

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Метрология, стандартизация и сертификация

**Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Предмет, задачи и методика изучения курса "Метрология, стандартизация и сертификация. Основы метрологии .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Метрологические характеристики средств измерений. Организационное обеспечение единства измерений .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Лекция №3 Основы взаимозаменяемости.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Лекция №4 Точность формы и расположения поверхностей.....</b>	<b>22</b>
<b>1.5 Лекция №5 Нормирование точности поверхностей деталей машин по шероховатости.....</b>	<b>27</b>
<b>1.6 Лекция №6 Расчет и выбор посадок колец подшипников качения.....</b>	<b>35</b>
<b>1.7 Лекция №7 Нормативная база в области стандартизации.....</b>	<b>38</b>
<b>1.8 Лекция №8 Основные положения в области подтверждения соответствия.....</b>	<b>42</b>
<b>1.9 Лекция №9 Законодательная база сертификации.....</b>	<b>47</b>
<b>2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>64</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Назначение, устройство ПКМД, предельных калибров .....</b>	<b>64</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Назначение, устройство и эксплуатация штангенинструментов .....</b>	<b>77</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Назначение, устройство и эксплуатация микрометрических инструментов.....</b>	<b>89</b>
<b>2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Плоскопараллельные концевые меры длины и проверка погрешностей гладкого микрометра.....</b>	<b>97</b>
<b>2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Устройство и эксплуатация индикаторных скоб.....</b>	<b>100</b>
<b>2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Устройство и эксплуатация индикаторных нутрометров.....</b>	<b>104</b>
<b>2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Измерение углов угломером с нониусом типа 1..</b>	<b>110</b>
<b>2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Измерение углов с оптическим угломером типа УО.....</b>	<b>116</b>
<b>2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Назначение, устройство и методика измерения на горизонтальном оптиметре.....</b>	<b>119</b>
<b>2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Назначение, устройство и методы измерения рычажными скобами.....</b>	<b>125</b>
<b>2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Назначение устройство и настройка рычажного микрометра при измерении непосредственным методом оценки.....</b>	<b>131</b>
<b>2.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Устройство цератеста и измерение величины радиального биения.....</b>	<b>134</b>
<b>2.13 Лабораторная работа № ЛР-13 Устройство тангенсальных зубомеров и порядок измерения ими.....</b>	<b>135</b>
<b>2.14 Лабораторная работа № ЛР-14 Устройство нормалемера и измерение средней длины общей нормали.....</b>	<b>141</b>
<b>2.15 Лабораторная работа № ЛР-15 Измерение элементов резьбы на микроскопе малом инструментальном ММИ-2.....</b>	<b>146</b>

<b>2.16</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-16</b> Измерение точных размеров валов электронными показывающими приборами с индуктивными преобразователями.....	154
<b>2.17</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-17</b> Контроль шероховатости при проверке деталей на пригодность профилометром модели 253.....	161
<b>2.18</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-18</b> Устройство и эксплуатация твердомера ТЕМП-2.....	168

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1 (2 часа).

**Тема: «Предмет, задачи и методика изучения курса "Метрология, стандартизация и сертификация. Основы метрологии»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Введение. История развития метрологии.
2. Международная система единиц SI.
3. Погрешности измерений и их анализ.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Введение. История развития метрологии

**Метрология** – наука об измерениях физических величин, методах и средствах измерения их единства и способах достижения требуемой точности.

- **Задачи метрологии.**
- Установление единиц физических величин
- Установление государственных эталонов
- Разработка теорий, методов, средств измерения и контроля
- Разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля
- Создание автоматизированных измерительных систем, обладающих высокой точностью, быстродействием и надежностью.

**Измерение** – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Средства измерений, предназначенные для воспроизведения и хранения единиц измерений, проверки и градуировки приборов делятся на **эталонные и образцовые средства измерения**.

**Эталон**-средство измерения, обеспечивающее воспроизведение и (или) хранение единицы физической величины с наивысшей точностью для данного уровня развития измерительной техники с целью передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений.

#### Эталонные основных электрических величин

Основной единицей электрических величин является сила- тока(А).

Производные от ампера единицы электрических величин:

1. единица электродвижущей силы (ЭДС) и электрическое напряжение-вольт (В)
2. единица частоты -герц (Гц)
3. единица электрического сопротивления –ом (Ом)
4. единица индуктивности и взаимной индуктивности двух катушек – генри (Гн)
5. единица электрической емкости -фарад (Ф)

Метрологическая суть измерения сводится к основному уравнению измерения(основному уравнению метрологии):

$$A = kA_0(1)$$

где А –значение измеряемой физической величины; А<sub>0</sub> - значение величины, принятой за образец; k-отношение измеряемой величины к образцу.

**Классификация измерений по общим приемам получения результатов измерений:**

1. прямые измерения
2. косвенные измерения

3.совместные измерения

4.совокупные измерения

**Прямые**- измерение, когда искомое значение физической величины находится непосредственно из опытных данных.

**Косвенные**- измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям(например, измерение мощности методом амперметра-вольтметра).

**Совокупными**- проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых их значения находят решением системы уравнений, получаемых при прямых и косвенных измерениях различных сочетаний этих величин.

**Совместными**- проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для установления зависимости между ними.

**Основные методы и принципы измерений.**

**Принцип измерений** – это совокупность физических явлений, на которые основаны измерения.

Принципом измерения, например, является использование:

силы тяжести при измерении массы взвешивания;

эффекта Доплера для измерения скорости;

термоэлектрического эффекта для измерений электрической мощности на сверхвысоких частотах (СВЧ).

спектральных характеристик оптического излучения для измерения высоких температур;

поворота катушки с током в магнитном поле для измерения силы тока в электрической цепи и др.

Всего в физике известно около 1500 различных эффектов, которые положены в основу принципа работы различных измерительных преобразователей, предназначенных для измерений тех или иных физических величин.

**Различают 2 метода измерения:**

1.метод непосредственной оценки

2.метод сравнения с мерой.

**Метод непосредственной оценки** – значение величины определяется непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора.

**Для этого необходимо, чтобы диапазон показаний шкалы был больше значения измеряемой величины.**

$$ДП > L$$

(2)

При методе непосредственной оценки (НО) настройку прибора на нуль производят по базовой поверхности прибора. Под действием различных факторов (изменения температуры, влажности, вибраций и т.д.) может произойти смещение нуля. Поэтому периодически необходимо производить проверку и соответствующую регулировку.

**Метод сравнения делится:**

1.нулевой метод

2.дифференциальный метод

3.метод замещения

**Метод сравнения** – измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. При измерении методом сравнения с мерой результатом наблюдения является отклонение измеряемой величины от значения меры. Значение измеряемой величины получают алгебраическим суммированием значения меры и отклонения от этой меры, определенного по показанию прибора.

$$L = M + \Pi$$

(3)

## 2. Международная система единиц SI

Результатом измерения является численное значение величины, выраженной в соответствующих единицах.

- Единица измерения должна быть установлена для каждой известной физической единицы.

- **Единицы измерения бывают:**

- 1.основными
- 2.дополнительными
- 3. производственными

Совокупность основных и производственных единиц физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется **системой единиц физических величин**.

Международная система единиц (система СИ) была принята XI Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 году. На территории нашей страны система единиц СИ установлена соответствующим ГОСТом «ГСИ. Единицы физических величин»(таблица 1).

**Таблица1 - Единицы Международной системы СИ**

Наименование величины	Наименование единицы
<b>Основные единицы</b>	
1.Длина	метр
2.Масса	килограмм
3.Время	секунда
4.Сила электрического тока	ампер
5.Термодинамическая температура	кельвин
6.Количества вещества	моль
7.Сила тока	канделла
<b>Дополнительные единицы</b>	
1.Плоский угол	Радан
2.Телесный угол	стерадиан

**Ампер-сила** неизменяющегося тока, который проходя по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывал бы силу взаимодействия, равную  $2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$  на каждом участке проводника длиной 1 метр.

**Канделла-** сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$ , чья энергетическая сила излучения в этом направлении составляет  $1/683 \text{ Вт/ср}$  (ср-стерадиан)

### 3 Погрешности измерений и их анализ

Любой результат измерений содержит погрешность, как бы тщательно оно не проводилось. Для определения понятия «погрешность» необходимо пояснить различие между такими понятиями, как истинное и действительное значение физической величины.

Истинное значение физической величины- это значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении. Оно не зависит от средств нашего познания и является той абсолютной истиной, к которой мы стремимся, пытаюсь выразить её в виде числовых значений. На практике это абстрактное понятие приходится заменять понятием «действительное значение». Действительное значение физической величины- значение, найденное экспериментально и настолько приближающееся к истинному, что для данной цели оно может быть использовано вместо него. Результат измерения всегда отличается от истинного значения измеряемой величины и представляет её приближенное значение.

Погрешность результата измерения (сокращённо- погрешность измерения)- это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Количество факторов, влияющих на точность измерения, достаточно велико, и любая классификация погрешностей измерения (рис. 2.9), в известной мере, условна, так как различные погрешности в зависимости от условий измерительного процесса проявляются в различных группах.

По характеру измерения результатов при повторных измерениях погрешности разделяют на систематические, случайные и грубые погрешности (промахи).

Систематическая погрешность измерения- составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины(рисунок 1).

**Случайная погрешность измерения-** составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

В процессе измерения могут появиться и очень большие- грубые погрешности.

**Грубая погрешность(промах) измерений-** погрешность измерений, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях.

Наиболее существенно влияют на величину погрешности измерения пять составляющих: погрешность средств измерения, погрешность установочных мер, погрешность от измерительного усилия, погрешность из-за температурных деформаций, субъективные погрешности исполнителя измерения.

Рассмотрим подробнее составляющие погрешности измерения, определим, как, почему и откуда они возникают.

**Погрешность средства измерения-** это разность между показаниями данного средства измерения и действительным размером измеренной величины. Эта погрешность вносит чаще всего самую большую часть в погрешность измерения. Именно поэтому за всеми средствами измерения,

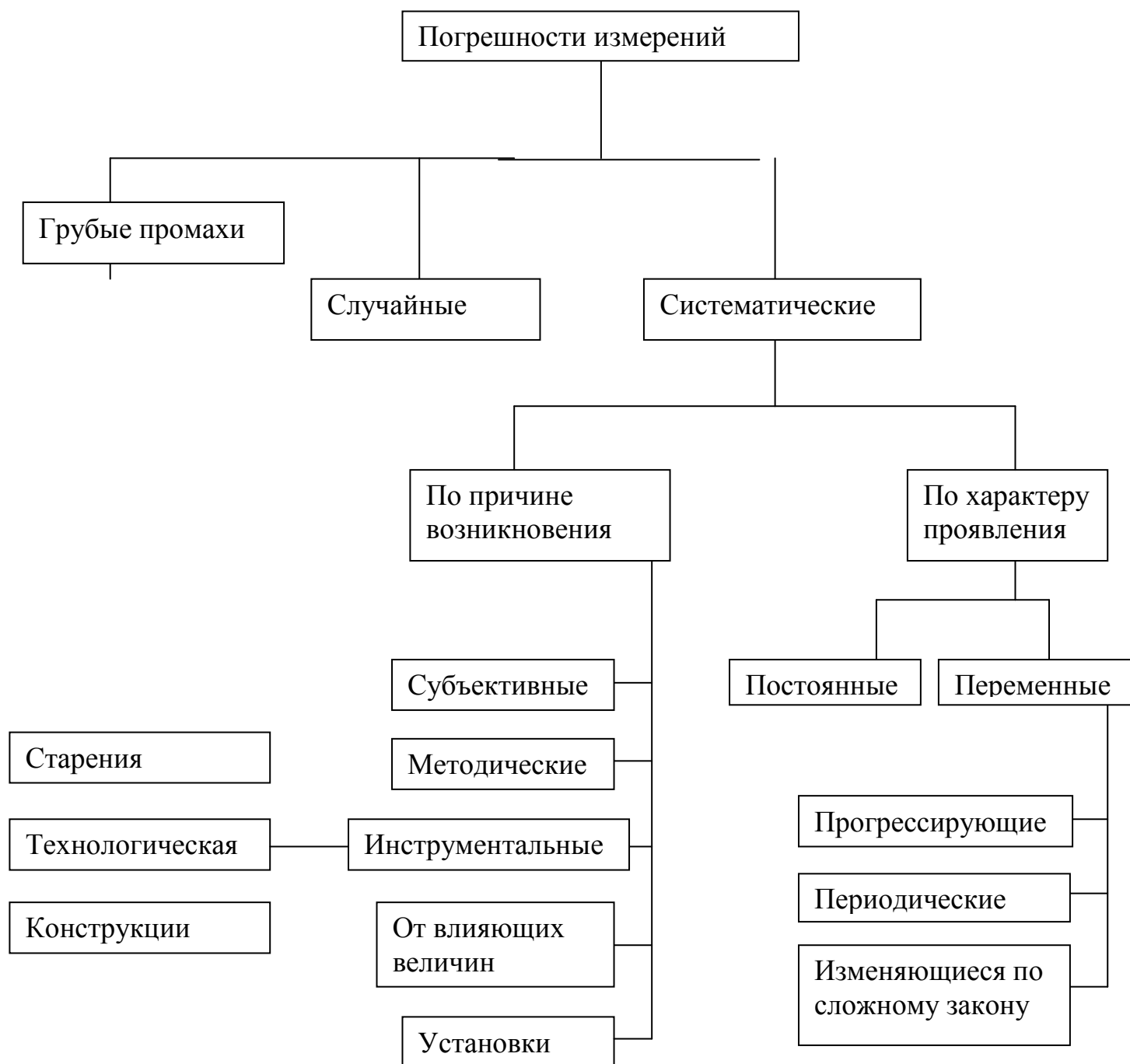


Рисунок 1- Классификация погрешности измерений

как после их изготовления или ремонта, так и за находящимися в эксплуатации, осуществляется надзор, во время которого периодически определяется в каком состоянии находится каждое средство измерения.

**Погрешности, привносимые установочными мерами или образцами.** Все эти меры имеют свои собственные погрешности и эти погрешности с их знаками входят в погрешность каждого измерения.

**Погрешность измерения от измерительного усилия.**

Измерительное усилие создаёт в средстве измерения и измеряемой детали деформации, которые, в свою очередь, приводят к погрешностям измерения.

**Погрешности от температурных деформаций.** В настоящее время установлено, что измерение линейных размеров должно производиться при температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Такую температуру называют нормальной. Практически точно выдержать эту температуру трудно. В реальных условиях во время измерений деталь, средство измерения и окружающая их среда могут иметь разные температуры, которые могут непрерывно меняться. Эти колебания и отклонения температуры от  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводят к температурным



деформациям- изменениям размеров и формы как измеряемой детали, так и самого средства измерения. Такие деформации создают погрешности измерения, входящие в общую погрешность измерения.

**Субъективные погрешности исполнителя измерения.** Человек, применяющий средство измерения(субъект), вносит в этот процесс погрешности, возникающие при его деятельности. Этими погрешностями являются погрешности действия, т.е. ошибки, возникающие при выполнении исполнителем приёмов измерения, и погрешности отсчитывания показания. Различают следующие виды таких ошибок исполнителя:

исполнитель неправильно определяет место указателя(стрелки, отсчётного штриха) относительно штриха отсчётной шкалы из-за смещения своего глаза с точки отсчёта. Такое смещение называют параллаксом. Параллакс- это кажущееся смещение указателя относительно штриха шкалы, вызванное сдвигом глаза наблюдателя с перпендикуляра, опущенного через указатель на плоскость шкалы;

неправильно определяет знак отклонения измеряемого размера от «0», поставленного по установочной мере;

неправильно оценивает по положению указателя долю цены деления шкалы;

неправильно подсчитывает числовую величину показаний, ошибается в количестве делений отклонения по шкале от «0», ошибается в цене деления на разных участках шкалы и т.д.

**Полная(суммарная) погрешность измерения.** Выше рассматривались основные составляющие, из которых складывается полная (суммарная) величина погрешности, возникающей в процессе измерения. Для средств измерения, выпускаемых промышленностью и применяемых в машиностроении для измерения линейных размеров, исследованиями выявлены предельные величины полных, суммарных погрешностей измерения  $\Delta_{\Sigma}$ .

## **1. 1 Лекция №2 (2 часа).**

**Тема: «Метрологические характеристики средств измерений. Организационное обеспечение единства измерений»**

### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Поверка и калибровка СИ.
2. Метрологические службы и организации РФ

### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Поверка и калибровка СИ**

Совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям, - поверка средств измерений.

Средства измерений, подлежащие метрологическому контролю и надзору, подвергаются поверке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при продаже и выдаче на прокат, а также при эксплуатации.

Правилами ПР 50.2.006-94 "ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения" установлено, что поверку средств измерений осуществляют органы государственной метрологической службы (ГМС), государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), а также аккредитованные метрологические службы юридических лиц.

Поверку проводит физическое лицо, аттестованное в качестве поверителя в соответствии с правилами ПР 50.2.012-94 "ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений", по нормативным документам, утверждаемым по результатам испытаний с целью утверждения их типа. Если средство измерений по результатам поверки признано пригодным к применению, то на него и (или) техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и (или) выдается свидетельство о поверке. Если по результатам поверки средство измерений признано не пригодным к применению, оттиск поверительного клейма и (или) "Свидетельство о поверке" аннулируются и выписывают извещение о непригодности или делается соответствующая запись в технической документации.

Существуют следующие виды поверок:

Первичная поверка - проводится для средств измерений утвержденных типов при выпуске их из производства, после ремонта, при ввозе из-за границы. При утверждении типа средств измерений единичного производства на каждое из них оформляется сертификат об утверждении типа; первичную поверку данные средства измерений не проходят.

Периодическую поверку проводят для средств измерений, находящихся в эксплуатации, через определённые межповерочные интервалы. Необходимость поверки обусловлена возможностью утраты измерительным средством метрологических показателей из-за временных и других воздействий.

Внеочередную поверку проводят: при необходимости подтверждения пригодности средства измерений к применению; в случае применения средства измерений, в качестве комплектующего по истечении половины межповерочного интервала; в случае повреждения клейма или утери свидетельства о поверке; при вводе в эксплуатацию после длительной консервации (более одного межповерочного интервала); при отправке средств измерений потребителю после истечения половины межповерочного интервала.

Экспертную поверку проводят при возникновении разногласий по вопросам, относящимся к метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Инспекционную поверку выполняют в рамках государственного надзора или ведомственного контроля, для контроля качества первичных или периодических поверок и определения пригодности средств измерений к применению.

### **Калибровка средств измерений**

В Российской Федерации возникла необходимость поиска новых форм организации метрологической деятельности, которые соответствовали бы рыночным отношениям в экономике. Одной из таких форм является организация Российской системы калибровки (РСК), схема которой приведена на слайде 3.

Средств измерений на предмет их пригодности к применению в мировой практике осуществляется двумя основными видами: поверкой и калибровкой.

Калибровка средства измерений - это совокупность операций, выполняемых калибровочной лабораторией с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности средства измерений к применению в сферах, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору в соответствии с установленными требованиями.

Результаты калибровки средств измерений удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на средства измерений, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах.

Поверку (обязательная госповерка) может выполнять, как правило, орган государственной метрологической службы, а калибровку - любая аккредитованная и неаккредитованная организация.

Поверка обязательна для средств измерений, применяемых в сферах, подлежащих Государственному метрологическому контролю (ГМК), калибровка же - процедура добровольная, поскольку относится к средствам измерений, не подлежащим ГМК. Предприятие вправе самостоятельно решать вопрос о выборе форм и режимов контроля состояния средств измерений, за исключением тех областей применения средств измерений, за которыми государства всего мира устанавливают свой контроль - это здравоохранение, безопасность труда, экология и др.

Освободившись от государственного контроля, предприятия попадают под не менее жёсткий контроль рынка. Это означает, что свобода выбора предприятия по "метрологическому поведению" является относительной, все равно необходимо соблюдать метрологические правила. В развитых странах устанавливает и контролирует исполнение этих правил негосударственная организация, именуемая "национальной калибровочной службой". Эта служба берёт на себя функции регулирования и разрешения вопросов, связанных со средствами измерений, не подпадающими под контроль государственных метрологических служб.

Желание иметь конкурентоспособную продукцию побуждает предприятия иметь измерительные средства, дающие достоверные результаты.

Внедрение системы сертификации продукции дополнительно стимулирует поддержание измерительных средств на соответствующем уровне. Это согласуется с требованиями систем качества, регламентируемыми стандартами ИСО серии 9000.

Построение Российской системы калибровки (РСК) основывается на следующих принципах: добровольность вступления; обязательность получения размеров единиц от государственных эталонов; профессионализм и компетентность персонала; самокупаемость и самофинансирование.

Основное звено РСК - калибровочная лаборатория. Она представляет собой самостоятельное предприятие или подразделение, или подразделение в составе метрологической службы предприятия, которое может осуществлять калибровку средств измерений для собственных нужд или для сторонних организаций. Если калибровка проводится для сторонних организаций, то калибровочная лаборатория должна быть аккредитована органом РСК. Аккредитацию осуществляют государственные научные метрологические центры или органы Государственной метрологической службы в соответствии со своей компетенцией и требованиями, установленными в ГОСТе 51000.2-95 "Общие требования к аккредитующему органу".

Порядок аккредитации метрологической службы утвержден постановлением Госстандарта РФ от 28 декабря 1995 г. N 95 "Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ".

**Методы поверки (калибровки) и поверочные схемы.** Допускается применение четырех методов поверки (калибровки) средств измерений: непосредственное сличение с эталоном; сличение с помощью компаратора; прямые измерения величины; косвенные измерения величины.

Метод непосредственного сличения поверяемого (калибруемого) средства измерения с эталоном соответствующего разряда широко применяется для различных средств измерений в таких областях, как электрические и магнитные измерения, для определения напряжения, частоты и силы тока. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины поверяемым (калибруемым) и эталонным приборами. Достоинства этого метода в его простоте, наглядности, возможности применения автоматической поверки (калибровки), отсутствии потребности в сложном оборудовании.

Метод сличения с помощью компаратора основан на использовании прибора сравнения, с помощью которого сличаются поверяемое (калибруемое) и эталонное средства измерения. Достоинством данного метода специалисты считают последовательное во времени сравнение двух величин.

