 6 стрелке 1 отсчетного устройства 5.

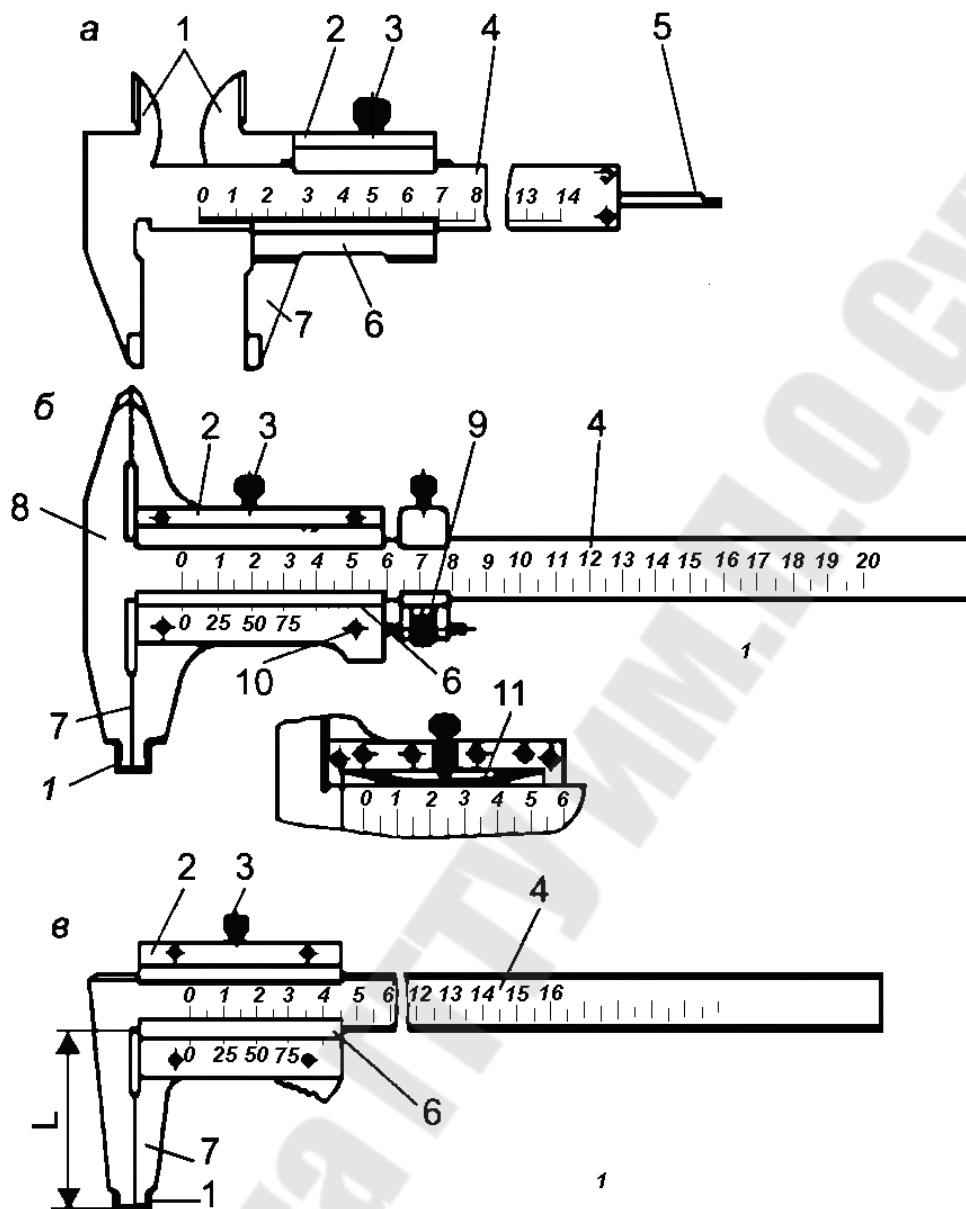


Рис.4. Штангенциркули: а) ШЦ-I; б) ШЦ-II; ШЦ-III: 1- губки для внутренних измерений; 2 – рамка; 3 – винт стопорный; 4 – штанга; 5 – ножка глубиномера; 6 – нониус; 7 – губки для наружных измерений; 8 - разметочные губки; 9 – гайка микроподачи; 10 – винты для крепления нониуса; 11- пружина.

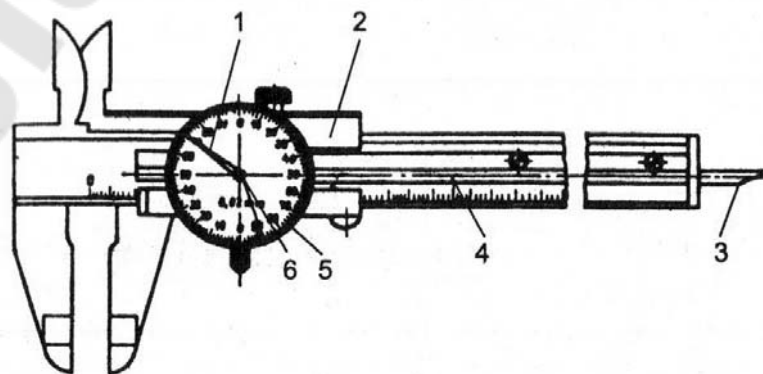


Рис.5. Штангенциркуль со стрелочным отсчетным устройством.

В настоящее время используются штангенинструменты с электронным отсчетом.

Штангенрейсмасы и штангенглубиномеры (рис. 6) предназначены для измерения высот и разметочных работ. Штангенглубиномеры (рис. 6, б) предусмотрены для измерения глубин отверстий, пазов, а также для измерения выступов.

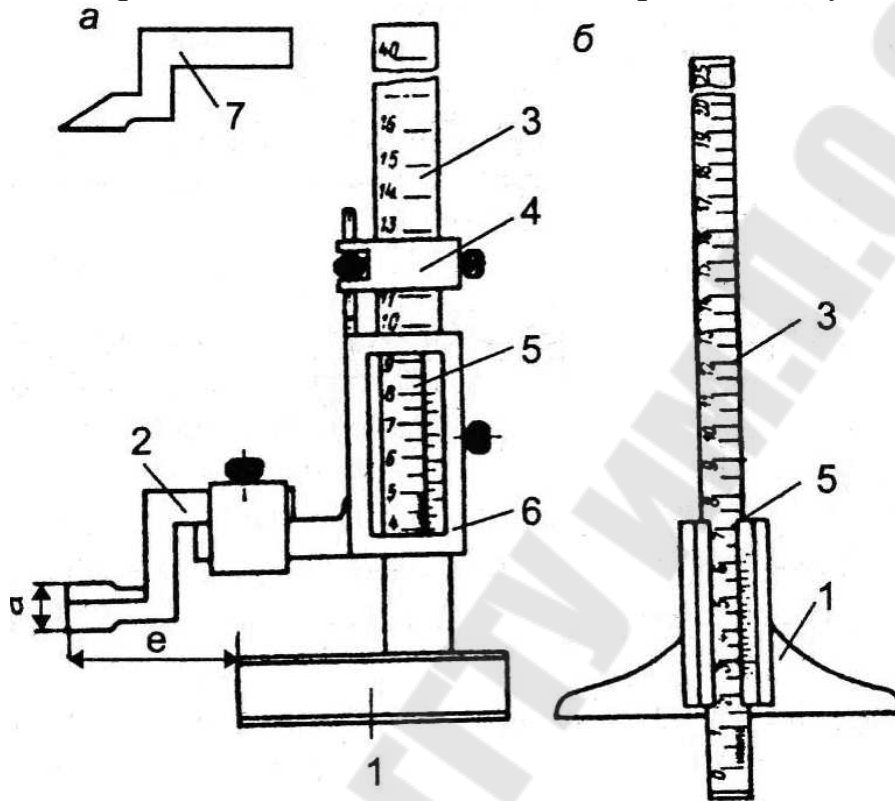


Рис.6. Штангенрейсмас (а) и штангенглубиномер (б): 1 основание; 2- измерительная ножка; 3 – штанга; 4- рамка с микрометрической подачей; 5- нониус; 6 – рамка; 7 –разметочная ножка.