Метод прямых измерений применяют, когда имеется возможность сличить испытуемый прибор с эталонным в определенных пределах измерений. В целом этот метод аналогичен методу непосредственного сличения, но методом прямых измерений производится сличение на всех числовых отметках каждого диапазона (и поддиапазонов, если они имеются в приборе). Метод прямых измерений применяют, например, для поверки или калибровки вольтметров постоянного электрического тока.

Метод косвенных измерений используется, когда действительные значения измеряемых величин невозможно определить прямыми измерениями либо когда косвенные измерения оказываются более точными, чем прямые. Этим методом определяют вначале не искомую характеристику, а другие, связанные с ней определенной зависимостью. Искомую характеристику рассчитывают.

Для обеспечения правильной передачи размеров единиц измерения от эталона к рабочим средствам измерения составляют поверочные схемы, устанавливающие метрологические соподчинения государственного эталона, разрядных эталонов и рабочих средств измерений.

Схемы передачи информации о размерах единиц при их централизованном воспроизведении называют поверочными.

Поверочная схема - это утверждённый в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам измерений.

Поверочная схема может быть: государственной и локальной.

Государственная поверочная схема устанавливает передачу информации о размере единицы в масштабах страны. Она возглавляется государственными или специальными эталонами.

Локальные поверочные схемы в отличие от государственных поверочных разрабатываются метрологическими службами предприятия и организации.

Рассмотрим в общем виде содержание государственной поверочной схемы (см. слайд 3). Наименование эталонов и рабочих средств измерений обычно располагают в прямоугольниках (для государственного эталона прямоугольник двухконтурный). Здесь же указывают метрологические характеристики для данной ступени схемы. В нижней части схемы расположены рабочие средства измерений, которые в зависимости от их степени точности (т.е. погрешности измерений) подразделяют на пять категорий: наивысшей, высшей, высокой, средней, низшей. Наивысшая точность обычно соизмерима со степенью погрешности средства измерения государственного эталона. В каждой ступени поверочной схемы регламентируется порядок (метод) передачи размера единицы. Наименования методов поверки (калибровки) располагаются в овалах, в которых также указывается допускаемая погрешность метода поверки (калибровки).

## **2. Метрологические службы и организации РФ**

Под метрологическим обеспечением (МО) понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Основной тенденцией в развитии МО является переход от существовавшей ранее сравнительно узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к принципиально новой задаче обеспечения качества измерений. Качество измерений - понятие более широкое, чем точность измерений. Оно характеризует совокупность свойств СИ, обеспечивающих получение в установленный срок результатов измерений с требуемой точностью (размером допускаемых погрешностей), достоверностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью.

Понятие «метрологическое обеспечение» применяется, как правило, по отношению к измерениям (испытанию, контролю) в целом. В то же время допускают использование

термина «метрологическое обеспечение технологического процесса (производства, организации)», подразумевая при этом МО измерений (испытаний или контроля) в данном процессе, производстве, организации.

Объектом МО являются все стадии жизненного цикла (ЖЦ) изделия (продукции) или услуги. Под ЖЦ понимается совокупность последовательных взаимосвязанных процессов создания и изменения состояния продукции от формулирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации или потребления.

Так, на стадии разработки продукции для достижения высокого качества изделия производится выбор контролируемых параметров, норм точности, допусков, средств измерения, контроля и испытания. Так же осуществляется метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации.

При разработке МО необходимо использовать системный подход, суть которого состоит в рассмотрении указанного обеспечения как совокупности взаимосвязанных процессов, объединённых одной целью- достижением требуемого качества измерений.

Таковыми процессами являются:

- установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений при контроле качества продукции и управлении процессами;
- технико-экономическое обоснование и выбор СИ, испытаний и контроля и установление их рациональной номенклатуры;
- стандартизация, унификация и агрегатирование используемой контрольно-измерительной техники;
- разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерения, испытаний и контроля (МВИ);
- поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (КИО), применяемого на предприятии;
- контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом КИО, а также за соблюдением метрологических правил и норм на предприятии;
- участие в разработке и внедрении стандартов предприятия;
- внедрение международных, государственных и отраслевых стандартов, а также иных нормативных документов Госстандарта;
- проведение метрологической экспертизы проектов нормативной, конструкторской и технологической документации;
- проведение анализа состояния измерений, разработка на его основе и осуществление мероприятий по совершенствованию МО;
- подготовка работников соответствующих служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно-измерительных операций.

Метрологическое обеспечение имеет четыре основы: научную, организационную, нормативную и техническую. Отдельные аспекты МО рассмотрены в рекомендации МИ 2500-98 по метрологическому обеспечению малых предприятий. Разработка и проведение мероприятий МО возложено на метрологические службы (МС). Метрологическая служба-служба, создаваемая в соответствии с законодательством для выполнения работ по обеспечению единства измерений и осуществления метрологического контроля и надзора.

Национальный орган по метрологии (РОСТТАНДАРТ) входит в систему федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации и находится в ведении Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации; образовано в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 20 мая 2004 г. №649 «Вопросы структуры федеральных органов исполнительной власти».

РОСТТАНДАРТ является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в сфере технического регулирования и метрологии. Оно

осуществляет лицензирование деятельности по изготовлению и ремонту средств измерений, а также функции по государственному метрологическому контролю и надзору, а также контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов и технических регламентов.

РОСТАНДАРТосуществляет свою деятельность непосредственно через свои территориальные органы и через подведомственные организации.

РОСТАНДАРТосуществляет руководство Государственной метрологической службой(ГМС), которая несёт ответственность за метрологическое обеспечение измерений в стране на межотраслевом уровне, и государственный метрологический контроль и надзор.

В состав ГМС входят:

Государственные научные метрологические центры(ГНМЦ), метрологические научно-исследовательские институты, несущие в соответствии с законодательством ответственность за создание, хранение и применение государственных эталонов, а также за разработку нормативных документов по обеспечению единства измерений в закреплённом виде измерений.

Основная деятельность органов ГМС направлена на обеспечение единства измерений в стране. Она включает создание государственных и вторичных эталонов, разработку систем передачи размеров единиц ФВ рабочим СИ, государственный надзор за производством, состоянием, применением, ремонтом СИ, метрологическую экспертизу документации и важнейших видов продукции, методическое руководство МС юридических лиц;

Органы Государственной метрологической службы на территории республик в составе Российской Федерации, автономной области, автономных округов, краёв, областей, городов Москвы и Санкт-Петербурга.

ГМС взаимодействует с другими государственными службами по обеспечению единства измерений, а именно:

Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли(ГСВЧ)- сеть организаций, ответственных за воспроизведение и хранение единиц времени и частоты и передачу их размеров, а также за обеспечение потребителей в народном хозяйстве информацией о точном времени, за выполнение измерений времени и частоты в установленных единицах и шкалах;

Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов(ГССО)- сеть организаций, ответственных за создание и внедрение стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов с целью обеспечения единства измерений;

Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов(ГСССД)-сеть организаций, ответственных за получение и информационное обеспечение заинтересованных лиц данными о физических константах и свойствах веществ и материалов, основанных на исследованиях и высокочастотных измерениях.

**Метрологические службы юридических лиц.** В соответствии с Законом «Об обеспечении единства измерений» на предприятии для обеспечения метрологического обеспечения (МО) может быть создана метрологическая служба (МС) во главе с представителем администрации, обладающим соответствующими знаниями и полномочиями. При выполнении работ в сферах государственного метрологического надзора и контроля создание МС обязательно.

МС создаётся для научно-технического и организационно-методического руководства работами по МО в соответствии с Положением о МС, которое разрабатывается по правилам, изложенных в ПР 50-732-93. Этот документ определяет структуру МС и её звеньев, их задачи, обязанности и права.

МС юридических лиц- самостоятельные структурные подразделения, в состав которых могут входить калибровочные и поверочные лаборатории, а также подразделения по ремонту СИ. МС должны быть аккредитованы в соответствии с ПР 50.2.013-97, где регламентирован порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право аттестации методик выполнения измерений и проведения метрологической экспертизы документов.

При аккредитации проверке подлежит наличие условий, обеспечивающих техническую компетентность МС в реализации возложенных на неё функций в области обеспечения единства измерений. Условия аккредитации предполагают наличие:

оборудования, необходимого для проведения работы в области аккредитации;  
нормативных документов ГСИ и других нормативных документов в области аккредитации;

достаточного по численности и квалификации (в области аккредитации) персонала;  
помещений для проведения метрологических работ. Аккредитацию проводят на срок, не превышающий 5 лет.

Регистрирует аккредитованные МС юридических лиц ВНИИМС.

### **1. 1 Лекция №3 (2 часа).**

#### **Тема: «Основы взаимозаменяемости»**

##### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Принципы взаимозаменяемости.
2. Единая система допусков и посадок.

##### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Принципы взаимозаменяемости**

**Стандартизация, метрология, сертификация** объединяются в единое целое современным подходом к **качеству продукции**. Для достижения высокого качества изделия должны обладать **свойством взаимозаменяемости**. Для обеспечения взаимозаменяемости изделия должны соответствовать требованиям, которые устанавливаются в **стандартах**.

Проверка же соответствия изготовленных изделий требованиям стандартов производится с помощью **технических измерений**, которые относятся к **метрологии**, а если продукция, процесс или услуга соответствует заданным требованиям, то им выдается **сертификат**.

В современном производстве **взаимозаменяемыми** изготавливают различные детали, узлы и механизмы.

Примерами **взаимозаменяемых деталей** являются запасные части к различным приборам и машинам, стандартные крепежные детали – винты, болты, гайки, шайбы и др.

Примерами **взаимозаменяемых узлов** могут быть электро- и радиолампы и др.

Взаимозаменяемые детали должны быть одинаковы не только по размерам и форме, но и по **твердости материала, его химическим, электрическим и другими свойствами**.

Удовлетворение функциональным показателем в пределах заданных допусков называется **функциональной взаимозаменяемостью**

#### **Преимущества взаимозаменяемости.**

1. Упрощаются, удешевляются проектно-конструкторские работы по созданию новых машин и механизмов, так как конструкция, точность и технические требования основных элементов стандартизированы (резьба, шлицы, зубчатые передачи и т.д.).

2. Упрощаются, удешевляются изготовление машин в результате регламентирования точности заготовок на всех стадиях механической обработки, применению более современных методов контроля и удешевления сборки, которую можно вести на конвейерах. Качество продукции становится стабильным, повышается ее надежность.

3. Удешевляемостью эксплуатации машин за счет ускорения ремонта и повышения его качества.

## 2. Единая система допусков и посадок

Виды размеров:

1. Номинальный  $D(\text{отв.}), d(\text{вал})$
2. Действительный  $D_d, d_d$
3. Предельный  $D_{\max}, D_{\min}, d_{\max}, d_{\min}$

**Номинальный размер** – размер, относительно которого определяют предельные размеры и который служит для начала отсчёта отклонений.

Для деталей, оставляющих соединение, номинальный размер является общим.

**Действительный размер** – размер, полученный в результате измерения с допустимой погрешностью.

Два предельно-допустимых размера, между которыми может находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали, называется **предельным.** )

Больший из них называют **наибольшим предельным размером** ( $D_{\max}, d_{\max}$ )

Меньший – **наименьшим предельным размером** ( $D_{\min}, d_{\min}$ )

Действительный размер годной детали должен находиться между предельным размером или может быть равен им.

**Условие годности:**

$$\begin{aligned} D_{\min} &\leq D_d \leq D_{\max} \\ d_{\min} &\leq d_d \leq d_{\max} \end{aligned}$$

**Отклонением размера** называют разность размера и его номинального значения.

Различают:

- Действительное отклонение
- Предельное отклонение

Предельное отклонение бывает:

- верхнее предельное отклонение;
- нижнее предельное отклонение.

**Верхним предельным отклонением ( $E_s$ ), ( $e_s$ )** называют разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

$$\begin{aligned} \text{Для отв. : } ES &= D_{\max} - D & D_{\max} &= D + ES \\ Ei &= D_{\min} - D & D_{\min} &= D + EI \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Для вала: } es &= d_{\max} - d & d_{\max} &= d + es \\ ei &= d_{\min} - d & d_{\min} &= d + ei \end{aligned}$$



Для упрощения оформления и чтения чертежей проставляют не предельные размеры, а предельные отклонения.

### Правила обозначения числовых значений на чертежах:

1. предельные отклонения проставляют после номинального размера в 1мм (1мм = 1000 мкм);
2. Верхнее отклонение ставят немного выше номинального размера, а нижнее – немного ниже (  $42_{-0,1}^{-0,2}$  );
3. Отклонение 0 на чертеже не указывают (  $0,24_{-0,17}$  );
4. Отклонение равное по абсолютной величине указывают один раз со знаком « ± » (  $60 \pm 0,2$  );
5. Число знаков после запятой одинаково (  $64_{-0,25}^{-0,60}$  ).

**Допуск (Т)** размера – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

**T** – величина всегда положительная

**T** определяет величину допустимого рассеяния действительных размеров годных деталей в партии, т. е. заданную точность изготовления.

С увеличением допуска качество изделий, как правило, ухудшается, но стоимость изготовления уменьшается.

### Графическое изображение полей допусков

Номинальный размер (D, d);

Действительный размер ( $D_d, d_d$ );

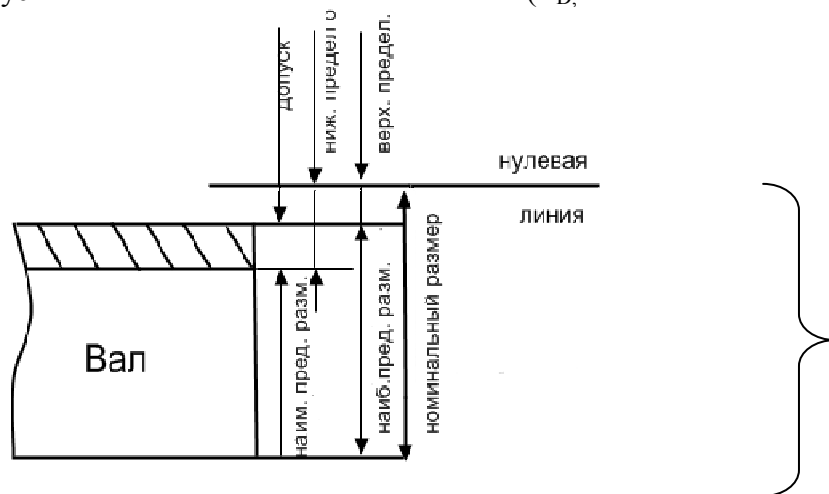
Предельные размеры ( $D_{\max}, D_{\min}, d_{\max}, d_{\min}$ ); можно изобразить

Предельные отклонения (ES, EI, es, ei); **графически (слайд 3)**

Допуск

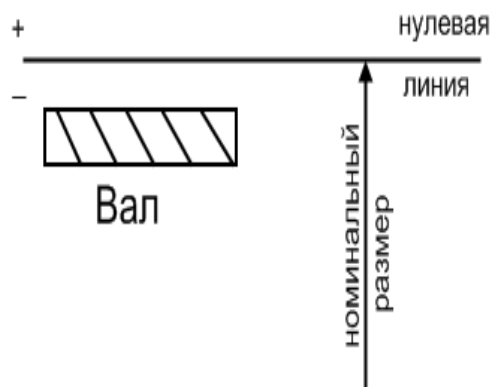
( $T_D$ ,

$T_d$ )



Однако изобразить отклонения и допуск в одном масштабе с размерами детали практически невозможно. Поэтому вместо полного изображения отв. и валов с предельными размерами применяют схематичные – только с указателем **отклонений**,

такие схемы можно вычерчивать в масштабе, они получаются более наглядными, простыми и компактными.

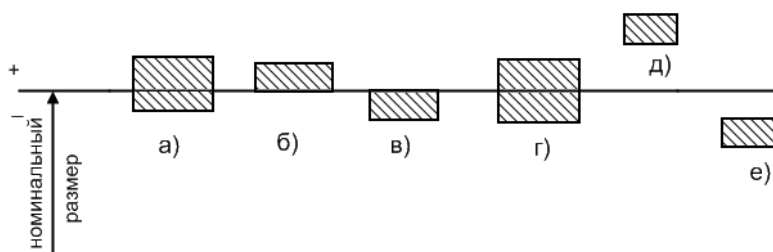


Построение схемы начинается с проведения **нулевой линии (d)**, от которой откладываются отклонения размеров (вверх со знаком «+» и вниз со знаком «-»).

Зона, заключающаяся между двумя линиями, соответствующая верхнему  $es$  и нижнему  $ei$ , называется **полем допуска**.

Поле допуска отличается от допуска тем, что оно определяет не только величину, но и его положение относительно номинального размера.

Поле допуска по отношению к нулевой линии может располагаться по разному( слайд 4)



- а) ассиметричное двустороннее расположение;
- б) ассиметричное одностороннее с нижним отклонением = 0;
- в) ассиметричное одностороннее с верхним отклонением = 0;
- г) симметричное двустороннее;
- д) ассиметричное одностороннее с «+»отклонением;
- е) ассиметричное одностороннее с «-»отклонением.

### Посадки и допуски посадок

Все разнообразные машины, механизмы состоят из взаимосоединяемых деталей. В зависимости от назначения соединения сопрягаемые детали машин и механизмов во время работы либо должны совершать относительно друг друга или иное движение, либо наоборот, сохранять относительно друг друга полную неподвижность.

В соединении деталей, входящих одна в другую, есть охватывающие и охватываемые поверхности.

**Вал** – термин, применяемый для обозначения наружных (охватываемых) элементов (поверхностей) деталей.

Термин «Вал» и «отверстие» относятся не только к цилиндрическим деталям круглого сечения, но и к элементам деталей другой формы (паз, шпонка).

Для обеспечения подвижности соединения нужно, чтобы действительный размер охватывающего элемента одной детали (отверстия)  $D_d$  был больше действительного размера, охватываемого элемента другой детали (вала)  $d_d$ .

Разность действительных размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, называется **зазором (S)**.

Для получения неподвижного соединения нужно, чтобы действительный размер охватываемого элемента одной детали (вала)  $d_d$  был больше действительного размера охватывающего элемент другой детали (отв.)  $D_d$ .

Разность действительных размеров вала и отв. до сборки, если размер вала больше размеров отв., называется **натягом (N)**.

Сопряжение, образуемое в результате соединения отв. и валов с одинаковыми номинальными размерами обычно называют **посадкой**.

Можно дать другое определение (более точное):

**Посадка** – это характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов.

Поскольку  $D_d, d_d$  годных отверстий и валов в партии деталей могут колебаться между заданными  $D_{\max}, D_{\min}, d_{\max}, d_{\min}$ , то и величина  $S$  и  $N$  может колебаться в зависимости от  $D_d, d_d$  сопрягаемых деталей.

Поэтому различают:

**наибольший и наименьший зазоры**

$S_{\max}, S_{\min}$ ;

**наибольший и наименьший натяги**

$N_{\max}, N_{\min}$

$S_{\max} = D_{\max} + d_{\min}; S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$

**средний зазор**  $S_m = (S_{\max} + S_{\min})/2$

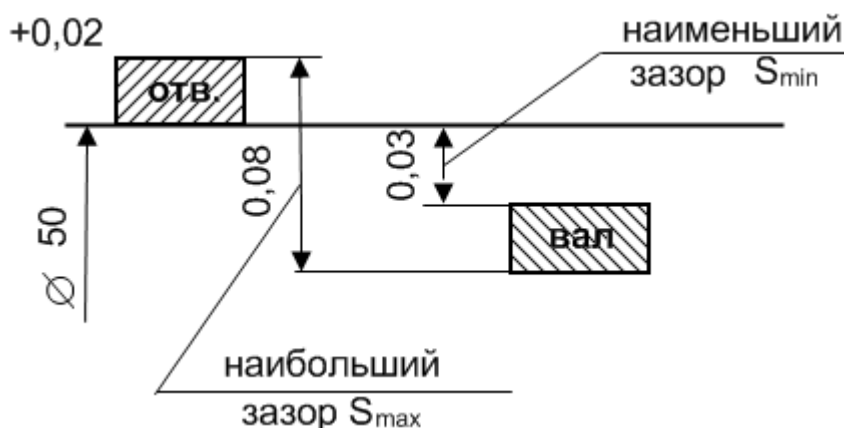
$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}; N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}$

**средний натяг**  $N_m = (N_{\max} + N_{\min})/2$

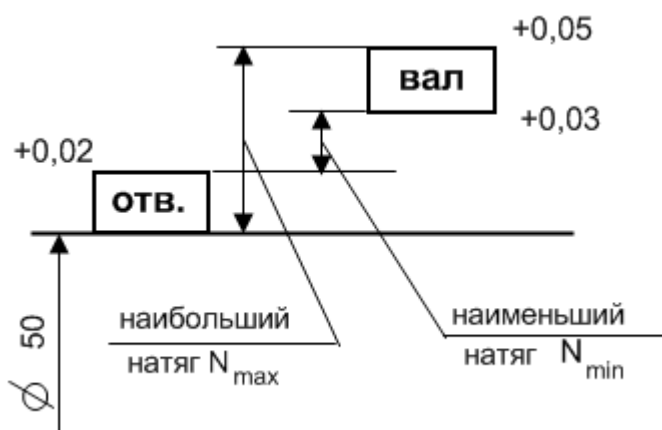
**Графическое изображение посадок с зазором и натягом.**

От нулевой линии, единой для отверстия и вала, откладываются в выбранном масштабе и с учётом знаков величины предельных отклонений отверстия и вала ( $ES, es; EI, ei$ ), при этом в каждом случае – для отверстия и вала – между линиями, соответствующими верхним и нижним отклонениям, получаем поля допусков сопрягаемых отверстия и вала.

В соответствии с определениями выявляются на схемах наибольшие и наименьшие зазоры ( $S_{\max}, S_{\min}$ ) и натяги ( $N_{\max}, N_{\min}$ ).



На рисунке видно, что при графическом изображении посадки с зазором поле допуска отверстия располагается над полем допуска вала, т.е. размеры годного отверстия всегда больше размеров годного вала.



На рисунке видно, что при графическом изображении посадки с натягом поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала, т.е. размеры годного отверстия всегда меньше размеров годного вала.

Наряду с посадками с зазором и посадками с натягом существуют переходные посадки.

**Переходная посадка** – посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга. В этом случае поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью.

При графическом изображении переходной посадки поля допусков отверстия и вала перекрываются, т.е. размеры годного отверстия могут оказаться и больше и меньше размера годного вала, что и не позволяет заранее до изготовления пары сопрягаемых деталей сказать, какая будет посадка – с зазором или натягом.