Основными частями штангенинструментов являются шкалы-линейки с делением 1 мм и перемещающаяся по линейки шкала-нониус (рис. 5, 6). По нониусу (рис. 7) отсчитываются десятые и сотые доли миллиметра. Основной характеристикой при расчете нониуса является величина отсчета или точность нониуса  $i$ . Сначала определяют число делений нониуса  $n = c/i$ , где  $c$  - интервал делений основной шкалы. Интервал деления шкалы нониуса  $b = mc - i$ , где  $m$  - модуль, т.е. натуральное число 1, 2, 3,..., служащее для увеличения интервала деления нониусной шкалы. Далее находят длину шкалы нониуса  $l = bn = (mc - i)n$ .



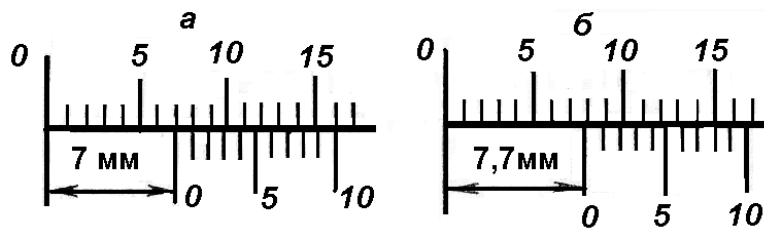


Рис. 7 Шкала с нониусным отсчетом: а) – измеряемый размер равен 7 мм; б) измеряемый размер равен 7,7 мм.

*Микрометрические приборы.* К микрометрическим приборам относятся микрометры гладкие (рис. 8, а, з), рычажные, нутромеры, глубиномеры (рис. 10), микрометры с цифровым отсчетом (рис. 8, д). Микрометрические инструменты состоят из следующих частей: 1 – корпус; 2 – микрометрический винт; 3 – стопор; 4 – стебель; 5 – барабан; 6 – храповой механизм; 7 – гайка; 8 – неподвижная пятка; 9 – цифровой отсчет; 10 – арретир; 11 – теплоизолирующая накладка; 12 – винт; 13 шкала; 14 – стрелка; 15 – сектор; 16 – пружина; 17 и 20 – рычаги; 18 – направляющие; 19 – пружина.

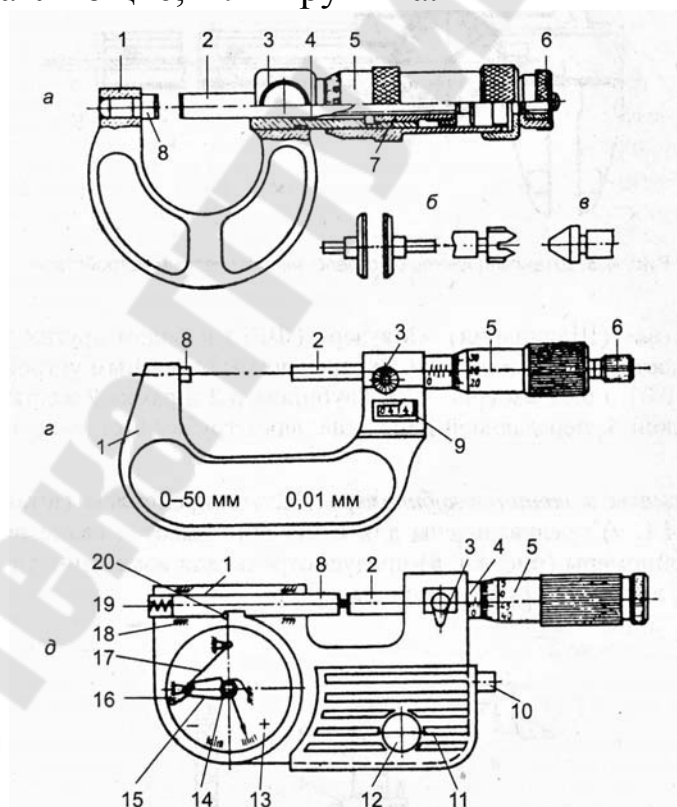


Рис. 8. Микрометрические приборы: а) гладкий; б) вставка для мягких материалов; в) вставки для резьбовых микрометров; з) микрометр с цифровым отсчетом; д) рычажный микрометр.

Отчетное устройство микрометрического инструмента (рис. 9) состоит из двух шкал: продольной 1 и круговой 2. Продольная шкала

имеет два ряда штрихов, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и сдвинутых один относительно другого на 0,5 мм. Оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0,5 мм, равной шагу микровинта. Круговая шкала обычно имеет 50 делений (при шаге винта  $P = 0,5\text{ мм}$ ). По продольной шкале отсчитывают целые миллиметры и 0,5 мм, по круговой шкале – десятые и сотые доли миллиметра.

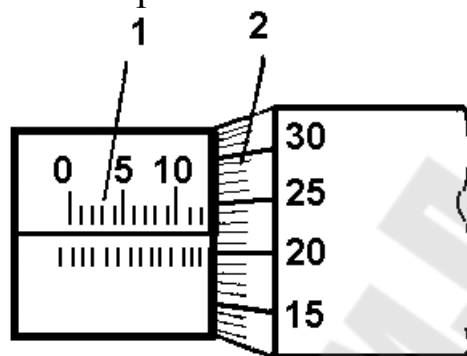


Рис.9. Шкалы микрометра: 1 – продольная шкала; 2- круговая шкала; отсчет равен 12,72 мм.