#### **Схема наибольшего и наименьшего зазора**

##### **Применение.**

- Посадки с гарантир. зазором используются в тех случаях, когда допускается относительное смещение деталей;
- Посадки с гарантир. натягом – когда необходимо передавать усилие или вращающий момент без дополнительного крепления только за счет упругих деформаций;
- Переходные посадки применяют, когда необходимо обеспечить центрирование деталей, т.е. совпадение осей отверстия и вала.

**Допуск посадки** – разность между наибольшим и наименьшим допустимыми зазорами (**допуск зазора**  $T_s$  в посадках с зазором) или наибольшим и наименьшим допустимыми натягами (**допуск натяга**  $T_N$  в посадках с натягом):

$$T_s = S_{\max} - S_{\min};$$

$$T_N = N_{\max} - N_{\min}$$

В переходных посадках **допуск посадки** определяется суммой наибольшего натяга и наибольшего зазора. Для всех типов посадок допуск посадки численно равен сумме допусков отверстия и вала, т.е.

$$T_s(T_N) = T_D + T_d$$

Пример обозначения посадки:  $40 \frac{H7}{g6}$

#### **Система вала и система отверстия**

Посадки с зазорами, с натягами, переходные с различными величинами и наибольшими и наименьшими зазорами и натягами ( $S$ ,  $N$ ) можно получить, изменяя положение полей допусков обеих сопрягаемых деталей отверстия и вала. Но таких сочетаний может оказаться множество, что привело бы к невозможности централизованного изготовления

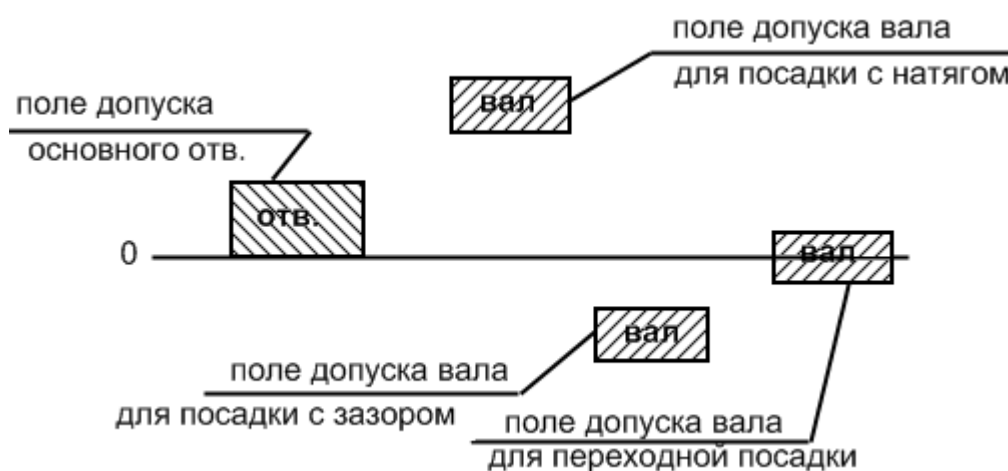
мерного режущего инструмента (свёрл, зенкеров, разверток), формирующего размер отверстия.

Гораздо удобнее в технологическом (при изготовлении) и эксплуатационном (при ремонте) отношениях получать разнообразные посадки, изменяя положение поля допуска только одной детали при неизменном положении поля допуска другой.

**Посадка в системе отверстия** – посадки, в которых различные зазоры (**S**) и натяги (**N**) получают соединением различных валов с основным отверстием, которое обозначается буквой **H**.

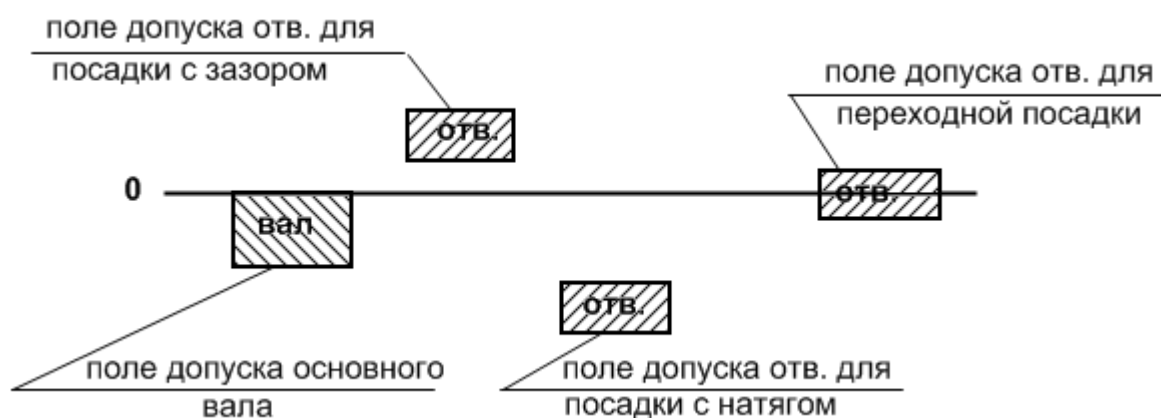
**Посадки в системе вала** – посадки, в которых различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным валом, который обозначают буквой **h**.

#### График изображения посадок в системе отверстия



Для всех посадок в системе отверстия нижнее отклонение отверстия  $EI=0$

#### Графическое изображение посадок в системе вала



Для всех посадок в системе вала верхнее отклонение вала  $es=0$ .

В практике машиностроения предпочтение отдается системе отверстия, поскольку изготовить отверстие и изменить его значительно труднее и дороже, чем изготовить и изменить вал такого же размера с одинаковой точностью.

## **1. 1 Лекция №4 (2 часа).**

### **Тема: «Точность формы и расположения поверхностей»**

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Основные термины и определения. Отклонения формы. Отклонения расположения. Суммарное отклонение
2. Нормирование и обозначение точности формы и расположения поверхностей на чертежах.
3. Влияния точности формы и расположения поверхностей на долговечность соединений.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Основные термины и определения. Отклонения формы. Отклонения расположения. Суммарное отклонение**

Большинство элементов деталей, применяемых в машиностроении, представляет собой простейшую геометрическую форму. В основном это цилиндрические поверхности (70 %), плоские (12 %), значительно реже — зубчатые колеса (3 %) и корпусные детали (4 %) [29].

Допуски формы и расположения поверхностей деталей машин и приборов, термины, определения, относящиеся к основным видам отклонений, стандартизованы ГОСТ 24642—81 и ИСО 1101:1983, ИСО 5458:1987.

##### **Основные термины и определения**

**Реальная поверхность (профиль)** — поверхность (профиль), ограничивающая тело и отделяющая его от окружающей среды (рис. 3.10). Она образуется в результате обработки поверхности детали или при эксплуатации в результате износа, коррозии и других процессов старения.

**Номинальная поверхность (профиль)** — идеальная поверхность (профиль), размеры и форма которой соответствуют заданным номинальным размерам и номинальной форме.

**Профилем** называют линию пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью. Наиболее часто в машиностроении профиль рассматривается в плоскости, перпендикулярной к поверхности.

Для количественной оценки отклонений формы используют принцип прилегающей поверхности, или профиля.

**Прилегающая поверхность (прямая, профиль)** — поверхность (прямая, профиль), имеющая форму номинальной поверхности (прямой, профиля), соприкасающаяся с реальной поверхностью (прямой, профилем) и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности (прямой, профиля) в пределах нормируемого участка имело наименьшее значение.

**Базовый элемент** — реальный элемент детали (такой, как кромка, поверхность, отверстие и т. д.), который используется для установления расположения базы.

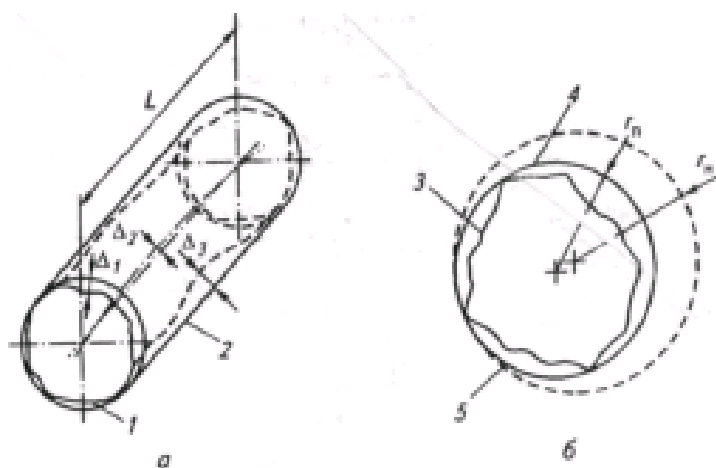


Рис. Поверхности (а) и профили (б):

1 и 2 – реальная и прилегающая поверхности; 3, 4 и 5 – реальный, прилегающий и номинальный профили;  $L$  – базовая длина;  $\Delta_1 \dots \Delta_3$  – отклонение формы и расположения поверхностей;  $r_n$  – номинальный радиус профиля;  $r_p$  – радиус прилегающего профиля

**База** — теоретически точная геометрическая основа (например, оси, плоскости, прямые линии и т.д.), к которой относятся нормируемые элементы. Базы образуются одним или несколькими базовыми элементами детали.

**Отклонение формы, профиля, поверхности** — есть отклонение реальной формы, профиля, поверхности от номинальной.

## 2. Нормирование и обозначение точности формы и расположения поверхностях на чертежах.

**Отклонение формы** — отклонение формы реального элемента от номинальной формы. Оценивается наибольшим отклонением от точек реального элемента до прилегающего элемента.

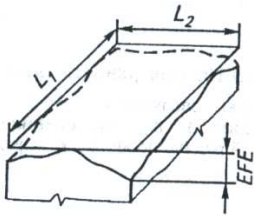
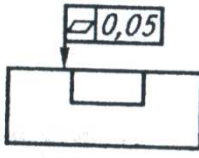
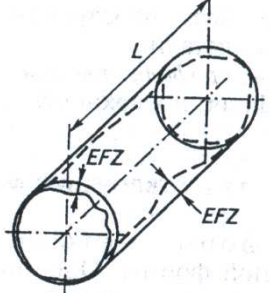
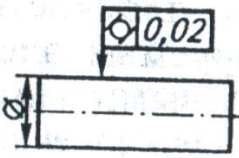
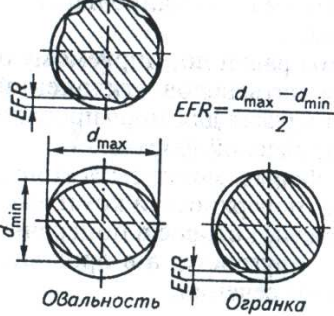
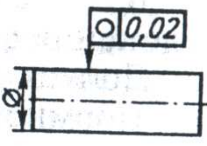
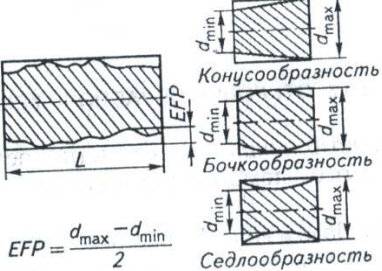
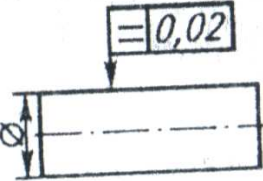
**Допуск формы** — наибольшее допускаемое значение отклонения формы.

Допуск формы равен нормируемому отклонению формы. Нормируется пять видов отклонений формы. Три последних вида служат для нормирования отклонений элементов деталей цилиндрической формы (слайд 1).

Отклонения формы могут быть **комплексными** и **частными**. Для цилиндрических поверхностей комплексным является отклонение от цилиндричности, которое в поперечном сечении преобразуется в отклонение от круглости, а в продольном — в отклонение профиля продольного сечения.

### Отклонения формы

Вид отклонения	Схематическое изображение вида отклонения	Условное изображение
Отклонение от прямолинейности EFL — наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка (длины $L$ ). Частные виды отклонений от прямолинейности — выпуклость и вогнутость		

<p>Отклонение от плоскостности EFE — наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка (длин Ц и L2). Частные виды этого отклонения — выпуклость и вогнутость</p>		
<p>Отклонение от цилиндричности EFZ — наибольшее отклонение от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка (длины L)</p>		
<p>Отклонение от цилиндричности EFZ - наибольшее отклонение от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка (длины L)</p>	 <p style="text-align: center;">Овальность      Огранка</p>	
<p>Отклонение профиля продольного сечения EFP — наибольшее расстояние от точек образующих реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка (длины L)</p>	 <p style="text-align: center;">Конусообразность Бочкообразность Седлообразность</p>	

Частными отклонениями от круглости являются овальность и огранка.

**Овальность** возникает в результате биения шпинделя станка, из-за погрешности формы поперечного сечения заготовки, из-за дисбаланса деталей, из-за тонкостенности заготовки и т. д.

**Огранка** проявляется при бесцентровом шлифовании, из-за деформации в патроне (3- и 4-кулачковые патроны), из-за изменения положения мгновенного центра вращения при обработке.

При эксплуатации овальность и огранка характерны для поверхностей, имеющих неравномерный износ, например шатунных шеек коленчатого вала, отверстий корпусов под кольца подшипников, гильз цилиндров и т. д.

Частные отклонения профиля продольного сечения — конусообразность, бочкообразность и седлообразность.

**Конусообразность** возникает при отклонении осей шпинделя и пиноли задней бабки или направляющих станка, при быстром износе резца, при большой длине заготовки, закрепленной с одного конца (упругие деформации).



**Бочкообразность** проявляется в результате прогиба вала, закрепленного с двух сторон, из-за извернутости или износа направляющих станка, увеличения сил резания и т. д.

**Седлообразность** возникает в результате обработки толстых коротких валов в нежестких центрах, при несовпадении центров станка в вертикальной плоскости и т. д.

При эксплуатации конусообразность, бочкообразность и седлообразность характерны для поверхностей, имеющих неравномерное нагружение по длине, а также если поверхности перемещаются в перпендикулярной плоскости относительно друг друга, например, шатуны шеек коленчатых валов имеют бочкообразность из-за осевого перемещения вала, гильзы цилиндров являются конусообразными из-за значительного износа в верхней части, поршневой палец имеет больший износ в середине — седлообразность и т. д.

**Отклонение расположения** — отклонение реального расположения рассматриваемого элемента (элементов) от его номинального расположения.

**Номинальное расположение** — расположение рассматриваемого элемента, определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между ним и базами и/или между рассматриваемыми элементами (если базы не заданы).

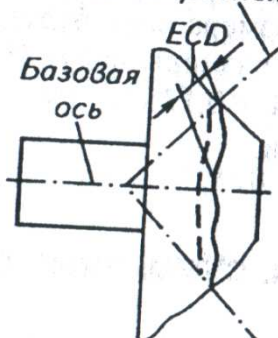
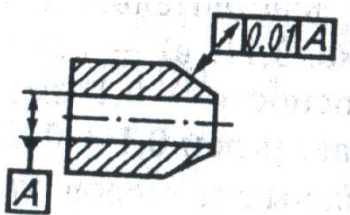
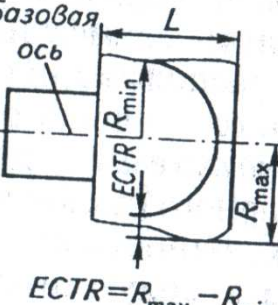
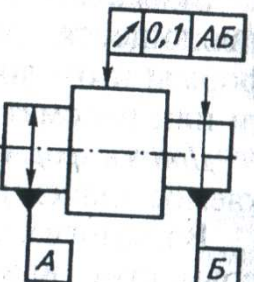
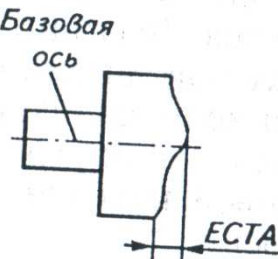
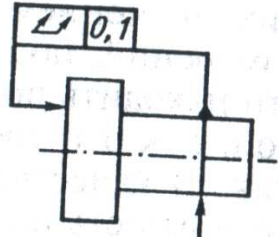

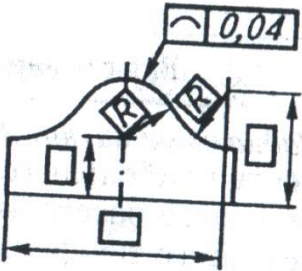
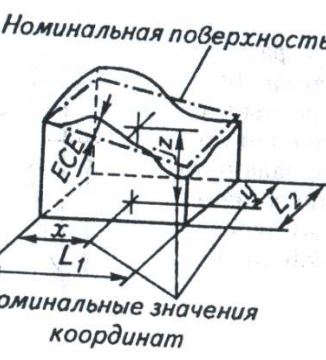
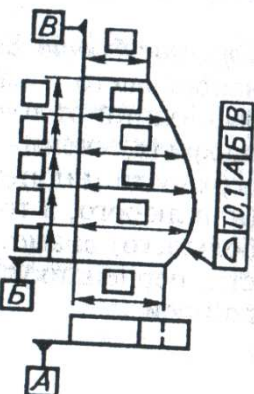
Отклонения расположения чаще задаются для корпусных деталей, и точность выполнения этих требований гарантирует надежность и долговечность эксплуатации сборочной единицы, но при этом растет капиталоемкость, трудоемкость и себестоимость производства. В машиностроении валы и отверстия составляют около 70 % объема производства, себестоимость их — до 45 % суммарной себестоимости, а корпусные детали — до 4 % объема производства, а при себестоимости их равна 40 % суммарной.

Для нормирования требований к точности расположения используют семь параметров (слайд 2)

#### Графическое пояснение вида отклонений

##### Суммарные отклонения

Вид отклонения	Графическое объяснение вида отклонения	Условное обозначение
Радиальное биение ECR — разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси		
Торцевое биение ECA — разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля сечения торцевой поверхности цилиндром заданного (или любого, в том числе наибольшего) диаметра до плоскости, перпендикулярной базовой оси		

<p>Биеение в заданном направлении <math>E_{CD}</math> — разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения в сечении рассматриваемой поверхности конусом, ось которого совпадает с базовой осью, а образующая имеет заданное направление до вершины этого конуса</p>	<p><i>Заданное направление</i></p> 	
<p>Полное радиальное биеение <math>E_{CTR}</math> — разность наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности (с номинальной цилиндрической формой) в пределах нормируемого участка до базовой оси</p>	 <p><math>E_{CTR} = R_{\max} - R_{\min}</math></p>	
<p>Полное торцевое биеение <math>E_{CTA}</math> — разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек всей торцевой поверхности (с номинально плоской формой) до плоскости, перпендикулярной базовой оси</p>		
<p>Отклонение формы заданной поверхности <math>E_{CL}</math> - наибольшее отклонение точек реального профиля от номинального профиля, определяемое по нормали к номинальному профилю в пределах нормируемого участка</p>	 <p>Номинальные значения координат</p>	
<p>Отклонение формы заданной поверхности <math>E_{CE}</math> - наибольшее отклонение точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности в пределах нормируемого участка</p>	 <p>Номинальные значения координат</p>	

### **3 Влияния точности формы и расположения поверхностей на долговечность соединений.**

Отклонения формы и расположения элементов значительно влияют на эксплуатационные свойства деталей. В неподвижных соединениях большие значения этих отклонений приводят к неравномерности натягов в соединениях, из-за чего снижается прочность соединения, герметичность и точность центрирования, в подвижных соединениях — к увеличению износа сопрягаемых поверхностей и снижению долговечности.

Так, уменьшение конусообразности, седлообразное<sup>TM</sup> и овальности шеек коленчатого вала с 0,01 до 0,006 мм позволяет в 2,5...4 раза увеличить ресурс вкладышей.

Отклонения формы и расположения поверхностей влияют на трудоемкость и точность сборки, объем (возрастает) пригоночных работ и оказывают значительное влияние на надежность работы машин, вызывая в отдельных деталях и соединениях дополнительные статические и динамические нагрузки, что приводит к быстрому износу и усталостному разрушению деталей.

#### **1. 1 Лекция №5 (2 часа).**

**Тема: «Нормирование точности поверхностей деталей машин по шероховатости»**

##### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие о шероховатости поверхностей и ее влияние на эксплуатационные показатели работы деталей, соединений и машин.
2. Средства измерения шероховатости поверхностей.
3. Параметры для нормирования и оценки шероховатости поверхностей.
4. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах.

##### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Понятие о шероховатости поверхностей и ее влияние на эксплуатационные показатели работы деталей, соединений и машин**

Рассмотрим некоторые определения относящиеся к данной теме:

**Шероховатостью поверхности** согласно ГОСТ 25142-82 называют совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенную с помощью базовой длины  $L$ .

**Базовая длина  $L$**  — длина базовой линии, используемой для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности.

**Базовая линия (поверхность)** — линия (поверхность) заданной геометрической формы, определенным образом проведенная относительно профиля (поверхности) и служащая для оценки геометрических поверхностей.

#### **Влияние поверхности на эксплуатационные показатели работы деталей, соединений и машин.**

**Существует несколько причин возникновения шероховатостей:**

- пластические деформации поверхностного слоя детали при образовании стружки;
- копирование неровностей режущих кромок инструмента и трение его о деталь;

- вырывание с поверхности частиц материала при обработке;
- вибрация заготовки, инструмента и др.

Поверхности деталей, обработанных на металлорежущих станках, имеют неровности в продольном и поперечном направлениях. Продольные неровности определяются в направлении главного рабочего движения при резании, а поперечные – в направлении, перпендикулярном к нему.

Эти неточности, их форма, размеры, частота повторяемости зависят от режущего инструмента, метода и режима обработки, материала детали, жесткости оборудования и как следствие от колебательных движений в системе станок – приспособление – инструмент – деталь (система СПИД).

Условно границу между различными порядками отклонений поверхности можно установить по значению отношения шага  $S_w$  к высоте неровностей  $R_w$ .

$$\frac{S_w}{R_w} \leq 50 - \text{шероховатость}$$

где,  $S_w$  – шаг неровностей,

$R_w$  – высота неровностей.

$$50 \leq \frac{S_w}{R_w} \leq 1000 - \text{волнистость}$$

$$\frac{S_w}{R_w} \geq 1000 - \text{отклонение формы}$$

**Волнистость** – совокупность периодически чередующихся возвышенностей и впадин, у которых расстояние между смежными возвышенностями или впадинами превышает базовую длину  $L$ .