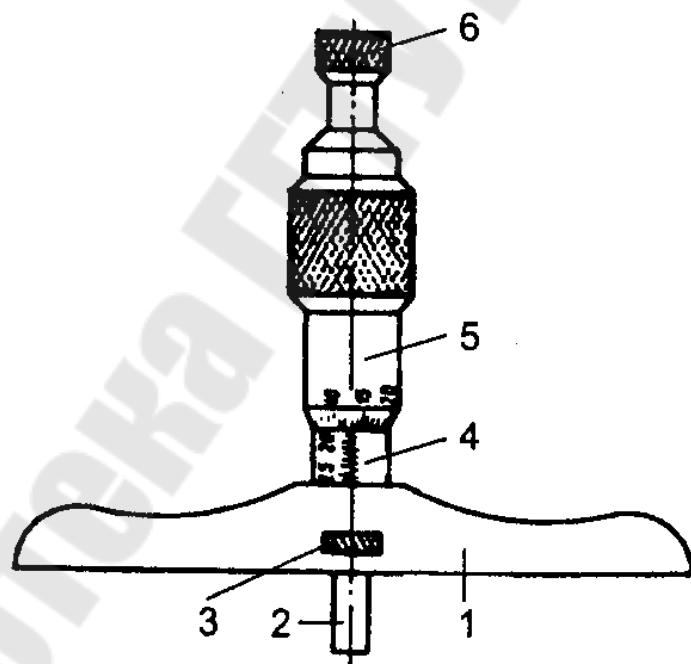


Рис. 10. Микрометрический глубиномер: 1 – корпус; 2 – микрометрический винт; 3 – стопор; 4 – стержень; 5 – барабан; 6 храповой механизм.

К рычажно-зубчатым приборам относятся: скобы с отсчетным устройством, глубиномеры, стенкомеры, толщиномеры и нутромеры. Рычажно-измерительные головки в большинстве случаев имеют

общий принцип построения. На рис. 11 приведена схема индикатора часового типа ИЧ-2.

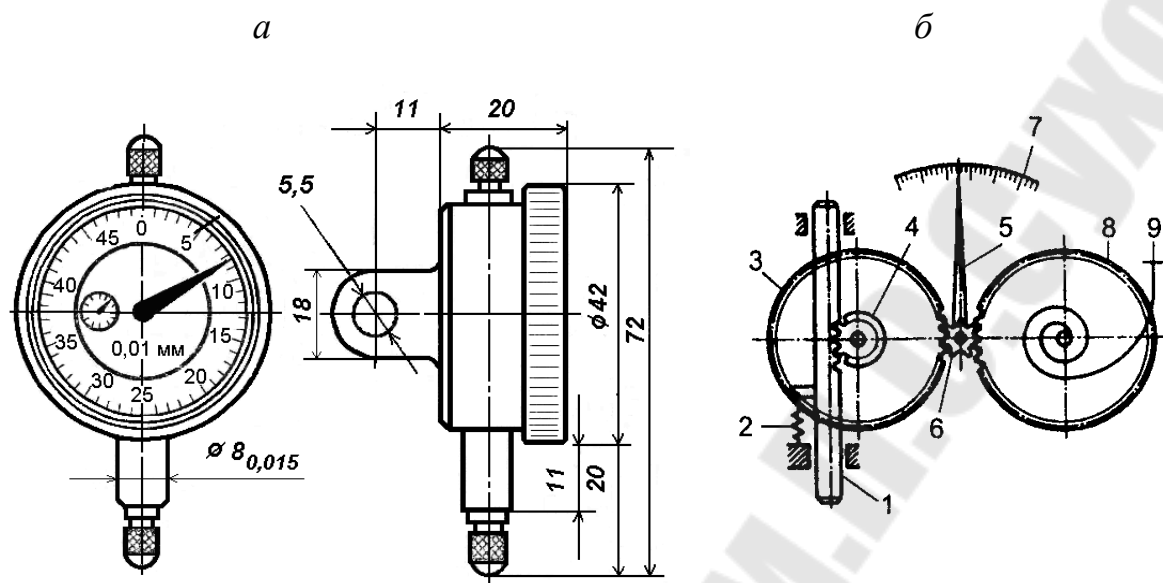


Рис. 11. Индикатор часового типа: а) общий вид; б) кинематическая схема индикатора: 1 – зубчатая рейка стержня; 2 – пружина; 3 – шестерня; 4 – реечный триб; 5 – стрелка; 6 – стрелочный триб; 7 – шкала; 8 – зубчатое колесо; 9 – пружинный волосок.

2. Проведение анализа измерительных инструментов и определение их метрологических характеристик (заполнение таблицы 1).

Таблица 1 Метрологические характеристики

Наименование инструмента	Предел измерения, мм	Цена деления основной шкалы, мм	Цена деления дополнительной шкалы (барабана, нониуса), мм	Предельная погрешность инструмента, мм
Штангенциркуль				
И т.д.				

3. Выполнение эскиза заданной детали типа «вал» (деталь выдается преподавателем). Заданная деталь измеряется, и на эскизе проставляются все ее размеры с указанием допустимых значений размеров. Допустимые значения размеров выбираются из справочников (стандартов) в соответствии с заданной точностью. (Точность размеров детали задается преподавателем).

4. Расчет предельных размеров детали. Предельные размеры детали определяются в зависимости от допустимых значений верхнего и нижнего отклонений.

$$d_{\max} = d_{\text{ном}} + es;$$

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} - ei,$$

где  $d_{\text{ном}}$  - номинальный диаметр;  $es$  – верхнее отклонение размера;  $ei$  - нижнее отклонение размера.

5. Выполнение схемы измерения заданных размеров детали (рис. 12).

Схемы измерения выполняются для всех заданных инструментов. Так же указывается количество требуемых измерений и сечения, в которых осуществляется измерение.

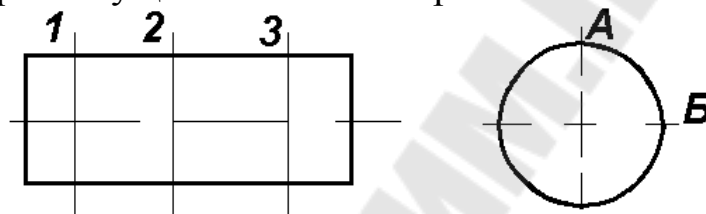


Рис. 12. Схема измерения диаметра детали

6. Измерение заданных размеров детали. Измерение размеров детали осуществляется по схеме. Полученные значения размеров вносятся в протокол измерений размеров детали (табл. 2). Измерение размеров детали осуществляются различными (заданными) инструментами (штангенциркуль, микрометр, индикатор часового типа).

Таблица 2 Протокол измерения детали различными инструментами.

Наименование инструмента	Показатели шкал	Сечение измеряемой детали					
		1		2		3	
		А	Б	А	Б	А	Б
	Показания основной шкалы, мм						
	Показание шкалы барабана, мм						
	Показания вспомогательной шкалы (нониуса), мм						
	Суммарный размер, мм						

7. Сравниваются результаты измерений различными инструментами с учетом заданной точности детали и их метрологическими характеристиками.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Содержание отчета соответствует порядку выполнения лабораторной работы.

1. Изучить измерительные инструменты, привести описание устройства инструментов и методику измерения.
2. Изобразить эскиз измеряемой детали.
3. Указать допустимые значения размеров детали на эскизе.
4. Рассчитать предельные значения параметров детали.
5. Выбрать схемы измерения детали заданными измерительными инструментами.
6. Провести исследование измерительных инструментов и описать их метрологические характеристики (табл. 1).
6. Заполнить протоколы измерения размеров детали заданными измерительными инструментами (табл. 2).