## 2. Средства измерения шероховатости поверхностей.

Количественный контроль параметров шероховатости осуществляют контактными методами с помощью щуповых приборов (профилометров и профилографов) и бесконтактными методами (с помощью микроскопов и микроинтерферометров и т.д.)

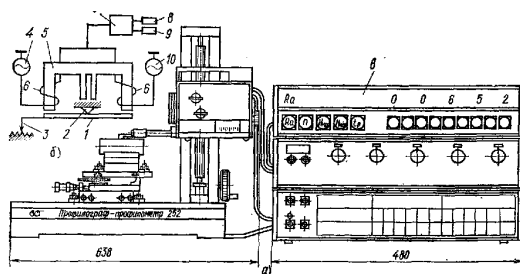
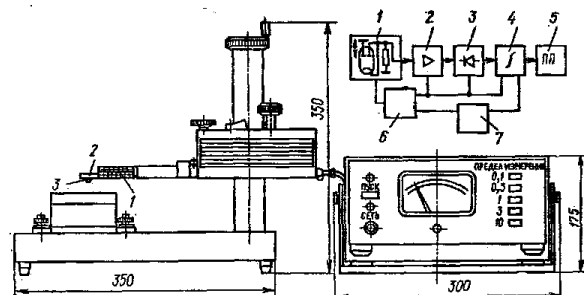


Рис. 8.28. Профилограф-профилометр:



8.29. Механотронный профилометр:

Контактные профилометры и профилографы, имеющие высокую точность, применяют для контроля наиболее ответственных измерений.

При выборе метода и типа прибора необходимо учитывать возможность контроля предписанного чертежом параметра, пределы измерения, допускаемые отклонения

контролируемого параметра, погрешность измерения и прибора, форму, размеры и материал детали, и другие факторы.

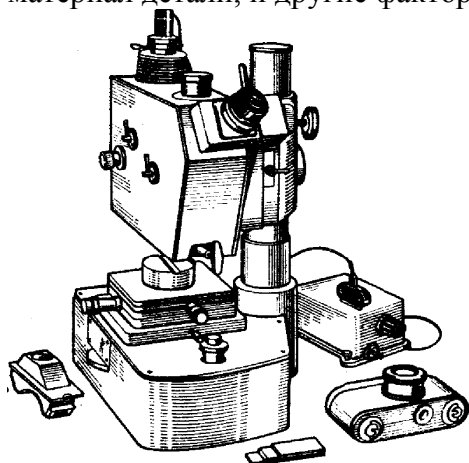
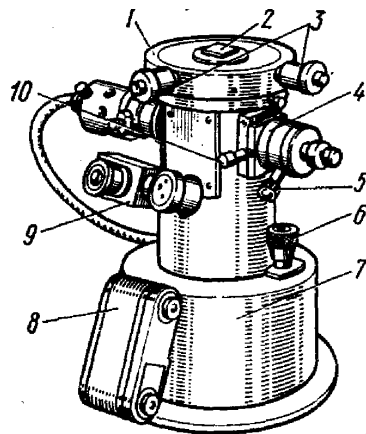


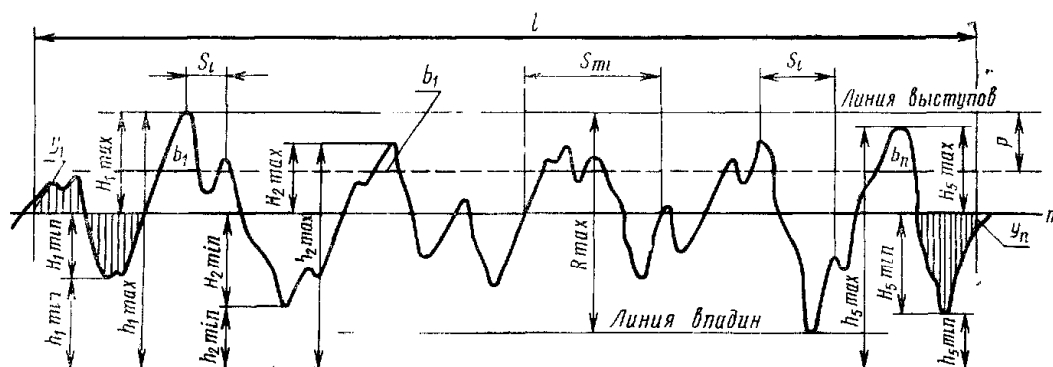
Рис. 139. Микроскоп ПСС-2



### 3 Параметры для нормирования и оценки шероховатости поверхностей.

Стандартом ГОСТ 25142-82 предусмотрен ряд параметров для количественной оценки шероховатости, причем отсчет ведется от единой базы, за которую принята средняя линия профиля  $m$ .

Представим профилограмму поверхности детали.



**Профилограмма** – изображение реальной поверхности, полученное измерением на базовой длине  $L$ .

**Средняя линия** – среднеквадратическое отклонение профилей (сумма площадей над линией равна сумме площадей под линией).

Согласно ГОСТ 2789-73 шероховатость поверхности изделий независимо от материала и способа изготовления (получения поверхности) можно оценивать количественно одним или несколькими параметрами.

#### Высотные параметры:

$R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля

$R_z$  – высота неровностей профиля по 10 точкам

$R_{max}$  – наибольшая высота неровностей профиля.

Параметр  $R_a$  является предпочтительным.

Параметр  $R_a$  характеризует среднюю высоту всех неровностей.

$R_z$  – характеризует среднюю высоту наибольших неровностей.

$R_{max}$  – характеризует наибольшую высоту профиля.

#### Шаговые параметры $S_m, S_L$

$S_m$  – средний шаг неровностей.

$S$  – средний шаг неровностей по вершинам.

Опорный параметр  $t_p$

$t_p$  – относительная опорная длина профиля.

Шаговые параметры  $S_m$ ,  $S$ , и  $t_p$  – введены для учета различной формы и взаимного расположения характерных точек неровностей. Эти параметры позволяют также нормировать спектральные характеристики профиля.

Количественную оценку шероховатости проводят по следующим параметрам:

**Параметры шероховатости, связанные с высотными свойствами неровностей:**

**$R_a$  – среднее арифметическое значение из абсолютных величин отклонений профиля – среднее арифметическое отклонение профиля**

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i|$$

$y_i$  – расстояние от любой точки профиля по

нормали к средней линии,

$n$  – количество замеров профиля, шт.

$R_a$  – на профилограмме показаны параллельные линии  $Y_i$ .

**$R_z$  – высота неровностей профиля по 10 точкам (сумма средних значений 5 самых высших точек профиля и 5 самых низших точек профиля)**

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^5 h_i \max - \sum_{i=1}^5 h_i \min \right)$$

где,  $h_i \max$  – расстояние от высших точек пяти наибольших максимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;

$h_i \min$  – расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до этой же линии.

**$R_{\max}$  – расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой длины  $L$ .**

обозначение параметров  $R_z$  и  $R_{\max}$

**Параметры шероховатости, связанные со свойствами неровностей в направлении длины профиля:**

**средний шаг неровностей:**

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

$S_{mi}$  – длина отрезка средней линии, пересекающего профиль в трех соседних точках и ограниченного крайними точками.

**Средний шаг неровностей по вершинам:**

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

$S_i$  – длина отрезка средней линии между проекциями на нее двух высших точек соседних выступов.

**Параметры шероховатости, связанные с формой неровностей:**

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{L} \cdot 100\%$$

$R_p$  – уровень сечения (выбирается в % от  $R_{\max}$ ).

#### Применение параметров шероховатости:

1. Для деталей, которые испытывают трение и износ  
 $R_a$  ( $R_z$ ),  $t_p$ , причем параметру  $R_a$  отдается предпочтение.
2. Виброустойчивость и циклическая прочность

$R_{\max}$ ,  $t_p$

3. Для неподвижных деталей

$R_a$  ( $R_z$ )

Требования к шероховатости устанавливают указанием числовых значений (наибольших или номинальных с отклонениями в % или диапазона значений) параметра или параметров на базовой длине  $L$ .

#### Числовые значения параметров шероховатости:

$R_a$  – 0,008...100 мкм;

$R_z$  – 0,025...1600 мкм;

$S_m$ ,  $S$  – 0,002...12,5 мм;

Значение уровня сечения  $R_p$ :

5;10;15;20;25;30;40;50;60;70;80;90

Требования к шероховатости должны быть обусловлены и должны исходить от функционального назначения поверхности детали.

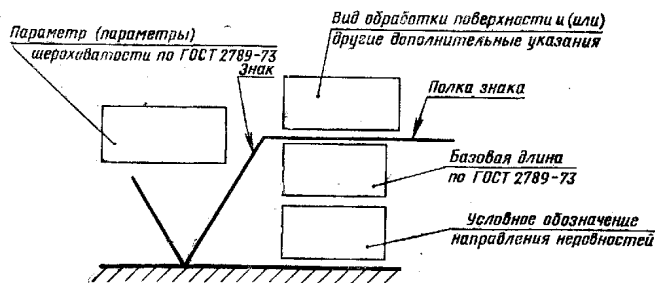
**Обозначение шероховатости** поверхностей на чертежах регламентируется ГОСТом 2.309-73 ЕСКД. «Обозначение шероховатости поверхностей»

Данный ГОСТ 2.309-73 регламентирует:

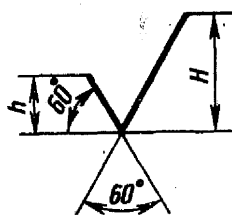
1. Обозначение шероховатостей;
2. правила нанесения и обозначения шероховатости на чертежах.

#### 4. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах

В общем виде структура обозначения шероховатостей следующая:



#### (Слайд 24) Размеры знака шероховатости:



$h$  – высота цифр размерных чисел;

$H = (1,5 \dots 3) h$

Толщина линий знака приблизительно равна  $\frac{1}{2}$  толщины сплошной основной линии

#### Направление неровностей

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в таблице

Схематическое изображение шероховатостей	Обозначение
	$\sqrt{=}$
	$\sqrt{\perp}$
	$\sqrt{\times}$
	$\sqrt{M}$
	$\sqrt{C}$
	$\sqrt{R}$

### Структура обозначение шероховатости:

	Для обозначения шероховатости поверхностей, вид обработки которых конструктором не нормируется
	Для обозначения шероховатости поверхностей, которые должны быть образованы снятием слоя материала
	Для обозначения шероховатости поверхностей, которые должны быть образованы без снятия слоя материала (ковка, литье, штамповка, протягивание и т.д.)

### (Слайд 27) Значения параметров шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают:

- для параметра Ra – без символа			
- для остальных параметров – после соответствующего символа			



### Расшифровка обозначения шероховатости:

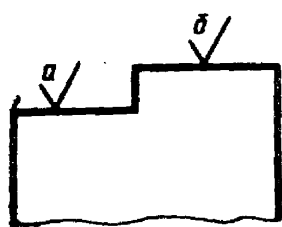
При указании двух и более параметров шероховатости в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке:

- параметр высоты неровностей профиля;
- параметр шага неровностей профиля;
- относительная опорная длина профиля.

$\begin{array}{c} 0,1 \\ Sm\ 0,063 \\ 0,040\ 0,8 \\ t5080\pm10\% \sqrt{0,25} \end{array}$	$R_a \leq 0,1\ \text{мкм};$ $0,040 \leq S_m \leq 0,063\ \text{мкм};$ $t = 80 \pm 10\% \text{ при } p = 50\%;$ $L = 0,25 \dots 0,8\ \text{мм};$ направление неровностей (C) – кругообразное
$\begin{array}{c} \text{Полировать} \\ 0,025 \sqrt{M} \end{array}$	$R_a \leq 0,025\ \text{мкм};$ направление неровностей (M) – произвольное; поверхность – полировать.

### (Слайд 29) Упрощенное обозначение шероховатости:

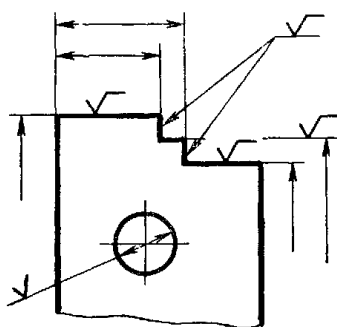
Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа.



$$a = \frac{0,32}{0,25} \sqrt{\frac{\text{Полировать}}{M}}$$

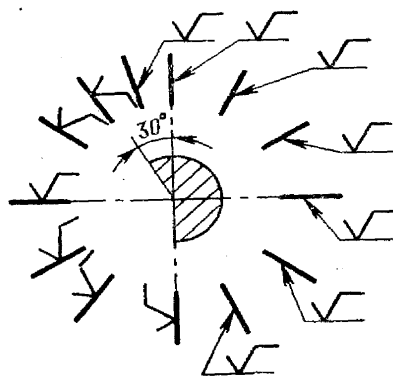
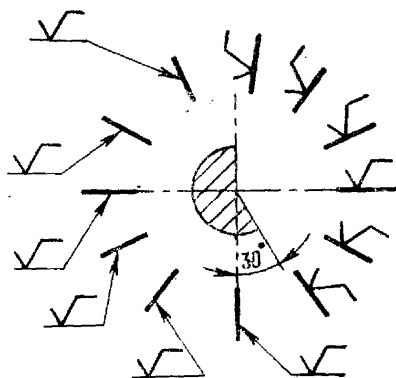
$$б = \frac{0,63}{0,40} \sqrt{\frac{t5080\pm10\%}{2,5}}$$

### Обозначение шероховатости на изображении детали располагают:

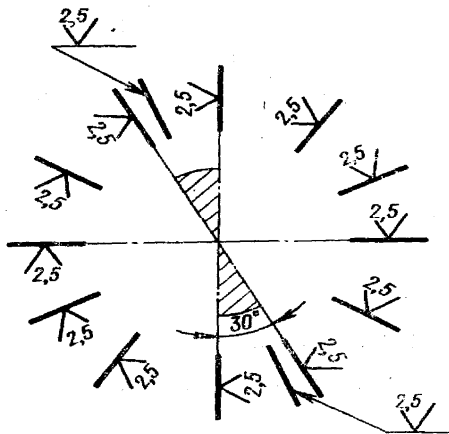


- На контурных линиях;
- на выносных линиях (ближе к размерной);
- на полках линий выносок;
- при недостатке места на размерных линиях

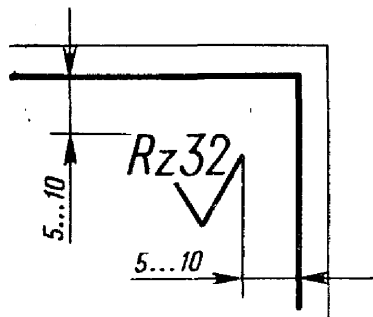
Обозначение шероховатости поверхности, в которой знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на чертеже



и в которых знак не имеет полки

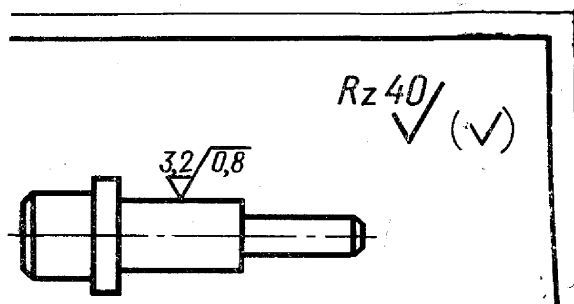


При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правый верхний угол чертежа и на изображении не наносят



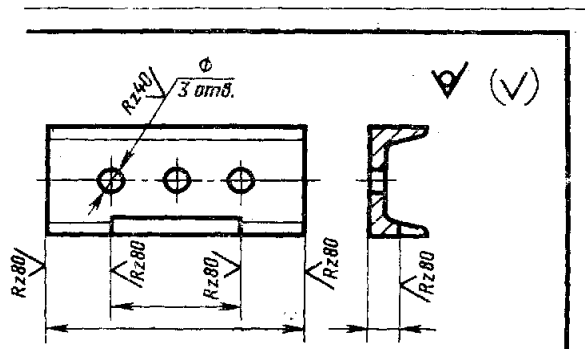
Размеры знака и толщина линий увеличиваются в 1,5 раза

При одинаковой шероховатости части поверхности обозначение шероховатости также выносится в правый верхний угол чертежа и в скобках указывается знак шероховатости



Размер и толщина знака в скобках должны соответствовать знаку на изображении

Если поверхности образованы без снятия слоя материал или по которым не проводится обработка



Шероховатость остальных поверхностей сохраняется в соответствии поставки

## **1. 1 Лекция №6 (2 часа).**

### **Тема: «Расчет и выбор посадок колец подшипников качения»**

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Условное обозначение подшипников качения.
2. Поля допусков подшипников качения и сопрягаемых деталей
3. Виды нагружения подшипников качения.
4. Расчет и выбор посадок колец, обозначение посадок на чертежах

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Условное обозначение подшипников качения.**

По ГОСТ 8338-75 определяются основные размеры подшипника

##### **2. Поля допусков подшипников качения и сопрягаемых деталей.**

Устанавливается вид нагружения колец подшипника.

##### **3. Виды нагружения подшипников качения.**

Вид нагружения показывает, какая часть беговой дорожки каждого кольца воспринимает радиальную нагрузку. При циркуляционном нагружении кольцо воспринимает радиальную нагрузку последовательно всей беговой дорожкой, что имеет место при вращении кольца относительно этой нагрузки. Такой вид нагружения имеют кольца подшипников, сопрягаемые с вращающейся деталью узла, при постоянной по направлению радиальной нагрузке.

При местном нагружении кольцо воспринимает радиальную нагрузку только небольшим участком беговой дорожки, что наблюдается при неподвижном положении кольца относительно радиальной нагрузки.

Чаще всего в подшипнике одно из колец имеет циркуляционный вид нагружения, а другое – местный.

##### **4. Расчет и выбор посадок колец, обозначение посадок на чертежах**

Для циркуляционно нагруженного кольца посадка выбирается по интенсивности радиальной нагрузки на посадочной поверхности  $P_R$  (Н/мм), которая определяется по уравнению:

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (1)$$

где  $R$  – радиальная нагрузка, Н;

$B$  – ширина колец подшипника, мм;

$r$  – радиус закругления фаски кольца подшипника, мм;

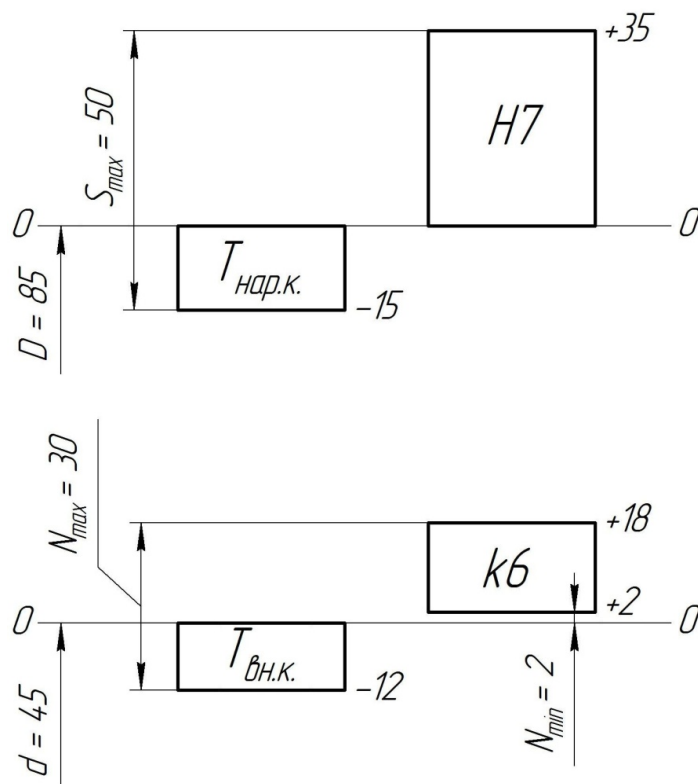
$k_1$  – динамический коэффициент посадки, зависящий от характера нагрузки (при перегрузке до 150%, при умеренных толчках и вибрации  $k_1=1,0$ ; при перегрузке до 300%, при сильных ударах и вибрации  $k_1=1,8$ );

$k_2$  – коэффициент, учитывающий степень ослабления посадочного натяга при полом вале или тонкостенном корпусе (при сплошном вале и массивном корпусе  $k_2=1$ );

$k_3$ — коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки  $R$  между

Рисунок 1 – Схема расположения полей допусков посадочных размеров подшипников и сопряженных деталей

рядами роликов в двухрядных конических роликоподшипниках или между



сдвоенными шарикоподшипниками при наличии осевой нагрузки на опоре; для радиальных и радиально-упорных подшипников с одним наружным или внутренним кольцом  $k_3=1$ .

При выборе посадки должно выполняться условие:

$$P_H = [P_R], \quad (2)$$

где  $[P_R]$  - допускаемая интенсивность радиальной нагрузки для выбранного поля допуска посадочной поверхности вала или корпуса.

Для местно нагруженного кольца поле допуска посадочной поверхности вала или корпуса выбирается с учетом его номинального размера и характера нагрузки.

2. По таблицам ГОСТ 520-89 и ГОСТ 25347-82 определяются предельные отклонения размеров колец подшипника и сопрягаемых с ними вала и корпуса.

3. Строится схема расположения полей допусков для сопряжения "внутреннее кольцо-вал" и "наружное кольцо-корпус" с указанием на ней предельных зазоров и натягов (рис. 1). Устанавливается вид посадки для каждого соединения, рассчитываются предельные зазоры и натяги.

Проверяется допустим ость посадки из условия прочность внутреннего кольца на разрыв (при циркуляционно нагруженном внутреннем кольце):

$$N_{дон} = \frac{11,4\sigma_d \cdot N' \cdot d}{(2 \cdot N' - 2) \cdot 10^5}, \quad (3)$$

где  $N_{дон}$ — допустимый натяг, мм;

$\sigma_d$  – допустимое напряжение на разрыв: для подшипниковой стали  $\sigma_d = 40$  кгс/мм<sup>2</sup> (400 Н/мм<sup>2</sup>);

$N'$  – коэффициент; для легкой серии подшипников  $N' = 2,8$ ; для средней  $N' = 2,3$ ; для тяжелой  $N' = 2,0$ .

При выборе и расчете посадок должно выполняться условие:

$$N_{\max} \leq N_{\text{доп}}, \quad (4)$$

где  $N_{\max}$  – наибольший натяг для выбранной посадки, мм.