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под измерением?
2. Что изучает метрология?
3. Перечислить метрологические характеристики измерительного инструмента.
4. Устройство штангенциркуля.
5. Назначение шкалы нониуса.
6. Устройство и принцип измерения микрометром.
7. Определение предельных значений размеров.
8. Виды и назначение штангенинструментов.

### Лабораторная работа № 2

#### СТАНДАРТИЗАЦИЯ, НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ (ДЕТАЛЕЙ)

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучение понятий размера, предельного отклонения и допуска.

2. Изучение классификации отклонений и допусков форм и расположения поверхностей.

3. Умение осуществлять выбор измерительного средства исходя из заданной точности изделия и с учетом их метрологических характеристик.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Точность детали определяется:

- точностью размеров;
- шероховатостью поверхности;
- точностью формы поверхностей;
- точностью расположения поверхностей.

При конструировании определяются линейные и угловые размеры детали, характеризующие ее величину и форму. Они назначаются на основе результатов расчета деталей на прочность и жесткость, а так же исходя из обеспечения технологичности конструкции и других показателей в соответствии с функциональным назначением изделия.

Размер - это числовое значение линейной величины (диаметр, длина и т.п.) в выбранных единицах измерения, размеры подразделяются на размеры номинальные, действительные и предельные.

Номинальный размер – это размер относительно, которого определяются предельные размеры и который служит так же началом отсчета отклонений.

Действительный размер – это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

Предельные размеры – это два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которому может быть равен действительный размер.

Для обеспечения точности размеров действует Единая система допусков и посадок.

Допуск - это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Отклонение – это алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т.д.) и соответствующим номинальным размером.

Поле допуска – это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями.

Допуск размера зависит от качества, размера и рассчитывается по формуле:

$$T = a \times i,$$

где  $a$  – число единиц допуска, зависящее от качества и независящее от номинального размера;

$i$  – единица допуска.

Для нормирования требуемых уровней точности установлены качества изготовления деталей и изделия.

Под качеством понимают совокупность допусков, характеризующихся постоянной относительной точностью (определяемой коэффициентом  $a$ ) для всех номинальных размеров данного диапазона (например, от 1 до 500 мм). Точность в пределах одного качества зависит только от номинального размера. Качество определяет допуск на изготовление и, следовательно, методы и средства обработки и контроля деталей (изделия). Предельные отклонения выбираются из стандарта (ГОСТ 25346-89).

Предельные отклонения линейных размеров указываются на чертежах условными (буквенными) обозначениями полей допусков или числовыми значениями предельных отклонений, а так же буквенными обозначениями полей допусков с одновременным указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений (рис.1 а, б).

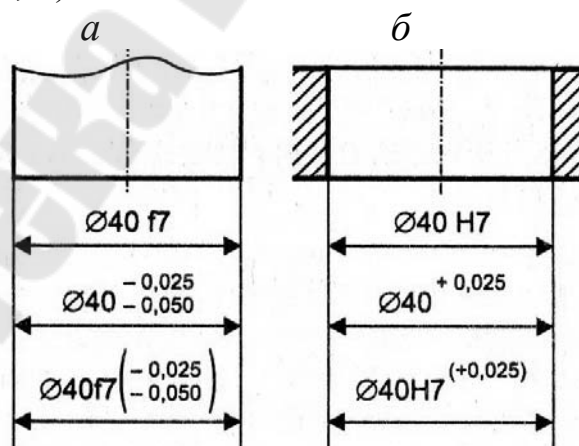


Рис. 1 Примеры обозначения полей допусков на чертеже.

Допуски формы и расположения поверхностей деталей машин и приборов, термины и определения стандартизированы в ГОСТ 24642-81.

В основу нормирования и систему отсчета отклонений формы и расположения поверхностей положен принцип прилегающих

поверхностей и профилей, элементов детали и сборочных единиц (примеры приведены на рис. 2). Все отклонения и допуски подразделяются на три группы:

- формы;
- расположения;
- суммарные (форма и расположения).

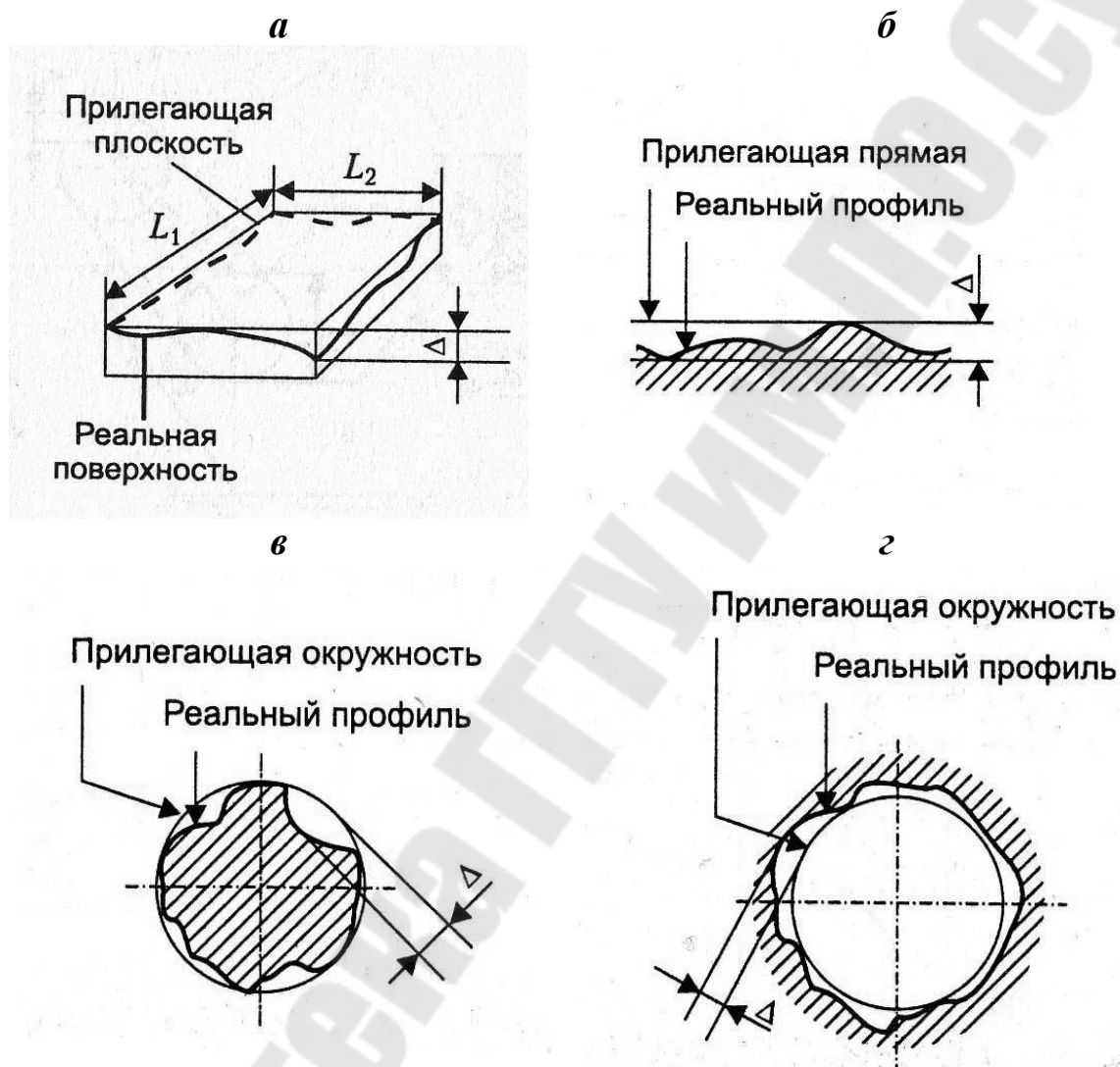


Рис.2 Прилегающие поверхности и профили элементов детали

Отклонением расположения поверхности или профиля называют отклонение реального расположения поверхности (профиля) от его номинального расположения без учета отклонения формы рассматриваемых и базовых поверхностей. При этом реальные поверхности заменяют прилегающими. Точность расположения считается обеспеченной, если действительное отклонение не превышает допуска, установленного на данный вид отклонения, т.е.  $\Delta \leq T$ .