4. Допуски овальности и конусообразности посадочных мест валов (осей) и отверстий корпусов под подшипники качения классов точности 0 и 6 не должны превышать в любом сечении четвертой части допуска на диаметр посадочной поверхности, т.е:

$$T_{\text{ов,кон}} = \frac{T_{D(d)}}{4}$$

Требования к шероховатости посадочных поверхностей вале и отверстий корпусов под подшипники качения 0 класса точное устанавливаются следующим образом: при номинальном диаметре до 80 мм  $-R_a \leq 1,25$  мкм; при номинальном диаметре свыше 80 до 500 мм  $-R_a \leq 2,5$  мкм; для торцов заплечиков валов и отверстий корпусов  $R_a \leq 2,5$  мкм.

Допустимое торцовое биение заплечиков валов и отверстий корпусов под подшипники качения устанавливаются по таблице 1.

5 Примеры обозначения посадок подшипников качения на сборочных чертежах, отклонений размеров и формы, шероховатости посадочных поверхностей валов и отверстий в корпусе на чертежах деталей показаны на рис. 2.

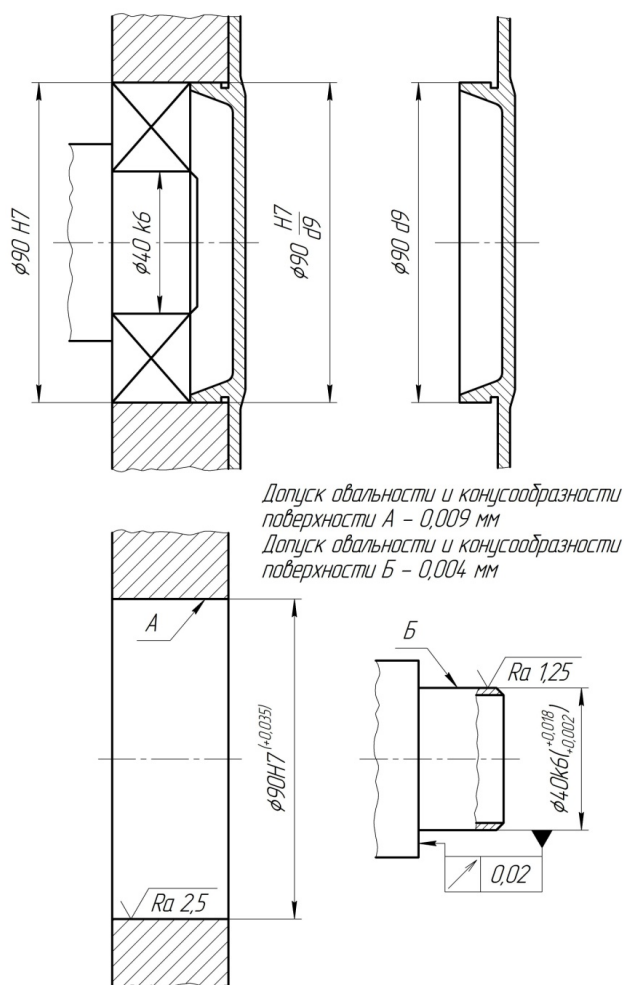


Рисунок 2 – Обозначение посадок подшипников качения на сборочных чертежах, отклонений размеров и формы, расположения поверхностей на чертежах деталей

Таблица 1 - Биение заплечиков валов и отверстий корпусов под подшипники качения класса точности "0" (ГОСТ 520-89)

Валов		Отверстий корпусов	
номинальные диаметры, мм	биение, мкм, не более	номинальные диаметры, мм	биение, мкм, не более
до 50	20	до 80	40
свыше 50 до 120	25	свыше 80 до 120	45
свыше 120 до 250	30	свыше 120 до 150	50
		свыше 150 до 180	50

## 1. 1 Лекция №7 (2 часа).

**Тема: «Нормативная база в области стандартизации»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».
2. Межотраслевые системы (комплексы) национальных стандартов.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».

1 июля 2003 г. вступил в силу Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Указанный закон стал основой кардинальной реформы всей системы технического регулирования в стране и является основным источником технического Права в России.

Области применения ФЗ «О техническом регулировании»:

- разработка, принятие, применение и исполнение обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;
- разработка, принятие, применение и исполнение на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;
- оценка соответствия;
- права и обязанности участников отношений в указанных областях.

Федеральный закон «О техническом регулировании» основан на положениях Соглашения по техническим барьерам в торговле ВТО. Закон разработан с учетом зарубежного опыта и специфических особенностей Российской Федерации. В Федеральном законе реализованы следующие основополагающие концепции.

1. Применение двухуровневой системы нормативных документов: технических регламентов, которые содержат обязательные требования, и стандартов, исполняемых на добровольной основе.

2. Установление обязательных требований исключительно федеральными законами (в особо оговоренных случаях — постановлениями Правительства РФ либо указами Президента Российской (Федерации). Федеральные органы исполнительной власти могут издавать документы, содержащие только рекомендательные требования. Вводится новый нормативный документ — технический регламент, содержащий

обязательные требования к продукции, способам производства, эксплуатации, хранению, транспортированию, маркированию, утилизации.

3. В объекты обязательного регулирования не входят услуги и работы.

4. Стандарты должны быть добровольными для применения. Но при этом национальные или международные стандарты могут стать основой для разработки технических регламентов. Кроме того, соблюдение стандартов, перечень которых подлежит опубликованию, может служить доказательной базой выполнения требований технических регламентов.

5. Применение двух форм обязательного подтверждения соответствия — сертификации и декларации о соответствии, подаваемой заявителем.

6. Невозможность совмещения функций органов по сертификации и функций государственного контроля и надзора, а также функций аккредитации и сертификации.

7. Осуществление функций государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов исключительно на стадии обращения.

8. Создание механизма постоянного информирования о ходе разработки и практике применения технических регламентов (учет и анализ случаев причинения вреда вследствие нарушения требований технических регламентов).

9. Введение переходного периода.

Федеральный закон состоит из десяти глав, включающих 48 статей.

Полное введение Федерального закона в действие требует длительного переходного периода, протяженность которого установлена в ст. 46 и составляет 7 лет. Переходный период, необходимый в первую очередь для разработки и принятия технических регламентов, касается в основном подтверждения соответствия и аккредитации. Предстоит также привести в соответствие с Федеральным законом более 120 законодательных актов и более 700 постановлений Правительства Российской Федерации.

## **2. Межотраслевые системы (комплексы) национальных стандартов.**

В общем объеме национальных стандартов особое место занимают комплексы стандартов общетехнических систем (ЕСКД, ГСИ, ССБТ и др.). Создание взаимоувязанных систем нормативных документов на основе комплексного подхода к проблемам в свое время стало одним из важнейших достижений советской и российской стандартизации. Указанные системы и требования их стандартов являются структурообразующими во всем комплексе национальных стандартов.

В старой системе стандартизации основополагающие стандарты общетехнических систем играли роль общих технических регламентов и распространяли свои требования на всю или большую часть продукции, производимой в стране. В составе многих систем сформированы блоки, распространяющиеся на группы однородной продукции или сформированные по другим признакам. В новых условиях в связи с введением в действие Закона «О техническом регулировании» общетехнические системы стандартов будут сохранены и актуализированы путем внесения в них необходимых изменений.

Стандарты общетехнических систем должны стать основой разработки общих технических регламентов, опирающихся на доказательную базу гармонизированных с ним национальных с ним национальных стандартов указанных систем. Фонд документации по техническому регулированию и его структуру формируют с учетом сохранения и трансформации общетехнических систем стандартов в общетехнические системы технического регулирования, включающие в себя общие технические регламенты, специальные технические регламенты и гармонизированные с техническими регламентами национальные стандарты. При этом должно быть сохранено все позитивное, что имеет место в действующей структуре общетехнических систем стандартов.

### **Важнейшие межотраслевые комплексы национальных стандартов**

Важнейшие межотраслевые комплексы общетехнических систем национальных стандартов приведены в таблице. Пропуски между шифрами связаны с утратой практической значимости некоторых комплексов, а также с наличием комплексов стандартов в области военной техники.

### Межотраслевые системы (комплексы) стандартов

Наименование межотраслевого комплекса	Аббревиатура	Шифр
Стандартизация в РФ	-	1.
Единая система конструкторской документации	ЕСКД	2.
Единая система технологической документации	ЕСТД	3.
Система показателей качества продукции	СПКП	4.
Унифицированная система документации	УСД	6.
Система информационно – библиографической документации	СИБИД	7.
Государственная система обеспечения единства измерений	ГСИ	8.
Единая система защиты от коррозии и старения	ЕСЗКС	9.
Система стандартов безопасности труда	ССБТ	12.
Репрография	-	13.
Единая система технологической подготовки производства	ЕСТПП	14.
Система разработки и постановки продукции на производство	СПП	15.
Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов	-	17.
Единая система программных документов	ЕСПД	19.
Система проектной документации по строительству	СПДС	21.
Безопасность в чрезвычайных ситуациях	-	22.
Расчеты и испытания на прочность	-	25.
Надежность в технике	-	27.
Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения	-	29.
Информационные технологии	-	34.
Система сертификации систем качества и производств	-	40.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Она была разработана и введена в действие в 1968 г. Стандарты ЕСКД устанавливают взаимосвязанные единые требования, правила и положения по классификации, разработке, оформлению и обращению конструкторской документации на всех стадиях и этапах жизненного цикла продукции. Стандарты этой системы распространяются на все виды изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения гражданского, военного и двойного назначения, на учетно-регистрационную, нормативную, технологическую программную и другие виды документации, а также на научно-техническую и учебную литературу.

ЕСКД — система нормативных и технических требований, обеспечивающих единство и сопоставимость информации, взаимообмен документации без ее переоформления, расширение унификации и стандартизации изделий, упрощение форм документов и сокращение их номенклатуры, а также графических изображений, механизированное и автоматизированное создание изделий. ЕСКД обеспечивает готовность промышленности к организации производства или применения любого изделия на любом предприятии в наиболее короткие сроки и с минимальными затратами. ЕСКД включает более 150 национальных (межгосударственных и государственных) стандартов и около 10 рекомендаций, которые в основном гармонизированы с соответствующими стандартами ИСО и МЭК.

Электронная форма предоставления документации — обязательное условие международного рынка, поэтому наряду с адаптацией стандартов ЕСКД к требованиям закона «О техническом регулировании» остро стоит вопрос их адаптации к внедрению **CALS** – технологий (ИПИ - технологий) на всех стадиях жизненного цикла изделий.

**Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).** Одна из первоочередных государственных задач — проблема повышения точности и достоверности измерительной информации. Основная цель ГСИ как системы нормативных документов — регламентация метрологических правил подготовки и выполнения измерений, обработки и представления их результатов. ГСИ включает три составляющих ее подсистемы: правовую, организационную и техническую. Нормативную базу ГСИ составляет более 2,8 тыс. нормативных документов по



обеспечению единства измерений. В их числе 380 национальных (межгосударственных и государственных) стандартов, около 30 правил, более 2100 методических инструкций.

Основные объекты регламентации в области обеспечения единства измерений — общие, основополагающие нормы и правила, государственные поверочные схемы, методики поверки средств измерений, методики выполнения измерений (МВИ).

Основополагающие документы ГСИ охватывают всю сферу метрологической деятельности и устанавливают:

- совокупность узаконенных единиц величин и шкал измерений;
- терминологию в области метрологии;
- требования к воспроизведению и передаче размеров единиц величин и шкал измерений;
- способы и формы представления результатов измерений и характеристик их погрешности;
- методы оценивания погрешности и неопределенности измерений;
- требования к МВИ, порядку их разработки и аттестации;
- комплексы нормируемых метрологических характеристик средств измерений;
- методы установления и корректировки межповерочных (рекомендуемых межкалибровочных) интервалов;
- правила проведения испытаний в целях утверждения типа средств измерений, порядок их сертификации;
- правила проведения поверки и калибровки средств измерений;
- правила осуществления метрологического контроля и надзора;
- порядок лицензирования деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств **измерений**;
- типовые задачи, правила и обязанности метрологических служб федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц;
- **порядок аккредитации метрологических служб по различным направлениям метрологической деятельности;**
- **порядок аккредитации поверочных, калибровочных, измерительных, испытательных и аналитических лабораторий, лабораторий неразрушающего и радиационного контроля;**
- **термины и определения по видам измерений.**

После реформирования ядро нормативной базы ГСИ должны составить метрологические технические регламенты, в первую очередь построенные на основе директив ЕС, международных документов и рекомендаций МОЗМ, стандартов ИСО и МЭК, а также Федерального закона «Об обеспечении единства измерений».

Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система стандартов безопасности труда является одним из наиболее крупных межотраслевых комплексов стандартов и включает более 350 национальных (межгосударственных и государственных) стандартов. Система выполняет важную социальную функцию по предупреждению аварий и несчастных случаев с целью обеспечения охраны здоровья людей на производстве и в быту. Стандарты ССБТ являются также основой нормативной базы систем обязательной сертификации продукции и других объектов.

Система стандартов безопасности труда охватывает все аспекты обеспечения безопасности труда и состоит из пяти подсистем (групп) стандартов:

- нулевая — организационно-методические основы построения ССБТ устанавливает цели, задачи, структуру и основные элементы системы;
- первая — устанавливает требования по видам опасных и вредных производственных факторов;

- вторая — устанавливает требования безопасности к производственному оборудованию и его отдельным элементам;
- третья — устанавливает требования безопасности к производственным процессам;
- четвертая — устанавливает требования безопасности к отдельным классам, видам и типам средств защиты, методы их испытаний и оценки.

## **1. 1 Лекция №8 (2 часа).**

**Тема: «Основные положения в области подтверждения соответствия»**

### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Цели, принципы, формы подтверждения соответствия.
2. Добровольное и обязательное подтверждения соответствия.
3. Знак обращения на рынке.

### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Цели, принципы, формы подтверждения соответствия**

В условиях рыночной экономики, когда продукцию и услуги представляют предприятия различных форм собственности, наиболее эффективным способом гарантии, качества продукции и услуг, а точнее соответствия их установленным требованиям, является сертификация.

Это следует из сущности самого понятия сертификации и той организационной системы, которая создается для ее реализации. Понятие "сертификация соответствия" было сформулировано специальным Комитетом Совета Международной Организации по стандартизации (ИСО) по вопросам сертификации (СЕРТИКО) и включено в Руководство № 2 ИСО, выпущенное в ноябре 1982 г. Пересмотренное Руководство ИСО/МЭК 2, вышедшее как совместное издание ИСО и МЭК (Международная электротехническая комиссия) без существенных изменений воспроизводит определение этого понятия, Международная организация по стандартизации (ИСО) — International Organization for Standardization - создана в 1947 году. Её целью является содействие стандартизации в мировом масштабе. В состав ИСО входят национальные органы по стандартизации. ИСО разрабатывает свои стандарты и другие документы на продукцию, терминологию, классификацию, организационную деятельность.

Документ "Руководство 2 ИСО/МЭК: 1996, Стандартизация и смежные виды деятельности — Общий словарь" (Русская версия — 1999 г.) содержит следующие формулировки основных понятий, относящихся к сертификации.

Оценка соответствия — любая деятельность, связанная с прямым или косвенным определением того, что соответствующие требования выполняются.

Третья сторона — лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

Аккредитация — процедура, посредством которой признанный орган официально признает компетентность органа или лица выполнять конкретные работы,

Испытание - техническая операция, заключающаяся в определении одной или нескольких характеристик данной продукции, процесса или услуги в соответствии с установленной процедурой.

Испытания типа — испытания на соответствие продукции на основе одного или нескольких представительных образцов данной продукции.

**Сертификация** - процедура, посредством которой третья сторона документально удостоверяет, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям.

**Лицензия** (по сертификации) - документ, выданный в соответствии с правилами системы сертификации, посредством которого орган по сертификации наделяет лицо или орган правом использовать сертификаты или знаки соответствия для своей продукции, процессов или услуг согласно правилам соответствующей системы сертификации.

**Сертификат соответствия** — документ, выданный в соответствии с правилами системы сертификации и удостоверяющий то, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

**Знак соответствия** (по сертификации) — защищенный в установленном порядке знак, применяемый или выданный в соответствии с правилами системы сертификации и указывающий, что соответствующая продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Издание Руководства явилось обобщением опыта работы по сертификации, накопленного в разных странах, причем в некоторых странах длительность периода действия отдельных систем сертификации составляла не один десяток лет. Так в Германии в 1920 г. Немецким институтом стандартов (DIN) был учрежден знак соответствия стандартам DIN, который распространялся на все виды продукции, кроме той, для которой существовал специальный порядок проведения испытаний продукции и надзора за ее производством. Национальная система сертификации во Франции была создана в 1938 году. Организация и руководство системой было возложено на Французскую Ассоциацию по стандартизации (AFNOR). В основу системы были положены исключительно национальные стандарты, утверждаемые AFNOR. Повсеместно национальные системы сертификации начали создаваться в шестидесятые годы. Во многих странах (Англия, Япония и др.) в настоящее время действует ряд национальных систем сертификации, в США действует множество систем, созданных при ассоциациях изготовителей, при частных компаниях.

Во многих странах национальные системы сертификации создавались с целью повышения качества экспортной продукции. На начальном этапе своего развития сертификация в нашей стране пошла по этому пути.

## **2. Добровольное и обязательное подтверждения соответствия.**

Законодательная база сертификации

Деятельность по сертификации в России законодательно регулируется и обеспечивается:

- законами РФ «О сертификации продукции и услуг», «О стандартизации», «Об обеспечении единства измерений», «О защите прав потребителей»;

- подзаконными актами, направленными на решение отдельных социально – экономических задач и предусматривающими использование для этой цели обязательной сертификации; указами Президента и нормативными актами Правительства РФ Основопологающим документом РФ в области сертификации является закон «О сертификации продукции и услуг» № 5151 -1 от 10 июня 1993 года.

В дополнение к нему принят ФЗ № 154 «О внесении изменений и дополнений в закон РФ «О сертификации продукции и услуг» от 31 июля 1998 года.

Другими основополагающими законами регулирующими деятельность по сертификации в РФ является закон РФ № 5154-1 от 10 июня 1993 года «О стандартизации» и закон РФ № 4871-1 от 27 апреля 1993 года «Об обеспечении единства измерений»

Сущность обязательной и добровольной сертификации

Сертификация подразделяется на обязательную и добровольную.

**Обязательная сертификация** распространяется на продукцию и услуги, связанные с обеспечением безопасности окружающей среды, жизни, здоровья и имущества.

Работы по обязательной сертификации осуществляется органом по сертификации и испытательными лабораториями, аккредитованными в установленном порядке в рамках существующих систем обязательной сертификации.

Всего (по состоянию на 2002 год) зарегистрировано 18 самостоятельных систем обязательной сертификации продукции и услуг. Самая представительная и известная - Система обязательной сертификации ГОСТ Р, образованная и возглавляемая Госстандартом России. Главным органом этих систем являются государственные учреждения: Госстандарт, Гостехнадзор, Минсвязи, Минобороны и др.

#### **Объекты обязательной сертификации**

##### **1.Продукция:**

Товары машиностроительного комплекса

Товары эл.технической, электронной и приборостроительной промышленности

Мед. техника

Товары легкой и пищевой промышленности

СИЗ

Изделия пиротехники

Ветеринарные и биологические препараты

Товары сырьевых отраслей

##### **2.Услуги:**

Бытовые

Пассажирского транспорта

Связи

Туристские и экскурсионные

Торговли

Общественного питания

Прочие

Добровольная сертификация проводится в тех случаях, когда строгое соблюдение требований существующих стандартов или другой нормативной документации на продукцию, услуги или процессы государством не предусмотрено, т.е. когда стандарты или нормы не касаются требований безопасности и носят добровольный характер для товаропроизводителя

#### **Объекты добровольной сертификации**

##### **1.Продукция:**

производственно-технического направления

социально-бытового направления

##### **2.Персонал в области:**

оценки земли, недвижимости, автотранспорта

сварки и др.

##### **3.Услуги:**

материальные

нематериальные

##### **4.Системы качества предприятий:**

При проектировании, разработке

При производстве, монтаже, обслуживании

При контроле и испытании готовой продукции

В последние годы большое значение приобрела добровольная сертификация систем качества предприятий на соответствие требованиям международных стандартов серии ИСО 9000. В России они приняты как серия ГОСТ Р ИСО 9000. Для организационно-практической деятельности по сертификации систем качества Госстандарт РФ принял и ввел в действие ГОСТ Р 40.001-95 «Правила по проведению сертификации систем качества в РФ»

#### **При сертификации должны быть обеспечены:**

- добровольность;
- бездискриминационный доступ к участию в процессах сертификации;
- объективность оценок;
- воспроизводимость результатов оценок;
- конфиденциальность;
- информативность;
- специализация органов по сертификации систем качества (производств);
- проверка выполнений требований, предъявляемых к продукции в законодательно регулируемой сфере;
- достоверность доказательств со стороны заявителя соответствия системы качества нормативным требованиям;

#### Экологическая сертификация

Цель экологической сертификации – стимулирование производителем к внедрению таких технологических процессов и разработке таких товаров, которые в минимальной степени загрязняют природную среду и дают потребителю гарантию безопасности продукции для его жизни, здоровья, имущества и среды обитания.

#### **Основные объекты экологической сертификации**

##### **Объекты окружающей природной среды (ОПС):**

- Природные объекты
- Природные ресурсы
- Природные компоненты

##### **Экологические информационные ресурсы, продукты и технологии**

- Информационные продукты в области экологии
- Базы и банки экологических данных
- Программные продукты в области экологии
- Экологические модели загрязнения по всем средам ОПС
- Экологические методики

##### **Техногенные источники загрязнения окружающей среды:**

- Производства, технологические процессы
- Отходы производства и потребления
- Коммуникационные комплексы, средства и объекты

##### **Продукция природоохранного назначения:**

- природоохранные технологии
- природоохранные сооружения и продукция

##### **Экологические услуги:**

Другим важным вопросом экологической сертификации является состав участников, особенно если их роль определять в плане первой, второй и третьей сторон. Закон «О сертификации продукции и услуг» в данном случае может быть применен к тем объектам, которые относятся к продукции. Для других же необходим закон об экологической сертификации, которого пока в России нет.