База – элемент детали, определяющий одну из плоскостей или осей системы координат, по отношению к которой задается допуск расположения или определяется отклонение расположения рассматриваемого элемента. Базами могут быть, например, базовая ось, базовая плоскость.

Отклонение от параллельности плоскостей (рис. 3, а) является разность  $\Delta$  наибольшего и наименьшего расстояния между прилегающими плоскостями в пределах нормируемого участка.

Отклонение от параллельности осей (прямых) в пространстве (рис. 3, б) является геометрической суммой отклонений от параллельности проекций осей (прямых) в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Одна из этих плоскостей является общей плоскостью осей, то есть, плоскостью, проходящей через одну базовую ось и точку другой оси.

На рис. 3, в показано отклонение от перпендикулярности плоскостей.

Отклонение от соосности относительно общей оси - это наибольшее расстояние  $\Delta$  между осью рассматриваемой поверхности вращения и общей осью двух (или нескольких) поверхностей вращения на длине нормируемого участка (рис. 3, г).

Отклонение от симметричности относительно базовой плоскости – наибольшее расстояние  $\Delta$  между плоскостью симметрии рассматриваемой поверхности и базовой плоскостью симметрии в пределах нормируемого участка (рис. 3, д).

Позиционное отклонение – наибольшее отклонение  $\Delta$  реального расположения элемента (его центра, оси ли плоскости симметрии) от его номинального расположения в пределах нормируемого участка (рис. 3, е).

Суммарное отклонение формы и расположения называется отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемого элемента относительно заданных баз. Количественно суммарные отклонения оцениваются по точкам реальной нормируемой поверхности относительно прилегающих базовых элементов или их осей.

К суммарным отклонениям относятся радиальное биение и торцевое биение. Радиальное биение поверхности вращения относительно базовой оси является результатом совместного проявления отклонения от круглости профиля рассматриваемого

сечения и отклонения центра относительно базовой оси. Оно равно разности наибольшего и наименьшего расстояния от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении, перпендикулярном к этой оси ( $\Delta$  на рис. 4, а).

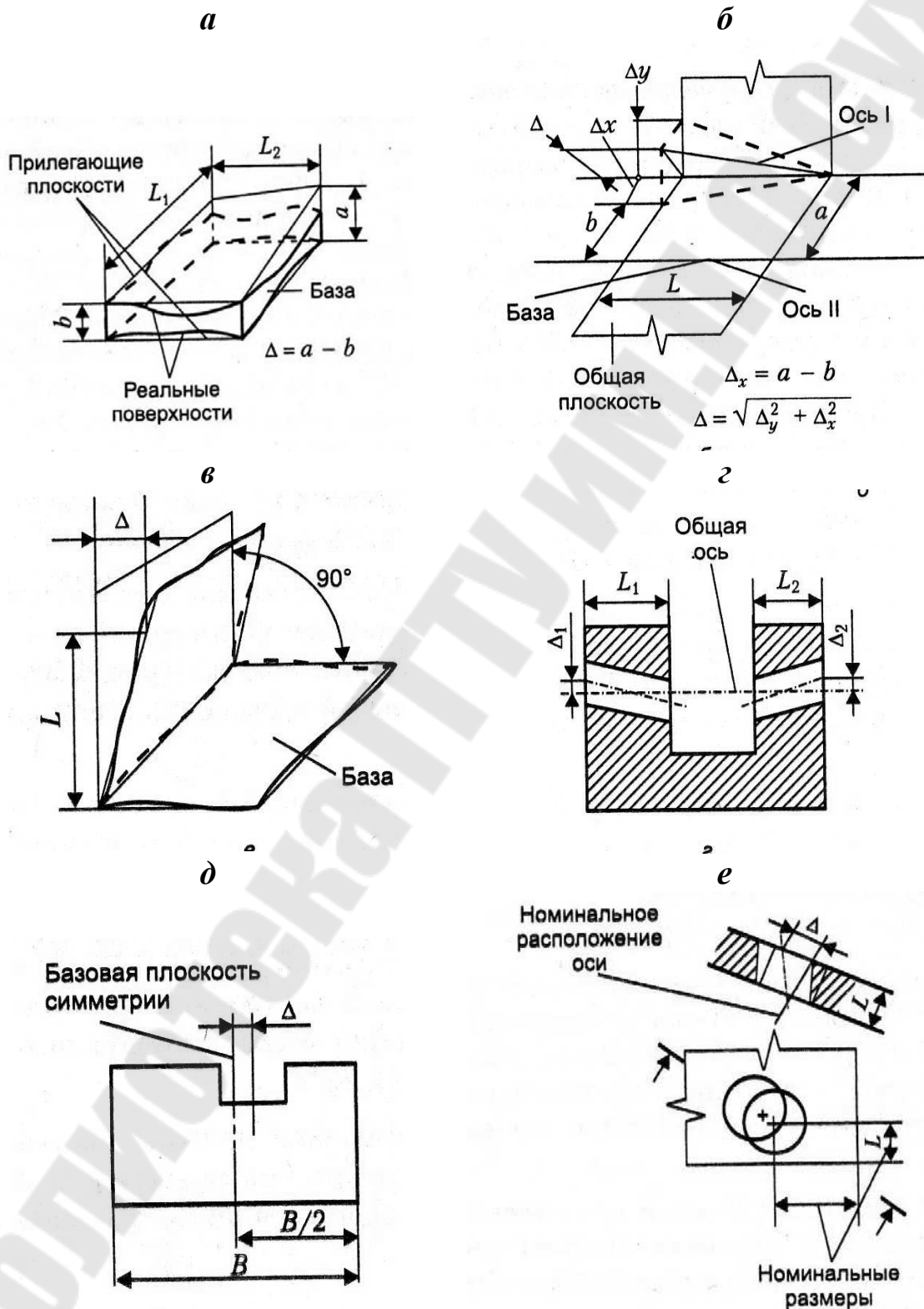


Рис. 3 Отклонения расположения.

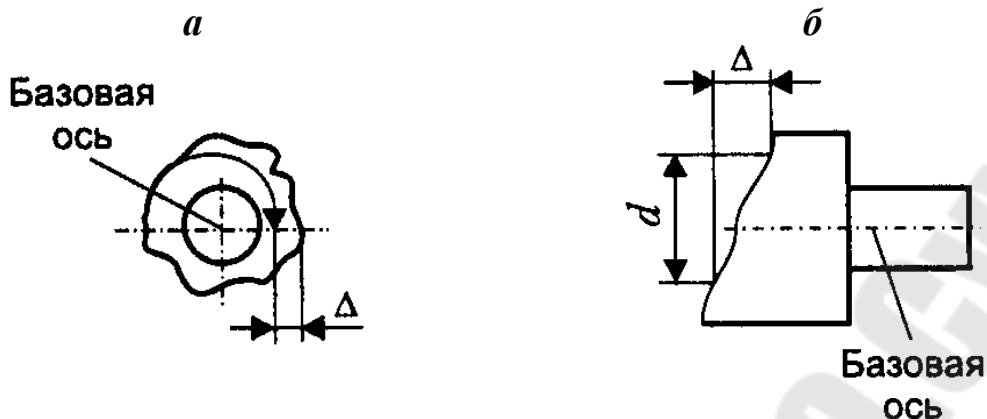


Рис.4. Суммарные отклонения формы и расположения.

Торцевое биение это разность  $\Delta$  наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси. Определяется на заданном диаметре  $d$  или любом диаметре торцевой поверхности (рис. 4, б).

2. Измерение параметров заданной детали и изображение эскиза (чертежа). На эскизе детали проставляются номера размеров и поверхностей (рис. 5).

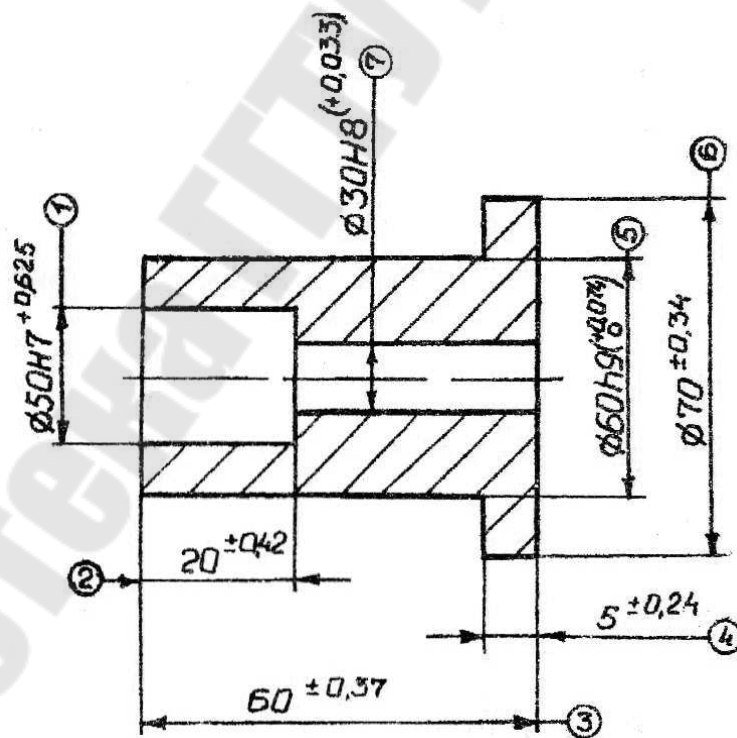


Рис.5. Пример эскиза контролируемой детали.

Произвести нормирование точности размеров, формы и расположения заданной детали (точность задается преподавателем). Исходя из заданной точности выбираются допуски размеров, формы и расположения поверхностей детали и заносятся в табл.1.

Таблица 1. Выбор допусков

№ размеров (в соответствии с эскизом)	Численное значение размера с указанием точности, мм	Допуск размера, $\delta$ , мкм
1	50H7	$es = 0,625$ $ei = 0$
2	$20 \pm 0,42$	$es = +42$ $ei = -0,42$
<i>n ...</i>		

3. Разработка методики выполнения измерения. Изобразить схемы измерения параметров детали.

Методика выполнения измерений – нормативно-технический документ, в котором установлена совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение необходимых результатов измерений. В методике выполнения измерений должны указываться: ее назначение, нормы точности и область применения; метод (методы) измерений; требования к средствам измерения и вспомогательным устройствам, необходимым для выполнения измерений.

Разработка методик выполнения измерений должна включать:

- анализ технических требований к точности измерений, изложенных в технических заданиях;
- определение конкретных условий проведения измерений;
- определение порядка подготовки средств измерений к работе и т.д.

Под методом измерения понимают совокупность приемов использования принципов и средств измерений, выбранную для решения конкретной измерительной задачи. В понятие метода измерений входят как теоретическое обоснование принципов измерения, так и разработка приемов применения средств измерения.

Измерение отклонения от круглости (рис. 6) производят двухконтактными приборами или кругломерами. Для двухконтактного измерения круглости, овальности, огранки с четным числом граней применяют рычажные скобы с точечным контактом измерительных наконечников или измерительными головками (индикаторы) 1, закрепленными в специальных держателях 2 (рис. 6, а). Огранку с нечетным числом граней проверяют в калиброванных кольцах или измеряют трехконтактным способом в измерительной призме 2 с индикатором 1 (рис. 6, б).

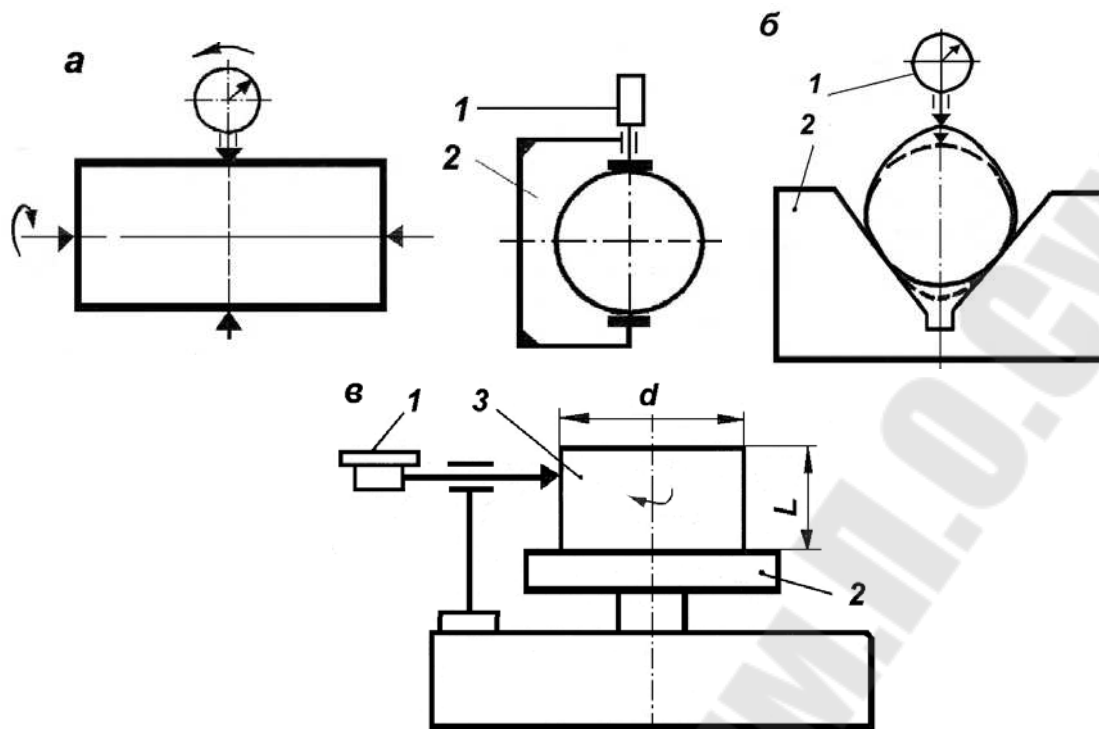


Рис. 6. Схемы определения отклонений от круглости.