Актуальная сфера экологической сертификации – отходы. Значительное продвижение отмечается в решении проблемы сертификации питьевой воды. В 1995 году принят Госстандарт «Качество воды. Вода питьевая. Контроль качества». Большое внимание уделяется оценке экологичности новых видов продукции и процессов. Также принят ГОСТ Р ИСО – 14004 «Системы управления качеством окружающей среды. Руководство по созданию и методам обеспечения».

В западноевропейских странах экологическая сертификация достаточно широко развита. Она дополняет обычную сертификацию и почти всегда носят обязательный характер. Во Франции, например, экосертификация сельскохозяйственной продукции

учреждена в законодательном порядке в 1960 г. На основании ее введены эконоки как по видам продукции, так и у отдельных изготовителей или союзов производителей.



*Рис. 23.2. Эконоки  
"Голубой ангел"*



*Рис. 23.3. Знак  
"Grüne Punkt" —  
"Зеленая точка"*



*Рис. 23.4. Эконоки "Исследован  
на пригодность товара  
для пищевых продуктов"*



*Рис. 23.5. Знак,  
обозначающий выполнение  
изготовителем требований  
по сохранению озонового слоя  
Земли*



*Рис. 23.6. Знак  
"Ресайклинг"*



*Рис. 23.7. Эконоки,  
проставляемый  
на бумаге, полученной  
из вторичного сырья (США)*



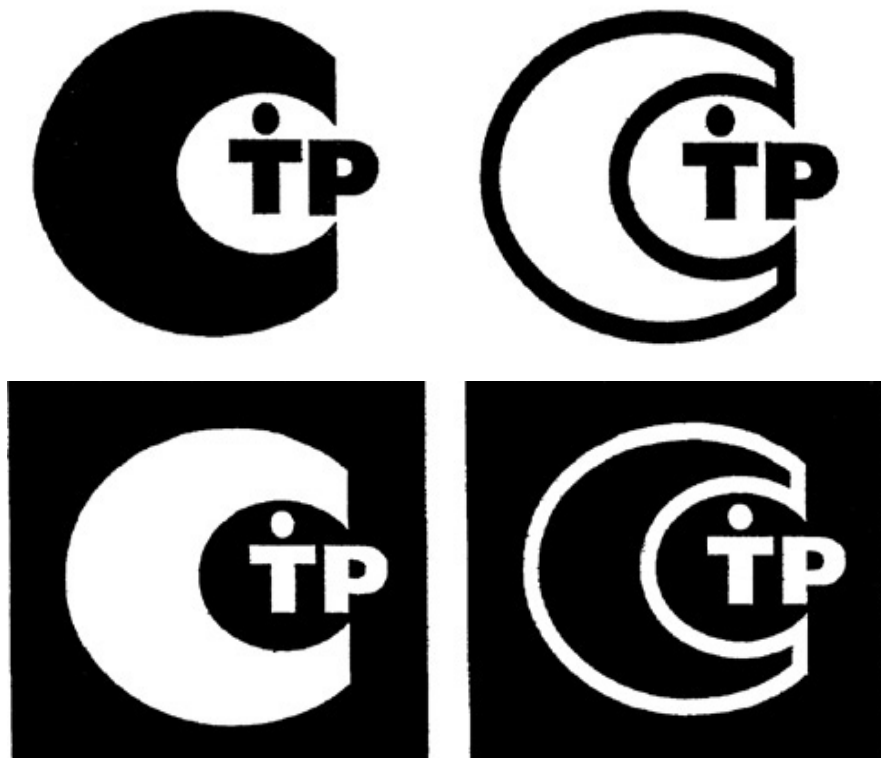
*Рис. 23.8. Знак опасности  
товара для окружающей среды*



*Рис. 23.9. Эконоки Японской  
ассоциации по охране  
окружающей среды*

### **3 Знак обращения на рынке.**

Знак обращения на рынке- обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.



**Знак обращения на рынке.**

### **1. 1 Лекция №9 (2 часа).**

**Тема: «Законодательная база сертификации»**

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Системы сертификации.
2. Схемы подтверждения соответствия.
3. Сертификация продукции, услуг, систем качества и производств.
4. Правовое и информационное обеспечение подтверждения соответствия

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Системы сертификации**

Система сертификации ГОСТ Р была создана в 1992 г. для организации и проведения работ по обязательной сертификации продукции, работ и услуг и обеспечения необходимого уровня объективности и достоверности результатов сертификации.

Постановлением Госстандарта РФ от 17 марта 1998 г. Положение о системе сертификации ГОСТ Р было пересмотрено с целью упорядочения организационной структуры Системы сертификации ГОСТ Р и ее участников, уточнения правил Системы с учетом новых законодательных актов Российской Федерации и практики функционирования Системы.

Положение о Системе сертификации ГОСТ Р устанавливает назначение, принципы, структуру и правила Системы сертификации ГОСТ Р.

В Системе сертификации ГОСТ Р сертифицируют:

- товары для личных (бытовых) нужд граждан;
- продукцию производственно-технического назначения, в том числе средства производства;
- строительную продукцию;
- выполняемые работы и оказываемые услуги населению;
- системы качества; производства; персонал (экспертов).

Объекты обязательной сертификации в Системе ГОСТ Р определены перечнями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 13.08.1997 г. № 1013.

Объектами добровольной сертификации в Системе ГОСТ Р являются услуги, системы качества, производства и персонал (эксперты), а также продукция, не подлежащая в соответствии с законодательными актами РФ обязательной сертификации по требованиям, на соответствие которым не предусмотрено проведение обязательной сертификации.

Нормативную базу подтверждения соответствия в системе ГОСТ Р составляют национальные стандарты, санитарные правила и нормы, строительные нормы и правила и другие документы, которые в соответствии с законодательством РФ устанавливают обязательные требования в области безопасности.

В Системе ГОСТ Р предусматривается сертификация отечественной и импортируемой продукции по единым правилам. Система ГОСТ Р обеспечивает проведение обязательной сертификации на всей территории Российской Федерации путем формирования сети аккредитованных в установленном порядке органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) по всей номенклатуре продукции, подлежащей обязательной сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории вправе осуществлять добровольную сертификацию в пределах их области аккредитации.

Система ГОСТ Р открыта для участия в ней других федеральных органов исполнительной власти, различных организаций, признающих и выполняющих ее правила. Система ГОСТ Р вправе взаимодействовать с международными, региональными и национальными системами сертификации других стран по вопросам подтверждения соответствия, включая признание сертификатов, знаков соответствия и протоколов испытаний.

Система ГОСТ Р включает в качестве подсистем 44 системы сертификации однородной продукции (работ, услуг): Система сертификации посуды; Система сертификации высоковольтного электрооборудования; Система сертификации игрушек; Система сертификации гражданского и служебного оружия; Система сертификации сельскохозяйственной техники; Система сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья; Система сертификации транспортных средств и прицепов и др.

Система ГОСТ Р имеет собственные формы сертификатов и знаки соответствия. Организационную структуру Системы ГОСТ Р (рис. 5.6) образуют:

- РОССТАНДАРТ;
- центральные органы систем сертификации однородной продукции (работ, услуг);
- органы по сертификации;
- испытательные лаборатории (центры).

Для подготовки предложений, касающихся функционирования Системы ГОСТ Р, совершенствования деятельности ее участников, нормативно-методического обеспечения и т. п. РОСТАНТАРТ формирует Совет Системы ГОСТ Р из представителей центральных органов систем сертификации однородной продукции, технического центра Регистра



систем качества, научно-методических центров, отдельных органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).

Для рассмотрения жалоб участников сертификации при Ростехрегулировании формируется апелляционная комиссия, действующая в соответствии с утвержденным Положением.

На базе научно-исследовательской организации функционирует научно-методический центр Системы ГОСТ Р, который разрабатывает предложения по развитию и совершенствованию Системы, проекты основополагающих организационно-методических документов Системы ГОСТ Р и изменения к ним, проводит экспертизу документов систем сертификации однородной продукции (услуг), оказывает методическую помощь участникам Системы ГОСТ Р.

Центральные органы систем сертификации однородной продукции определены РОССТАНДАРТ РФ. Функцию центрального органа по сертификации систем качества и производств выполняет Технический центр Регистра систем качества.

Право на проведение работ в Системе ГОСТ Р имеют аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории. Функции, выполняемые органами по сертификации и испытательными лабораториями, определены Правилами по проведению сертификации в Российской Федерации. Непосредственную работу в органе по сертификации осуществляют специалисты органа с обязательным участием экспертов по сертификации, аттестованных в Регистре Системы сертификации персонала Ростехрегулирования РФ.

Правила проведения сертификации в Системе ГОСТ Р установлены:

- для продукции — документом «Порядок проведения сертификации продукции в Российской Федерации», а также правилами (порядками) сертификации однородной продукции;
- для работ, услуг — документом «Правила функционирования системы добровольной сертификации услуг»;
- для систем качества (производств) — национальными стандартами межотраслевого комплекса 40.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией работами, услугами, производствами и системами качества осуществляют органы, проводившие сертификацию этих объектов.

Основой информационного обеспечения деятельности в Системе ГОСТ Р является Реестр Системы ГОСТ Р, содержащий сведения об аккредитованных органах по сертификации и испытательных лабораториях (центрах), о сертифицированных продукции, работах, услугах, системах качества, производствах, утвержденных системах сертификации однородной продукции (работ, услуг). Данные об участниках и объектах обязательной сертификации вносит в Государственный реестр РФ и периодически публикует РОССТАНДАРТ в своих периодических изданиях или в специальных справочниках.

Основные подходы к созданию, цели, принципы и порядок проведения сертификации объектов в системе сертификации однородной продукции рассмотрим на примере подтверждения соответствия сельскохозяйственной техники. В действующей национальной системе сертификации подтверждение соответствия сельскохозяйственной техники, а также услуг по ее техническому обслуживанию и ремонту осуществляется в рамках нескольких систем обязательной и добровольной сертификации, основные из которых приведены далее.

Наименование системы	Регистрационный номер
Подсистемы Системы сертификации ГОСТ Р	
Система сертификации сельскохозяйственной техники	ГОСТ PRU.0001.8.0 AC00
Порядок сертификации сельскохозяйственной	ГОСТ PR.U.0001.8.1.0033

техники

Система сертификации транспортных средств  
и прицепов

ГОСТ PRU.0001.8.0 AT00

Порядок сертификации механических транспорт-

RSSGRU.0001.8.1.0010

## 2. Схемы подтверждения соответствия.

Под схемой подтверждения соответствия понимают совокупность действий, результаты которых рассматривают в качестве доказательств соответствия продукции установленным требованиям. В качестве способов доказательств используют: испытания; проверку производства; инспекционный контроль; рассмотрение декларации-заявки (с прилагаемыми документами).

Каждая схема подтверждения соответствия содержит один или несколько способов доказательств. Сертификацию и декларирование рассматривают как две равноправные формы подтверждения соответствия, поэтому следует различать схемы сертификации и схемы декларирования.

В действующей («старой») системе сертификации в Российской Федерации в рамках Системы сертификации ГОСТ Р используют 16 схем сертификации продукции (табл 1).

Схемы сертификации продукции (в соответствии с изменением № 1 Порядка проведения сертификации продукции в Российской Федерации)

НОМЕР СХЕМЫ	ИСПЫТАНИЯ	Проверка производства (системы качества)	Инспекционный контроль сертифицированной продукции
1	Испытания типа*		
1a	То же	Анализ состояния производства	—
2	»	—	—
2a	»	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца
3	»	—	Испытания образцов, взятых у продавца
3a	»	Анализ состояния производства	Анализ состояния производства Испытания образцов, взятых у изготовителя
4	»	—	Испытания образцов, взятых у изготовителя.
4a	»	Анализ состояния производства	Анализ состояния производства
	»	Испытания образцов, взятых у продавца.	Испытания образцов, взятых у изготовителя
	»	Сертификация производства	Испытания образцов, взятых у продавца.
	»	Сертификация производства или системы качества	Испытания образцов, взятых у изготовителя
5	»	Сертификация системы качества	Анализ состояния производства
	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Контроль сертифицированной системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца и (или) у изготовителя	
6	Испытание партии.	—	Контроль сертифицированной системы качества
		—	
7	Испытание каждого образца	—	—
			—

8		Анализ состояния производства	
9	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	— Анализ состояния производства	—
	То же		
	»		
9a	»		—
10			Испытания образцов, взятых у продавца или изготовителя
10a			Испытания образцов, взятых у продавца или изготовителя Анализ состояния производства

Все схемы сертификации отличаются друг от друга уровнем жесткости и содержат определенный набор контрольных и инспекционных действий по подтверждению соответствия, определяющий схему определенного номера.

Схемы 1...8 приняты в зарубежной и международной практике и классифицированы ИСО. Уровень жесткости повышается в направлении 1...8.

Схемы 1a...4a — дополнительные и являются модификацией соответственно схем 1...4.

Схемы 9... 10a основаны на использовании в качестве элемента подтверждения соответствия продукции установленным требованиям декларации о соответствии поставщика.

Следует различать декларацию-заявку как способ доказательства, представляемый первой стороной, и декларацию о соответствии как самостоятельный выходной документ, используемый наряду с сертификатом соответствия.

В схемах сертификации используются три формы оценки состояния производства: анализ состояния производства; сертификация производства; сертификация системы качества.

Проверка производства в форме «анализа состояния производства» (схемы, обозначенные литерой в) — чисто российская практика. Необходимость введения указанных схем сертификации вызвана невозможностью проведения на боих предприятий сертификации по 5-й и 6-й схемам из-за отсутствия сертифицированной системы качества (производства).

Схемы сертификации работ и услуг, применяемые в Российской Федерации, приведены в таблице 2.

### Схемы сертификации работ и услуг

Номер схем ы	Оценка выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг
1	Оценка мастерства	Проверка (испытания)	Контроль мастерства
	исполнителя работ	результатов работ	исполнителя работ
	и услуг	и услуг	и услуг
2	Оценка процесса	То же	Контроль процесса вы-
	выполнения работ,		полнения работ, ока-
	оказания услуг		зания услуг
3	Анализ состояния	»	Контроль состояния
	производства		производства
4	Оценка организации	»	Контроль соответствия
	(предприятия)		установленным требованиям
5	Оценка системы	»	Контроль системы
	качества		качества
6	— Рассмотрение декларации		Контроль качества вы-
		о соответствии с	полнения работ, оказания услуг
		прилагаемыми	
		документами	
7	Оценка системы	То же	Контроль системы
	качества		качества

В соответствии с ранее действовавшим Федеральным законом «О сертификации продукции и услуг» схемы сертификации устанавливали последовательно на трех уровнях:

- для всей продукции (16 схем сертификации в соответствии с изменением № 1 Правил по сертификации, утвержденным постановлением Госстандарта России от 17.03.98 г. № 12);
- для продукции, входящей в систему сертификации однородной продукции (необходимые схемы, выбранные из предыдущих);
- для конкретной продукции (одна схема, выбранная органом по сертификации).

Действующие схемы сертификации продукции применяют на основе рекомендаций, предусмотренных Порядком проведения сертификации продукции в Российской Федерации. Схемы сертификации 1...6 и 9а... 10а применяют при сертификации продукции, серийно выпускаемой изготовителем в течение срока действия сертификата, схемы 7...9 — при сертификации уже выпущенной партии или единичного изделия.

Так, схему 3 рекомендуют применять для продукции, стабильность серийного производства которой не вызывает сомнения, схему 4 — при необходимости всестороннего и жесткого инспекционного контроля продукции серийного производства, схемы 10 и 10а — при продолжительном производстве отечественной продукции в небольших объемах выпуска и т. п.

Необходимое условие применения схем 1...4а, 9а и 10а — участие в анализе состояния производства экспертов по сертификации систем качества (производств) или экспертов по сертификации продукции, прошедших обучение по программе, включающей вопросы анализа производства. При проведении обязательной сертификации по этим схемам и наличии у изготовителя сертификата соответствия на систему качества (производства) анализ состояния производства не проводят.

Конкретные схемы сертификации услуг установлены в системах сертификации однородных услуг (см. табл. 5.3). С 1 июля 2003 г. после вступления в силу Федерального

закона Российской Федерации «О техническом регулировании» сертификацию услуг осуществляют исключительно в рамках добровольного подтверждения соответствия.

Федеральный закон «О техническом регулировании» предусматривает существенное реформирование форм и схем подтверждения соответствия. По новому закону создание систем сертификации однородной продукции не предусматривается, схемы подтверждения соответствия устанавливаются исключительно в технических регламентах и они не могут быть скорректированы при взаимодействии органа по сертификации с заявителем.

Федеральный закон предусматривает только две формы обязательного подтверждения соответствия — декларирование соответствия и обязательную сертификацию. Отличительный признак форм — вид выходного документа. Постановлением от 23.06.2003 г. № 20 Госстандарт России утвердил рекомендации по стандартизации Р 50.1.044—2003 «Рекомендации по разработке технических регламентов», а также рекомендации по стандартизации Р 50.1.046—2003 «Рекомендации по выбору форм и схем обязательного подтверждения соответствия продукции при разработке технических регламентов». В указанных документах содержится общий набор схем, применяемых при разработке технических регламентов, который подразделяют на схемы, применяемые при декларировании

Информация о результатах испытаний является конфиденциальной, поэтому полное или частичное воспроизведение протокола испытаний не допускается без письменного разрешения руководителя аккредитованной испытательной лаборатории. Форма протокола сертификационных испытаний приведена в приложении 5.5.

Сертификационные испытания проводят аккредитованные испытательные лаборатории (центры). Только в Системе сертификации ГОСТ Р аккредитовано более 2500 испытательных лабораторий. Один из крупнейших испытательных центров в Европе — Ростест— Москва, который проводит испытания промышленной продукции, продуктов литья и товаров народного потребления: радиоэлектроники, бытовых электроприборов, мебели, одежды, тканей и т. д. Другой крупнейший отечественный центр испытаний — Тест-С.-Петербург, оснащенный разнообразным испытательным оборудованием для испытаний сложной бытовой техники и промышленного оборудования.

В области испытаний сельскохозяйственной техники и тракторов ведущими отечественными центрами сертификационных испытаний являются Испытательный центр сельскохозяйственной техники ГУ Центральная зональная ЦМИС, Испытательный центр сельскохозяйственной техники КубНИИТиМ и др.

### **3 Сертификация продукции, услуг, систем качества и производств.**

Отечественная сертификация систем качества в Российской Федерации начала развитие после введения (01.10.95 г.) национального стандарта ГОСТ Р 40.001—95 «Правила по проведению сертификации систем качества в Российской Федерации», в котором установлены принципы и общие правила организации работ по сертификации систем качества в стране. Указанный стандарт был введен с целью упорядочения деятельности по сертификации систем качества и формирования условий, обеспечивающих интеграцию этой деятельности в России с международной деятельностью в данной области с учетом международных стандартов ИСО серии 9000 и 10011, руководств ИСО/МЭК 40, 48, 53, 56, 61, 62, европейского стандарта EN 45012 и других международных документов по сертификации систем качества.

Сертификацию систем качества в Российской Федерации организуют и проводят для уверенности у потребителей продукции, руководства предприятий-изготовителей, других заинтересованных сторон в возможности предприятий и организаций обеспечить потребителя продукцией, соответствующей установленным требованиям. Сертификацию систем качества осуществляют:

- в рамках обязательной сертификации продукции, если это предусмотрено

способом (формой, схемой) сертификации этой продукции;

- в рамках добровольной сертификации продукции и систем качества, если это продиктовано интересами заявителя.

Сертификацию систем качества проводят органы, аккредитованные для этих целей в системах сертификации, зарегистрированных национальным органом исполнительной власти по техническому регулированию (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии), а также юридические лица, взявшие на себя функцию органа по добровольной сертификации систем качества и зарегистрировавшие систему сертификации в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

Зарегистрированная система сертификации должна иметь единый для всех органов системы сертификат на систему качества. Знак соответствия размещается на сертификате на систему качества. Не допускается проставлять знак соответствия системы качества на продукцию во избежание неправильного толкования его значения.

Порядок проведения сертификации систем качества и процедура сертификационного аудита регламентируется основополагающими документами федерального уровня, основные из которых следующие.

Обозначение нормативного документа	Наименование нормативного документа
ГОСТ Р 40.001-95	Правила по проведению сертификации систем качества в Российской Федерации
ГОСТ Р 40.002-2000	Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Основные положения
ГОСТ Р 40.003-2000	Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001—2001 (ИСО 9001:2000)
ГОСТ Р 40.005-2000	Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Инспекционный контроль сертифицированных систем качества и производств
ГОСТ Р ИСО 19011-2003	Рекомендации по аудиту систем менеджмента качества и/или окружающей среды
Р 50.1.051-2005	Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Временный порядок сертификации производств с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001—2001 Положение о системе добровольной сертификации интегрированных систем менеджмента

В результате сертификации систем менеджмента качества определяют:

- степень соответствия системы менеджмента качества проверяемой организации критериям аудита по ГОСТ Р ИСО 9001-2001;
- результативность системы менеджмента качества

Несмотря на то что число систем сертификации систем качества постоянно увеличивается, основной из них является функционирующая в рамках Системы сертификации ГОСТ Р Система сертификации систем качества и производств, получившая краткое название «Регистр систем качества». Основу нормативной базы Регистра систем качества составляют национальные стандарты межотраслевого комплекса 40.

При сертификации систем менеджмента качества объектами аудита являются:

- область сертификации и область применения системы менеджмента качества;
- соответствие качества продукции требованиям потребителей и обязательным требованиям к этой продукции;
- полнота и точность отражения требований ГОСТ Р ИСО 9001-2001 в документах системы менеджмента качества-

- функционирование системы менеджмента качества в отношении фактического выполнения требований документов системы менеджмента качества организации и обеспечения результативности системы менеджмента качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001—2001.

- Организация-заявитель представляет в орган сертификации следующие документы:

- Политика в области качества (если она выполнена как отдельный документ и не включена в Руководство по качеству).

- Руководство по качеству.

- Структурная схема проверяемой организации с указанием административных и инженерных служб, основных и вспомогательных подразделений (цехов, участков, производственных площадок).

- Структурная схема службы качества проверяемой организации (если она не включена в общую структурную схему проверяемой организации).

- Перечень документов системы менеджмента качества.

Документированные процедуры, требуемые ГОСТ Р ИСО 9001-2001:

- управление документацией;

- управление записями;

- внутренние аудиты;

- управление несоответствующей продукцией;

- корректирующие действия;

- предупреждающие действия.