Отклонение от круглости наиболее полно и точно определяют кругломерами с вращающимся измерительным наконечником или с вращающимся столом 2 (рис. 6, в).

Измерение отклонения от прямолинейности осуществляют с помощью поверочной линейки (рис.7, а), при этом на исследуемой поверхности 1 располагают две плоскопараллельные концевые меры длины 2 с одинаковым номинальным размером, на которые устанавливают поверочную линейку 3. Концевая мера 4 имеет меньший номинальный размер, и поэтому между ней и рабочей поверхностью линейки образуется просвет. Перемещая по изделию концевую меру 4, измеряют просвет с помощью щупов, образцов просвета или измерительных микроскопов, и по изменению соответствующей величины судят об отклонении от прямолинейности. Вместо концевой меры могут быть использованы измерительные головки на штативе, установленные на поверочной плите б (рис.7, б). Головку перемещают относительно исследуемой поверхности 1, производят при этом отсчет по шкале. Измерение отклонения оси от прямолинейности осуществляют при вращении детали 7 на поверочной плите б (рис.7, в). Отклонение равно размаху показаний измерительной головки.

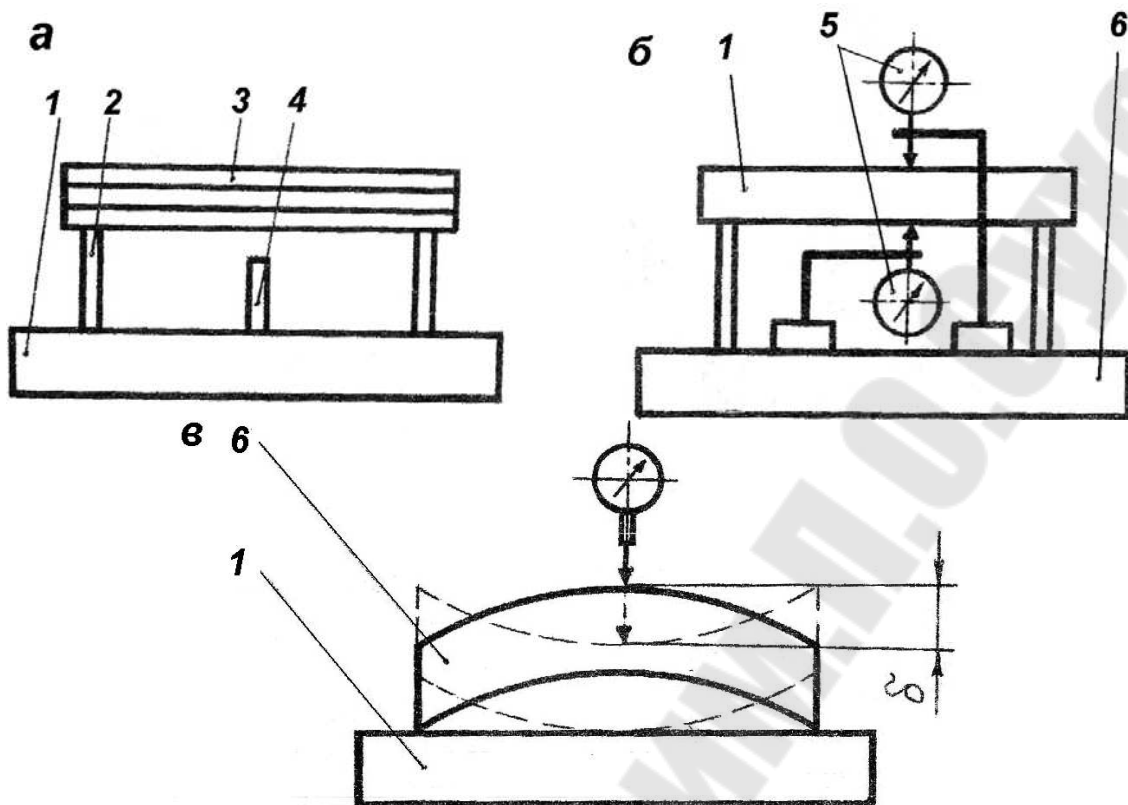


Рис.7. Схемы измерений прямолинейности.

На рис. 8 показано измерение радиального и торцевого биений.

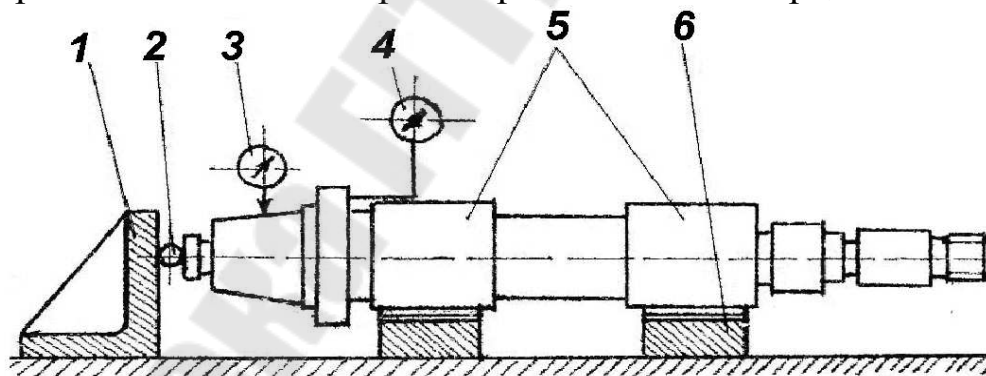


Рис. 8. Схема измерения радиального и торцевого биения.

Деталь устанавливается на две измерительные призмы 6 на плите так, чтобы ось детали была параллельна поверхности плиты. Это достигается установкой призм на прокладках и контролируется с помощью показывающего прибора по ординатам крайних образующих базовых 5 или контролируемых поверхностей. Точка на оси вращения одного из торцов детали должна упираться в шарик 2 на жестком упоре 1, чтобы исключить влияние этого торца на результат измерения.

Для определения радиального биения поверхности измерительная головка 3 устанавливается так, чтобы линия измерения совпадала с направлением радиуса контролируемой поверхности, и настраивается на нуль по произвольной точке поверхности. Записи подлежит модуль максимальной алгебраической разности показаний в каждом контролируемом сечении за полный оборот детали. Для контроля торцового биения измерительная головка 4 устанавливается так, чтобы линия измерения проходила параллельно оси базовой поверхности, а исследуемая точка находилась на предписанном радиусе. Настройка на нуль производится на произвольной точке поверхности, искомое биение определяют как модуль алгебраической разности показаний за полный оборот детали.