Документы, необходимые организации для обеспечения эффективного планирования, осуществления процессов и управления ими в соответствии с действующим перечнем документов системы менеджмента качества (выборочно, по запросу органа по сертификации).

- Записи по результатам внутренних аудитов СМК.

- Перечень основных потребителей продукции (отечественных и зарубежных).

- Перечень выпускаемой продукции, применительно к которой сертифицируют систему менеджмента качества, с указанием нормативных документов (ГОСТ, ТУ и др.).

Копии справок (отчетов о выпускаемой продукции (за 1...3 года), в том числе обобщенные сведения:

- о качестве изготовления продукции по результатам приемочного контроля за год (по показателям, принятым в организации);

- о дефектах продукции, выявленных у потребителей (по данным контрольно-надзорных органов).

Сведения о проверках продукции государственными контрольно-надзорными органами (за 1...3 года).

Сведения о подразделении (организации), проводящем приемно-сдаточные и периодические испытания продукции, в том числе о его аккредитации в Системе сертификации ГОСТ Р.

Сведения об основных поставщиках сырья, материалов, комплектующих.

Перечень валидируемых (специальных) процессов производства и обслуживания.

Орган по сертификации вправе затребовать от проверяемой организации дополнительные документы, включая записи, необходимые для анализа.

Требования к проведению сертификационного аудита и аудиторам по сертификации СМК регламентированы ГОСТ Р ИСО 19011—2003 (Рекомендации по аудиту систем менеджмента качества и/или окружающей среды).

В Российской Федерации создана также организационная структура для проведения сертификации отраслевых систем качества (QS 9000, ХАССП и др.). Создание на базе ВНИИС Системы добровольной сертификации интегрированных систем менеджмента СЕРТ ИСМ позволяет осуществлять сертификацию ИСМ четырех различных конфигураций (см. под-разд. 4.8.2).

Сертификация ИСМ осуществляется на основе комплексного аудита ИСМ на соответствие требованиям стандартов ИСО 9001:2000 (система менеджмента качества), ИСО 14001:2004 (система экологического менеджмента), OHSAS 18001:1999 (ГОСТ Р 12.0.006—2002) (система менеджмента охраны здоровья и безопасности персонала). По результатам сертификации в системе СЕРТ ИСМ организация может получить:

- сертификат соответствия ИСМ требованиям двух или трех из вышеперечисленных стандартов;
- сертификат соответствия СМК требованиям ИСО 9001:2000, выдаваемый в рамках системы ГОСТ Р органом по сертификации ВНИИС-СЕРТ СК;
- сертификат соответствия СЭМ требованиям ИСО 14001:2004, выдаваемый в рамках системы добровольной сертификации систем управления охраной окружающей среды органом по сертификации ВНИИС-СЕРТ-СЭМ.

В измененном и дополненном Законе РФ "О защите прав потребителей" подтверждены и детализированы обязанности и полномочия федеральных органов исполнительной власти (их территориальных органов), осуществляющих контроль за качеством и безопасностью товаров (работ, услуг), права потребителя на безопасность товаров (работ, услуг).

В законе РФ "О стандартизации» (действовавшем до 01.07.2003 г.) предусматривалось положение о том, что нормативные документы на продукцию и услуги, подлежащие обязательной сертификации, должны содержать требования, по которым она осуществляется, а также методы контроля по этим требованиям, правила маркировки, требования к информации о сертификации, включаемой в сопроводительную документацию. Требования государственных стандартов, устанавливаемые с целью обеспечения безопасности продукции, охраны окружающей среды, имущества, жизни и здоровья людей являются обязательными для соблюдения органами управления и субъектами хозяйственной деятельности. Соответствие продукции этим требованиям должно подтверждаться в порядке, установленном законодательством РФ об обязательной сертификации.

Основным документом законодательства РФ в области сертификации являлся до 01.07.2003 г. был Закон РФ "О сертификации продукции и услуг".

Закон определял понятие сертификации продукции как процедуры по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям. Это определение не противоречит определению документа ИСО/МЭК 2. В нем сохранена сущность данного там понятия. Условия идентификации продукции и участия третьей стороны обеспечиваются требованиями к организации и порядку проведения сертификации, которые в общем виде сформулированы в законе. Кроме этого определения в законе даны определения сертификата соответствия и знака соответствия, также соответствующие определениям Документа ИСО/МЭК 2.

Сертификат соответствия - документ, выданный по правилам системы сертификации для подтверждения соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям.

Знак соответствия - зарегистрированный в установленном порядке знак, которым по правилам, установленным в данной системе сертификации, подтверждается соответствие маркированной им продукции установленным требованиям.

Закон предусматривал два вида сертификации — обязательную и добровольную. Обязательная сертификация должна осуществляться в случаях, предусмотренных законодательными актами Российской Федерации.



Закон определял общие требования по организации работ по обязательной сертификации, формам обязательной сертификации, состав участников обязательной сертификации, их полномочия и обязанности. Участниками обязательной сертификации являются государственные органы управления, центральные органы системы сертификации, органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры), изготовители (продавцы, исполнители) продукции. Закон допускал участие в проведении работ по обязательной сертификации зарегистрированных некоммерческих (бесприбыльных) объединений (союзов) и организаций любых форм собственности при условии их аккредитации соответствующим государственным органом управления.

Закон определял условия ввоза импортируемой продукции, организацию государственного контроля и надзора за соблюдением изготовителями, испытательными лабораториями (центрами), органами по сертификации правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией, объекты государственного финансирования в области обязательной сертификации

В соответствии с законом по продукции, которая не подлежит обязательной сертификации, и по тем требованиям (показателям качества), которые не являются обязательными для соблюдения органами управления и субъектами хозяйственной деятельности, может проводиться добровольная сертификация. Добровольную сертификацию может осуществлять любое юридическое лицо, зарегистрировавшее систему сертификации и знак соответствия в установленном порядке. Органу по добровольной сертификации предоставлено право определять правила проведения работ в своей системе сертификации, в том числе порядок их оплаты. В свою очередь заявитель, желающий осуществить добровольную сертификацию своей продукции в конкретной системе добровольной сертификации, вправе получить от органа по добровольной сертификации необходимую информацию о правилах сертификации и определить форму сертификации. При соблюдении требований, относящихся к органу по добровольной сертификации, органы по обязательной сертификации могут осуществлять добровольную сертификацию

Изготовители продукции, подлежащей обязательной сертификации и реализуемой на территории Российской Федерации, могут реализовывать ее только при наличии сертификата соответствия. Кроме того, они обязаны обеспечивать соответствие продукции требованиям нормативных документов, на соответствие которым она была сертифицирована, осуществлять ее маркирование знаком соответствия, указывать в сопроводительной документации сведения о сертификации и нормативных документах, которым она должна соответствовать, и обеспечивать доведение этой информации до потребителя.

Закон устанавливал также обязанность изготовителя приостанавливать или прекращать реализацию сертифицированной продукции, если она не отвечает требованиям соответствующих нормативных документов или если срок действия сертификата истек или его действие приостановлено решением органа по сертификации, обеспечивать беспрепятственное выполнение полномочий должностными лицами органов, осуществляющих обязательную сертификацию и контроль за сертифицированной продукцией.

Не все обязательные требования стандартов подтверждаются посредством обязательной сертификации. Из этих требований подлежат проверке при обязательной сертификации только те, которые установлены соответствующим законом или постановлением Правительства Российской Федерации.

Перечень "Номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами Российской Федерации предусмотрена их обязательная сертификация", введенный в действие с 1 октября 1998 г., составлен на основании законов РФ "О защите прав потребителей", "Об оружии (1996 г.)", "О ветеринарии (1993 г.)". Федеральных законов "О безопасности дорожного движения" (1995 г.), "О государственном материальном резерве" (1994 г.), "Основ законодательства Российской

Федерации об охране труда" (1993 г.) и постановлений Правительства Российской Федерации от 6 мая 1994 г. № 485 "О проведении обязательной сертификации постоянных рабочих мест на производственных объектах, средств производства, оборудования для средств индивидуальной и коллективной защиты», от 12 июля 1996 г. № 799 "О мерах по защите потребительского рынка Российской Федерации от проникновения некачественных товаров", от 13 августа 1997 г. № 1013 "Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации, и перечня работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации".

Кроме упомянутых законов, в Российской Федерации действует ряд законодательных актов, постановлений Правительства, приказов Министерств, регулирующих обязательную сертификацию: Федеральные законы "О пожарной безопасности" (1994 г.), "О связи" (1995 г.), "Об информации, информатизации и защите информации" (1995 г.). "О федеральном железнодорожном транспорте" (1995 г.) "О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности" (1996 г.) «О племенном животноводстве" (1995 г.). "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (1997 г.), "О семеноводстве" (1997 г.) "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения (1998 г.), "О государственном контроле за качеством и рациональном использовании зерна и продуктов его переработки" (1998 г.), «О газоснабжении в Российской Федерации» (1999 г.), закон "О государственной тайне" (1993 г. изменения и дополнения 1997 г.), «Лесной кодекс РФ" (1997 г.), "Воздушный кодекс РФ (1997 г.), постановление РФ от 2 февраля 1998 г. № 131 «Об обязательной сертификации древесины, отпускаемой на корню, и второстепенных лесных ресурсов, приказ Министерства здравоохранения РФ от 20 июля 1998 г. № 218 – «О гигиенической оценке производства, поставки и реализации продуктов и товаров» и др.

**Главной целью анализа состояния производства, сертификации производства, сертификации системы качества** является создание у органа по сертификации уверенности в возможности предприятия производителя сертифицируемой продукции обеспечить стабильность ее показателей, которые подтверждены испытаниями.

После принятия решения о сертификации продукции орган по сертификации имеет право на проведение инспекционного контроля сертифицированной продукции и условий ее производства. Для осуществления инспекционного контроля он может проводить испытания образцов, взятых у изготовителя, испытания образцов, взятых у продавца, анализ состояния производства, контроль сертифицированной системы качества.

Применяемые при сертификации контрольные и инспекционные действия приведены в табл. 1.

Таблица 1

Применяемые при сертификации контрольные и инспекционные действия

Контрольные действия	Инспекционные действия
1. Испытания типа 2. Испытания партии 3. Испытание каждого образца 4. Рассмотрение декларации в соответствии с прилагаемыми документами 5. Анализ состояния производства 6. Сертификация производства 7. Сертификация системы качества	5. Анализ состояния производства 8. Испытания образцов, взятых у продавца 9. Испытания образцов, взятых у изготовителя 10. Контроль сертифицированной системы качества (производства)

Под испытаниями типа понимаются испытания продукции на основе оценивания одного или нескольких образцов, являющихся ее типовыми представителями. При всех действиях, связанных с испытаниями, их объем, методика, программа, место отбора

определяет орган по сертификации. Следует отметить, что действие «Анализ состояния производства» применяется как контрольное и как инспекционное.

Сочетание различных контрольных и инспекционных действий образуют схему сертификации, которая принимается в каждом конкретном случае с учетом специфики продукции и организации ее производства, экономических и иных факторов.

Опыт применения различных схем обобщен, результат обобщения нашел отражение в классификации, осуществленной ИСО.

В документе "Порядок проведения сертификации продукции в Российской Федерации" (приложение 6) кроме схем, принятых в зарубежной и международной практике, предлагается еще ряд схем. В итоге документ содержит 16 различных схем сертификации, которые рассматриваются как рекомендуемые. Главное при выборе схемы сертификации - обеспечить необходимую доказательность сертификации.

Используя систематизацию контрольных и инспекционных действий, приведенную в табл. 1, эти схемы сертификации можно представить в кодированном виде так, как это представлено в табл. 2.

Таблица 2

Состав схем сертификации

Номер схемы	Состав схемы	Номер схемы	Состав схемы
1	(1)	5	(1, 6 или 7), (10, 8 или 9)
1а	(1, 5)	6	(4, 7), (10)
2	(1), (8)	7	(2)
2а	(1, 5), (8, 5)	8	(3)
3	(1), (9)	9	(4)
3а	(1, 5), (8, 5)	9а	(4, 5)
4	(1), (8, 9)	10	(4), (8 или 9)
4а	(1, 5), (8, 9, 5)	10а	(4, 5), (5, 8 или 9)

Первая скобка соответствует контрольным действиям, вторая — инспекционным. Если второй скобки нет, как в схемах 1, 1а, 7, 8, 9, то это означает, что данной схемой сертификации инспекционный контроль не предусмотрен. Если внутри скобки две или три цифры, то это означает, что осуществляются соответствующие этим цифрам по табл. 1 контрольные или инспекционные действия. Так, например, схема 4а предусматривает в качестве контрольных действий испытания типа и анализ состояния производства, а в качестве инспекционных — испытания образцов, взятых у продавца, испытания образцов, взятых у изготовителя и анализ состояния производства.

Процесс сертификации продукции включает ряд этапов, которые представлены в табл. 3. В ней отражены действия трех основных действующих юридических лиц — заявителя, органа по сертификации и испытательной лаборатории (центра).

1. Заявитель подает заявку в соответствующий орган по сертификации. Сведения о таком органе он может получить в территориальном органе Госстандарта или в Госстандарте.

2. Орган по сертификации рассматривает заявку, принимает решение (рассматривается случай положительного решения), содержащее все основные условия сертификации, в том числе финансовые, перечень аккредитованных испытательных лабораторий, которые могут проводить испытания и перечень организаций, которые могут проводить сертификацию производства или системы качества. Сведения об этих организациях нужны, если схемы сертификации предусматривают сертификацию производства или системы качества. В табл. 3 соответствующая организация не отражена, это может быть в тех случаях, когда сертификацию производства или систему качества осуществляет орган по сертификации.

Таблица 3  
Этапы процесса сертификации продукции

Заявитель	Орган по сертификации	Испытательная лаборатория (центр)
1 Подача заявки	2 Регистрация заявки, принятие решения, разработка договора, определение схемы сертификации, направление документов заявителю	
3 Выбор испытательной лаборатории. Подписание договора, представление необходимой технической документации и образцов для испытаний	4 Отбор образцов для испытаний 5 Аттестация производства (если предусмотрено схемой сертификации) 7 Принятие решения о выдаче сертификата и лицензии на право применения знака соответствия. 8 Оформление и регистрация сертификата и выдача сертификата и лицензии на право применения знака соответствия заявителю	4 Отбор образцов для испытаний 6 Проведение испытаний и оформление протоколов
9 Маркировка продукции, тары, сопроводительной документации знаком соответствия	10 Осуществление контроля за сертифицированной продукцией (если предусмотрено схемой сертификации)	

3. Заявитель выбирает испытательную лабораторию и орган по сертификации производства или системы качества из предложенных органом по сертификации, оформляет договор о проведении сертификации с органом по сертификации, представляет необходимую техническую документацию и образцы.

4. Орган по сертификации, испытательная организация или по ее поручению другая компетентная организация осуществляет отбор образцов для испытаний.

5. Орган по сертификации производства или системы качества или комиссия органа по сертификации осуществляет анализ состояния производства, сертификацию производства или системы качества и представляет заключение в орган по сертификации.

6. Испытательная лаборатория проводит испытания и представляет протоколы испытаний заявителю и в орган по сертификации.

7. Орган по сертификации на основе анализа протоколов испытаний и заключения о состоянии производства, анализа других документов (гигиеническое заключение и др.) о соответствии продукции требованиям, установленным документом, на соответствие которому проверяется продукция, принимает решение о выдаче сертификата соответствия и лицензии на право применения знака соответствия. При отрицательных результатах оценки соответствия принимается решение об отказе в выдаче сертификата с указанием причин.

8. Орган по сертификации оформляет сертификат соответствия, регистрирует его и передает заявителю вместе с лицензией на применение знака соответствия.

9. Изготовитель продукции, подлежащей обязательной сертификации, маркирует продукцию знаком соответствия в соответствии с требованиями документа "Правила применения знака соответствия при обязательной сертификации продукции" (приложение 7).

10. Орган по сертификации осуществляет контроль за сертифицированной продукцией в соответствии с выбранной при разработке схемы сертификации процедурой.

При проведении всех видов обязательных сертификационных испытаний главной их целью является полное и достоверное подтверждение соответствия продукции требованиям, направленным на обеспечение ее безопасности для жизни, здоровья и имущества граждан, окружающей среды, установленных во всех нормативных документах для этой продукции, а также другим требованиям, которые должны проверяться при обязательной сертификации. В документе "Номенклатура продукции и

услуг (работ), в отношении которых законодательными актами Российской Федерации предусмотрена их обязательная сертификация» (см. раздел 10) для каждого объекта сертификации указывается обозначение определяющего нормативного документа, на соответствие которому проверяется объект (ГОСТ, Санитарные правила и нормы ~ СанПиН, Строительные нормы и правила — СНиП, Федеральные законы РФ, Постановления правительства РФ и др.) и конкретные пункты этого документа, содержащие требования.

Результаты испытаний считаются положительными, а объект выдержавшим испытания, если объект испытан в полном объеме и последовательности, которые установлены программой испытаний и соответствует всем установленным в определяющем нормативном документе требованиям. Результаты испытаний считаются отрицательными, а объект не выдержавшим испытания, если по результатам испытаний будет обнаружено несоответствие хотя бы по одному требованию, установленному в определяющем нормативном документе.

#### **4. Правовое и информационное обеспечение подтверждения соответствия**

Проведение сертификации возможно только в рамках системы сертификации, которая должна быть признана всеми ее участниками и зарегистрирована в установленном порядке. В Российской Федерации системы сертификации регистрирует РОССТАНДАРТ, являющееся национальным органом по сертификации. В его задачу входит проверка соответствия правил самостоятельных систем сертификации Российскому законодательству, а также ведение Реестра зарегистрированных систем.

Федеральный закон «О техническом регулировании» определяет систему сертификации как совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом. К концу 2007 г. в Российской Федерации действовало 19 систем обязательной и более 500 систем добровольной сертификации (слайд 1).

До принятия закона «О техническом регулировании» системы сертификации однородной продукции создавали в соответствии с Правилами по проведению сертификации в Российской Федерации. Системы сертификации однородной продукции создавали для конкретизации общих правил применительно к совокупности видов продукции, обладающей определенной общностью признаков.

При формировании действующей национальной системы сертификации организацию и проведение работ по обязательной сертификации осуществлял Госстандарт РФ. В случаях, предусмотренных законодательными актами Российской Федерации, аналогичные функции по отдельным видам продукции были возложены на другие органы управления (министерство путей сообщения, связи и т. д.). При этом Госстандарт и соответствующие органы управления на основе общих правил и рекомендаций создали свои системы сертификации, действие которых распространяется на группы однородной продукции. Основные системы обязательной сертификации, действующие в Российской Федерации по состоянию на конец 2007 г., приведены в таблице 2 приложения 2.

В рамках системы регулируется состав, число и расположение органов по сертификации, испытательных центров и лабораторий, устанавливаются правила и процедуры проведения сертификации в этих системах, правила признания зарубежных сертификатов, знаков соответствия и результатов испытаний, выполнение иных функций по организации, информационному обеспечению и контролю за деятельностью в своих системах.

Типовая структура системы сертификации (слайд 2) предусматривает наличие целого ряда участников сертификации; национальный орган по сертификации (РОССТАНДАРТ); государственные органы управления, осуществляющие работы по сертификации (ГОУ); центральный орган системы сертификации (ЦОС); органы по сертификации (ОС) или юридические лица, взявшие на себя функции органа по добровольной сертификации; испытательные лаборатории или центры (ИЛ, ИЦ); изготовители(исполнители, продавцы)

продукции.

Основной организующий элемент в системе сертификации однородной продукции — центральный орган системы сертификации (ЦОС), который осуществляет руководство системой, координацию деятельности органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров).

ЦОС осуществляет следующие функции:

- организует работу по формированию системы сертификации однородной продукции и руководит ею, координирует деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий, входящих в систему;
- разрабатывает предложения по номенклатуре продукции, сертифицируемой в системе;
- участвует в работах по совершенствованию фонда нормативных документов, на соответствие которым проводят сертификацию и систему; рассматривает апелляции по поводу действий органов по сертификации и испытательных лабораторий, участвующих в системе;
- учитывает органы по сертификации и испытательные лаборатории, входящие в систему, выданные (аннулированные) сертификаты соответствия, информирует о них, а также о правилах системы.

Обязательную сертификацию осуществляет орган по сертификации, аккредитованный в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Орган по сертификации:

- привлекает на договорной основе для проведения исследований (испытаний) и измерений испытательные лаборатории (центры), аккредитованные в установленном порядке;
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации и договором;
- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия;
- информирует соответствующие органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов о продукции, поступившей на сертификацию, но не прошедшей ее;
- приостанавливает или прекращает действие выданного им сертификата соответствия;
- обеспечивает предоставление заявителям информации о порядке проведения обязательной сертификации;
- устанавливает стоимость работ по сертификации на основе утвержденной Правительством Российской Федерации методики определения стоимости таких работ.

РОСТАНДРТ как федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр выданных сертификатов соответствия.

Аккредитованные испытательные лаборатории (центры) (ИЛ, ИЦ) проводят исследования (испытания) и измерения продукции в пределах своей области аккредитации на условиях договоров с органами по сертификации, которые не вправе предоставлять аккредитованным испытательным лабораториям (центрам) сведения о заявителе.

Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) оформляет результаты исследований (испытаний) и измерений соответствующими протоколами, на основании которых орган по сертификации принимает решение о выдаче или об отказе в выдаче сертификата соответствия. Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) обязана обеспечить достоверность результатов исследований (испытаний) и измерений.