4. Выбор средств измерения для контроля размеров детали по метрологическим характеристикам измерительного инструмента с учетом предельной погрешности показания.

На выбор измерительного средства влияет конструктивная форма, число контролируемых параметров, габариты и масса деталей.

Величина допустимой погрешности измерения параметров изделия составляет от 20 до 35% допуска на изготовление изделия.

Погрешность измерения определяется по формуле:

$$\Delta_{изм.} = A_{изм.} \delta, \quad (1)$$

где  $A_{изм.}$  - коэффициент, зависящий от качества размера;

$\delta$  – допуск контролируемого размера.

Значение коэффициента  $A_{изм.}$  выбирают в зависимости от качества:

$A_{изм.} \leq 0,35$  – для квалитетов 2...5;

$A_{изм.} \leq 0,3$  – для квалитетов 6, 7;

$A_{изм.} \leq 0,25$  - для квалитетов 8, 9;

$A_{изм.} \leq 0,2$  - для квалитетов 10-16.

Подставив значение квалитетов размеров в формулу (1), получим погрешность измерения, которые представим в виде табл. 2.

Таблица 2 Результаты расчета погрешности измерения

Номер размера на схеме	Погрешность измерения $\Delta_{изм.}$ , мкм
1	7,5
2	16,8
...	...
<i>n</i>	

Погрешность инструмента для измерения и контроля размеров детали

$$\Delta_{ин.расч.} = \Delta_{изм.} \cdot k, \quad (2)$$

где  $k$  – нормированный коэффициент,  $k = 0,6...0,8$ .

Результаты расчета по формуле (2) сведем в табл. 3.

Таблица 3 Результаты расчета погрешности инструмента

Номер размера на схеме	Погрешность измерительного инструмента $\Delta_{ин.расч.}$ , мкм
1	5,3
2	117,6
...	...
5	

По таблице 3 производится подбор измерительных средств. При подборе необходимо, чтобы табличная погрешность выбираемого измерительного инструмента была ближайшим меньшим значением расчетной. Для измерения размера 1 выбираем индикаторную скобу ГОСТ 9384-60, с пределами измерения 18..50 мм, предельной погрешностью показаний 0,005 мм.

Для измерения размера 2 выбираем штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-73 с пределами измерения 0...125 мм и предельной погрешностью показаний  $\pm 0,1$  мм.

5. В таблицу 4 записать метрологические параметры выбранных измерительных инструментов для измерения заданных размеров и отклонений форм и расположений детали, измеряемый параметр, вид измерений, кратность измерений.

Можно выделить следующие виды измерений:

1. По отношению к изменению измеряемой величины - статические и динамические. Например, статическими измерениями являются измерения размеров тела, постоянного давления, а динамическими – измерение вибраций.

2. По общим приемам получения результатов измерений - прямые, косвенные, совокупные и совместные. Целью совместных измерений является нахождение функциональной зависимости между величинами, например, зависимости длины тела от температуры. Совокупные измерения – это такие измерения, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной



или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях мер или этих величин.

3. По способу выражения результата измерений различают абсолютные и относительные измерения. Например, измерение диаметра, вращающейся детали по числу оборотов соприкасающегося с ней ролика.

4. По числу измерений в ряду измерений – однократные и многократные измерения. Значение физической величины может быть найдено посредством однократного ее измерения, либо путем нескольких, следующих друг за другом измерений с последующей статистической обработкой их результатов. В первом случае имеют место однократные измерения, во втором – измерения с многократными наблюдениями.

Таблица 4 Сведения об измерении параметров детали и измерительных инструментах

Измеряемый параметр	Кратность измерений	Средство измерения	Вид измерения	Метрологические характеристики измерительного средства
1. Размер диаметра $\varnothing$ 20 мм				
2				
3				
....				
n				

6. Произвести измерение заданных параметров детали, заполнить протоколы измерений. Измерению подлежат диаметры детали, прямолинейность поверхности, отклонение от круглости, радиальное биение.

Результаты измерений сравниваются с заданными нормами точности детали назначенные ранее. По результатам измерения делается вывод о точности выполненных размеров, формы и расположения поверхностей и выборе измерительных средств.

## ПРОТОКОЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 5 Протокол измерения отклонения от круглости

№ измерения	Результат измерения, овальности и огранки, мм	Отклонение от круглости, $\Delta_{кр}$ , мм	Допуск круглости, $\delta_{кр}$ , мкм	Погрешность параметра, мм
1				
2				

Таблица 6 Протокол измерения прямолинейности

№ измерения	Результат измерения, мм	Отклонение от прямолинейности, $\Delta_{пр}$ , мм	Допуск прямолинейности, $\delta_{пр}$ , мкм	Отклонение от допустимой прямолинейности, мм
1				
2				
3				

Таблица 7 Протокол измерения радиального биения

№ измерения	Результаты измерения, мм	Допуск, мкм	Отклонение от допустимого значения, мм
1			
2			
3			

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Выполнить эскиз заданной детали.
2. Исходя из заданной точности размеров, отклонений формы и расположения выбрать допустимое значение параметров. Заполнить табл. 1.
3. Составить методику измерения размеров детали, отклонения ее формы и изобразить схемы измерения.
4. Произвести в соответствии с расчетом выбор измерительного инструмента (заполнить табл. 2, 3).

5. Определить вид измерений параметров детали (заполнить табл. 4).
6. Произвести измерения заданных параметров (размеров и отклонения формы и расположения поверхностей) детали, заполнить табл. 5, 6, 7.
7. Выводы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды измерений.
2. Погрешность измерения.
3. Метрологические характеристики измерительного инструмента.
4. Прилегающая плоскость, окружность, цилиндр.
5. Отклонение формы.
6. Отклонение расположения поверхностей.
7. Позиционное отклонение.
8. Погрешность измерения.
9. Погрешность инструмента.
10. Методы контроля отклонения формы.
11. Методы отклонения расположения поверхностей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебное пособие. М.: Высшая школа, 2002.- 422с.
2. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. Питер:2006. - 432.
3. Лифиц. И.М. Основы стандартизации, метрологии и сертификации. Учебник. М.: Юрайт. 2000,- 283 с.
4. ГОСТ 24643-81. Допуски формы и расположения поверхностей.
5. Допуски и посадки: Справочник в 2 ч. / Под ред. В.Д. Мягкова. – Л.: Машиностроение, 1997ч.1. – 643 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 .....	3
Лабораторная работа № 2 .....	13
Литература.....	27

**Шабакаева Зинаида Якубовна**  
**Михайлов Михаил Иванович**

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ,  
МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**  
**по одноименной дисциплине**  
**для студентов специальности 1-51 02 02**  
**«Разработка и эксплуатация нефтяных**  
**и газовых месторождений»**  
**дневной и заочной форм обучения**

Подписано в печать 26.10.2010.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,54.

Изд. № 50.

E-mail: [ic@gstu.by](mailto:ic@gstu.by)

<http://www.gstu.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе  
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.