Заявитель вправе:

- использовать форму и схему подтверждения соответствия, предусмотренные для определенных видов продукции соответствующим техническим регламентом;

- обращаться для осуществления обязательной сертификации в любой орган по сертификации, область аккредитации которого распространяется на продукцию, которую заявитель намеревается сертифицировать;
- обращаться в орган по аккредитации с жалобами на неправомерные действия органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий (центров) в соответствии с законодательством Российской Федерации.
- Заявитель обязан:
- обеспечивать соответствие продукции требованиям технических регламентов;
- выпускать в обращение продукцию, подлежащую обязательному подтверждению соответствия, только после подтверждения такого соответствия;
- указывать в сопроводительной технической документации и при маркировке продукции сведения о сертификате соответствия или декларации о соответствии;
- предъявлять в органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов, а также заинтересованным лицам документы, свидетельствующие о подтверждении соответствия продукции требованиям технических регламентов (декларацию о соответствии, сертификат соответствия или их копии);
- приостанавливать или прекращать реализацию продукции, если срок действия сертификата соответствия или декларации о соответствии истек, либо действие сертификата соответствия или декларации о соответствии приостановлено или прекращено;
- извещать орган по сертификации об изменениях, вносимых в техническую документацию или технологические процессы производства сертифицированной продукции;
- приостанавливать производство продукции, которая прошла подтверждение соответствия и не соответствует требованиям технических регламентов, на основании решений органов государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).**

**Тема: «Назначение, устройство ПКМД, предельных калибров»**

#### **2.1.1 Цель работы:**

1. Изучить назначение, устройство ПКМД, предельных калибров для контроля деталей гладких цилиндрических соединений и правила пользования ими.
2. Приобрести навыки в настройке регулируемых калибров-скоб для контроля заданного размера вала по ПКМД.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, устройство, правила пользования ПКМД.
2. Изучить назначение, устройство, правила пользования предельными калибрами для контроля деталей гладких цилиндрических соединений, порядок построения схемы полей допусков калибров и определения их размеров.
3. Настроить регулируемую калибр-скобу для контроля заданного размера вала.
4. Составить отчет по установленной форме.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Набор плоскопараллельных концевых мер длины №1
2. Регулируемая калибр – скоба.

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМД)**

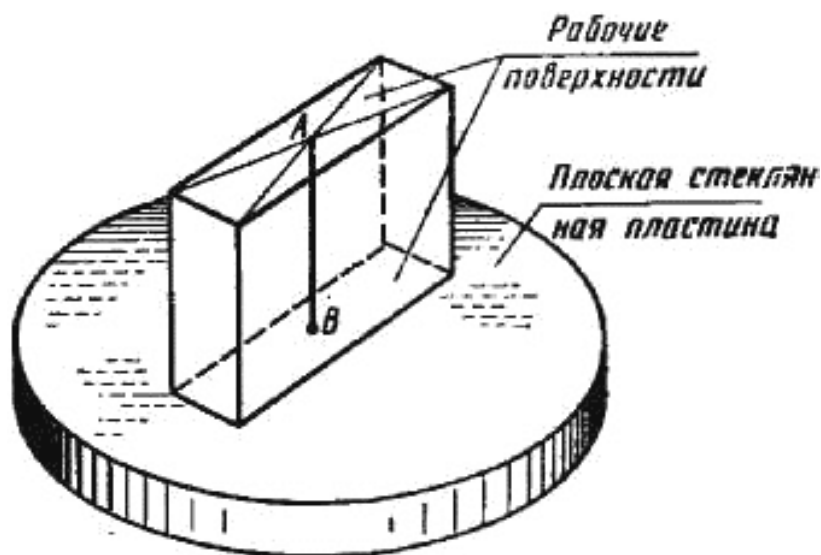
В машиностроении нашли широкое применение ПКМД. К ПКМД условно могут отнесены установочные меры к микрометрам, калибр – пластины, щупы, установочные меры к микрометрическим нутромерам, калиброванные кольца.

Плоскопараллельные концевые меры длины предназначены для хранения и воспроизведения единицы длины в соответствии с государственной поверочной схемой, для поверки и градуировки мер и измерительных приборов, для установки приборов на ноль при измерениях методом сравнения с мерой, для непосредственных измерений высокоточных размеров изделий, при точных разметках изделий, при точных лекальных, слесарных, сборочных и регулировочных работах. ПКМД являются основным средством обеспечения единства линейных измерений в машиностроении.

ПКМД изготавливают в виде прямоугольного параллелепипеда. За длину концевой меры длины принимают длину перпендикуляра АВ (рис. 1.1), опущенного из данной точки измерительной поверхности концевой меры на противоположную измерительную поверхность. Обе измерительные поверхности отличаются от других поверхностей ПКМД малой шероховатостью (среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a \leq 0,016$  мкм).

В зависимости от точности изготовления ПКМД, т. е. от отклонения длины концевой меры от номинальной и от отклонения от плоскопараллельности измерительных поверхностей, их относят к классам точности: 00; 01; 0; 1; 2; 3 (меры из стали) и 00; 0; 1; 2; 3 (меры из твердого сплава). После ремонта ПКМД могут быть отнесены к классам точности 4 и 5. В зависимости от точности аттестации в органах метрологической службы ПКМД подразделяют на пять разрядов: первый, второй, третий, четвертый, пятый.



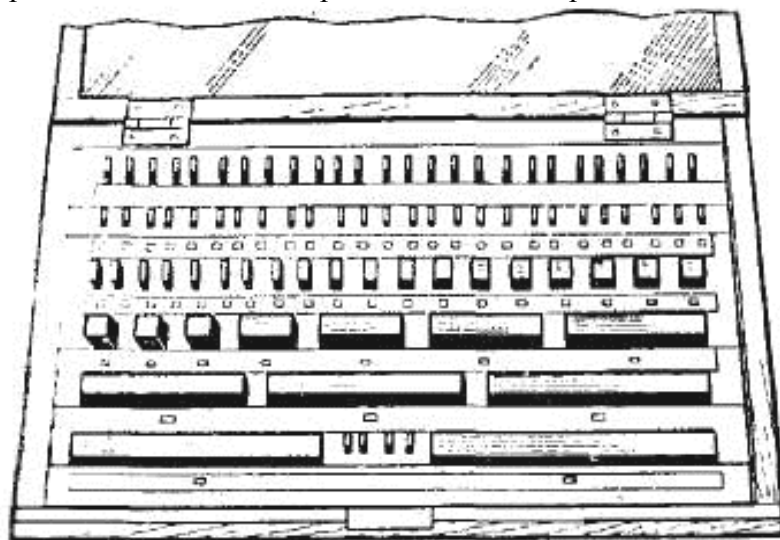


**Рис. 1.1. Рабочий размер концевой меры**

Особым свойством ПКМД является их притираемость – свойство измерительных поверхностей концевых мер обеспечивать прочное сцепление между собой, а также с металлической, стеклянной или кварцевой пластинами при прикладывании или надвижении одной концевой меры на другую.

ПКМД выпускаются наборами №1...№19 и спецнаборами №20...№22, которые отличаются друг от друга количеством мер, размерами мер и градацией их. Наиболее распространенными являются наборы №1 (87 мер), №6 (11 мер) и №16 (19 мер). На рис. 1.2 представлен набор из 87 концевых мер.

При работе с ПКМД в общем случае, если в наборе нет меры требуемого номинального размера, составляют блок из возможно меньшего числа мер, для чего сначала рассчитывают и подбирают концевые меры длины.



**Рис. 1.2. Набор из 87 концевых мер**

## Расчет размеров плоскопараллельных концевых мер для составления их в блоки

Определение номинальных размеров мер для составления блока ПКМД начинают с концевой меры, у которой размер совпадает несколькими (или одной) последними цифрами с размером блока. Затем из размера блока вычитывают размер первой меры и берут вторую меру, совпадающую несколькими (или одной) последними цифрами с остатком. Дальнейший расчет проводится в той же последовательности, что обеспечивает наименьшее количество мер в блоке и повышает точность размеров блоков.

### Примеры расчета размеров плоскопараллельных концевых мер.

При наборе из 87 мер

Составить блок размером 49,48 мм		Составить блок размером 37,875 мм	
1-я мера	1,48 мм	1-я мера	1,005 мм
остаток	48 мм	остаток	36,87 мм
2-я мера	8 мм	2-я мера	1,37 мм
остаток	40 мм	остаток	35,5 мм
3-я мера	40 мм	3-я мера	5,5 мм
		остаток	30 мм
		4-я мера	30 мм
Проверка: $1,48 \text{ мм} + 8 \text{ мм} + 40 \text{ мм} = 49,48 \text{ мм}$		Проверка: $1,005 \text{ мм} + 1,37 \text{ мм} + 5,5 \text{ мм} + 30 \text{ мм} = 37,875 \text{ мм}$	

Выбранные для составления блока ПКМД предварительно очищают от смазки, промывают бензином и вытирают насухо чистой салфеткой. Подготовленные для блока ПКМД притирают при их относительном перемещении под небольшим давлением (рис.1.3).

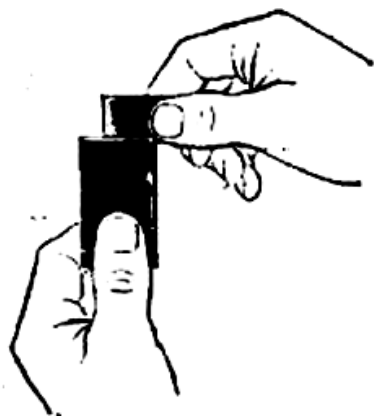


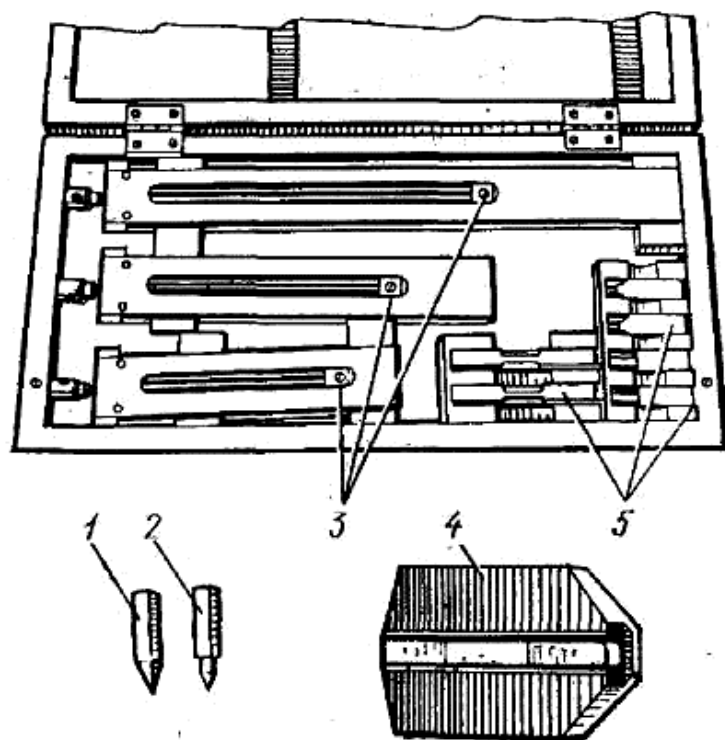
Рис. 1.3. Составление блоков из ПКМД

При составлении блока сначала притирают меры с номинальными размерами, выраженными целыми числами миллиметров, а затем притирают к ним концевые меры длины в порядке нарастания числа десятичных знаков в обозначении их размера.

После окончания работы с блоком ПКМД его разбирают, концевые меры длины вторично промывают бензином, протирают салфеткой, смазывают и укладывают в футляры.

ПКМД, служащие для поверки и градуировки средств измерения, называют образцовыми.

К концевым мерам длины поставляются наборы принадлежностей, расширяющих область применения ПКМД (рис. 1.4).

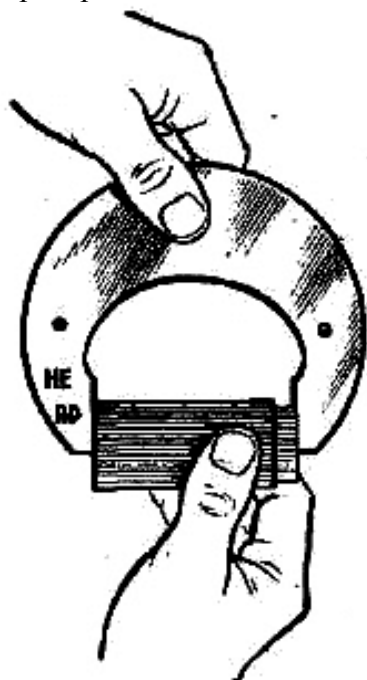


**Рис. 1.4. Принадлежности к концевым мерам:**

1 – чертительный боковик; 2 – центровой боковик; 3 – державки;  
4 – основание; 5 – радиусные боковики

Некоторые примеры применения ПКМД и их принадлежностей представлены на рис. 1.5...1.9.

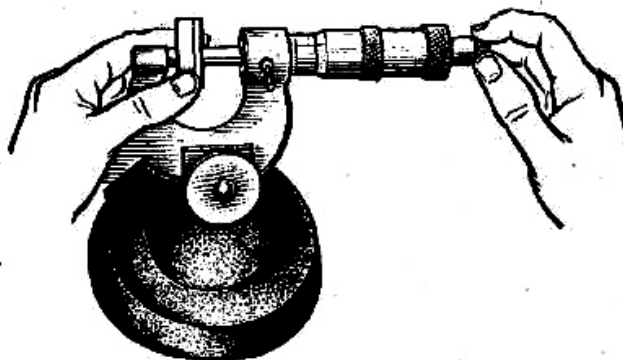
При проверке скобы (рис. 1.5) блоки концевых мер требуемых размеров (соответствующих наибольшему и наименьшему предельным размерам скобы) вводят между проверяемыми плоскостями и определяют плотность сопряжения.



**Рис. 1.5. Проверка скобы блоком концевых мер**

При наличии зазора или чрезмерно плотного соединения изменяется размер блока мер и проверку производят повторно. Действительным размером скобы будет являться тот блок, который удерживается под действием собственной массы, но при уменьшении на 1 мкм выпадает.

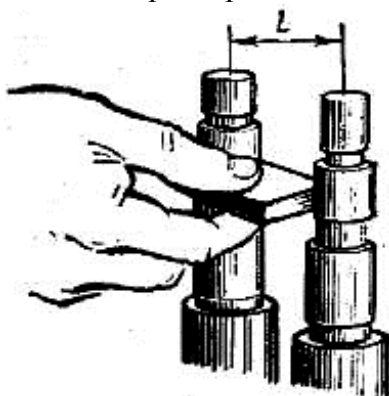
При проверке предела допускаемой погрешности микрометра (рис. 1.6) сопоставляют его показания с размерами блоков мер.



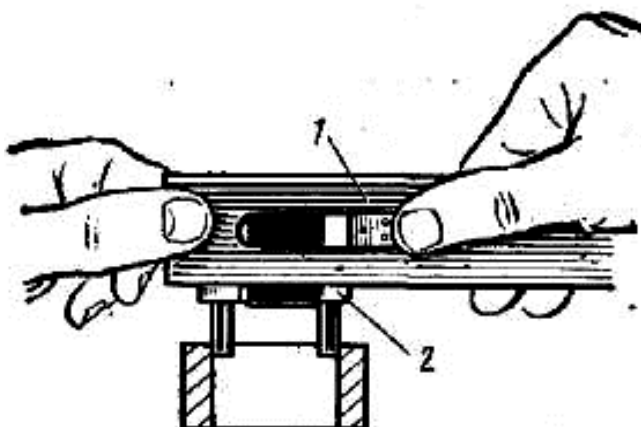
**Рис. 1.6. Проверка микрометра**

При наличии зазора или чрезмерного плотного соединения изменяют размер блока мер и проверку производят повторно.

При внутренних измерениях к размеру блока мер прибавляют толщину двух боковиков. При помощи державки и блоков мер, закрепленных между боковиками можно измерять точные размеры валов.



**Рис. 1.7. Измерение расстояния между осями валиков**



**Рис. 1.8. Контроль размера отверстия с помощью державки и боковиков:**  
1 – державка; 2 – радиусный боковик

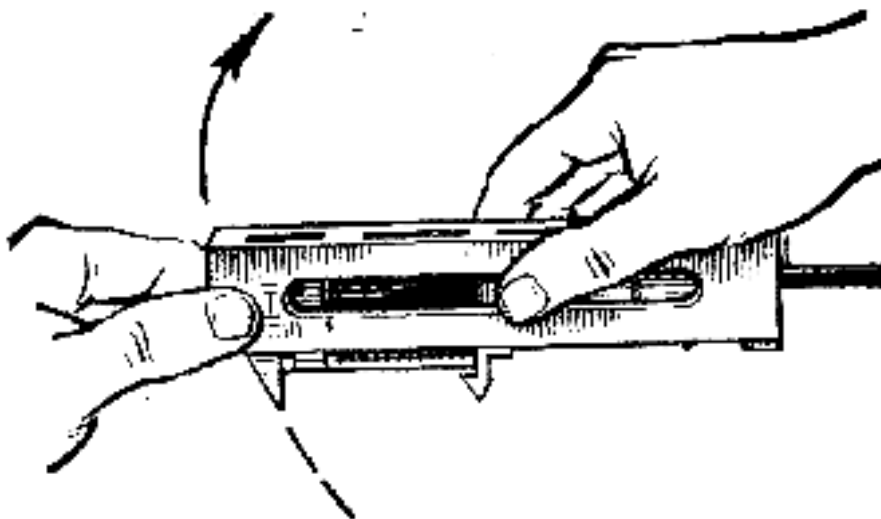


Рис. 1.9. Разметка на плоскости

### Калибры для гладких цилиндрических соединений

При серийном и массовом производствах для контроля деталей в машиностроении широко применяются калибры.

**Калибры** – средства контроля, предназначенные для проверки соответствия действительных значений геометрических параметров их предписанным значениям. При контроле калибрами числовые значения геометрических параметров не определяются, а устанавливается – находятся ли действительные значения геометрических параметров в пределах допуска или выходят за его границы.

Наиболее часто при контроле деталей используются предельные калибры.

**Предельные калибры** – калибры, номинальные размеры которых соответствуют наибольшему и наименьшему предельным размерам изделий.

Калибры для контроля гладких валов и отверстий подразделяют на **проходные** (обозначают ПР) и **непроходные** (обозначают НЕ).

Гладкие калибры для контроля отверстий выполняют в форме цилиндров (прототип контролируемого отверстия), поэтому их называют **пробками**. Калибр – пробка ПР отличается от калибра – пробки НЕ значительно большей высотой цилиндра.

Калибры – пробки изготавливает завод «Калибр» для контроля размеров отверстий 6 – 16-го квалитетов диаметром 1 – 360 мм (рис. 1.10).

Калибры – пробки для контроля отверстий диаметром 1 – 100 мм имеют хромированные рабочие поверхности, что повышает их срок службы в 3 – 4 раза по сравнению с нехромированными калибрами. Калибры для контроля отверстий диаметром 50 – 100 мм изготавливают с насадками. По мере износа заходной части рабочей поверхности насадки ее поворачивают изношенной стороной к ручке, что также повышает срок службы калибра.

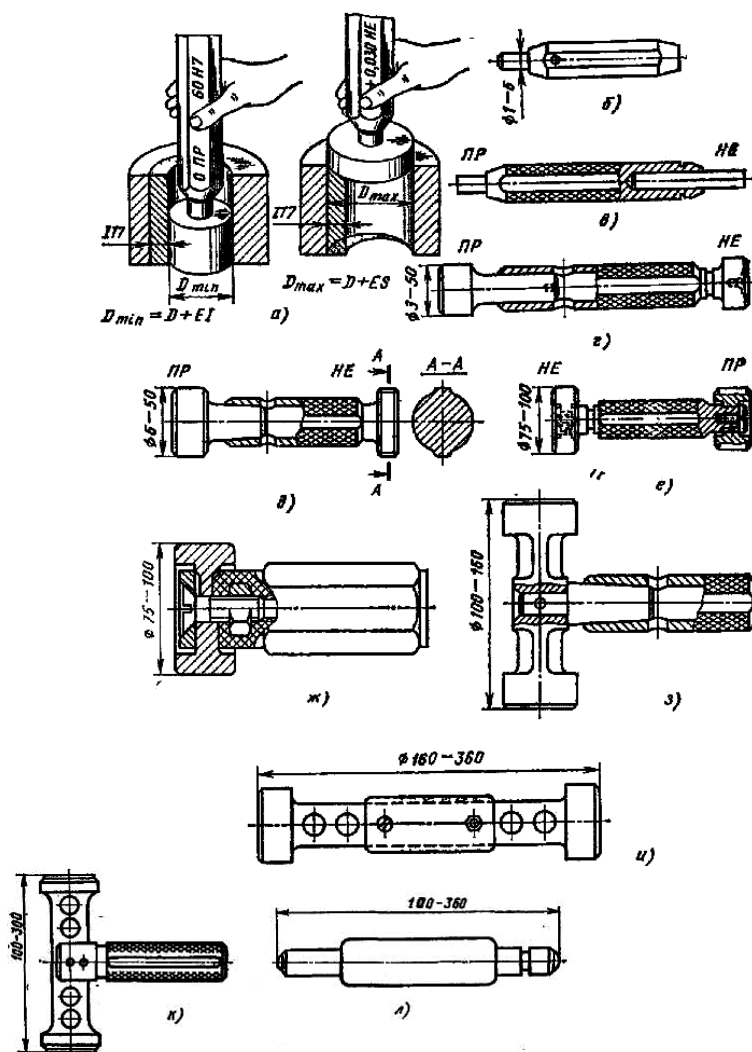
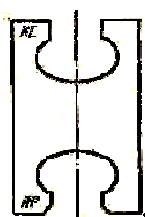


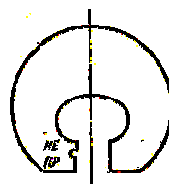
Рис. 1.10. Контроль отверстия (а) гладкими калибрами – пробками и их конструкции:

б – односторонний со вставкой; в, д – двусторонний со вставками ПР и НЕ; е – двусторонний с насадками ПР и НЕ; ж – односторонний с насадкой; з – неполный штампованный; и – неполный с накладками; к – неполный ПР и НЕ; л – сферический нутромер НЕ

Гладкие калибры для контроля валов выполняют по форме **кольца** с внутренней цилиндрической измерительной поверхностью и в виде **скобы**. Преимущественное распространение получили не калибры – кольца, а калибры-скобы, позволяющие контролировать размеры валов без снятия их со станка. Калибрами – скобами контролируют коленчатые валы и другие детали сложной формы. Калибры – скобы выпускает Челябинский инструментальный завод. Некоторые конструкции калибров скоб приведены на рис. 1.11.

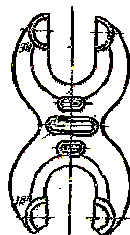


Скоба листовая двусторонняя



Скоба листовая односторонняя

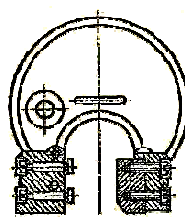
от 1 до 50 мм



Скоба штампованная двусторонняя

от 3 до 100 мм

от 1 до 180 мм



Скоба регулируемая

от 0 до 330 мм

**Рис. 1.11. Калибры – скобы для контроля валов**

Для контроля валов используются нерегулируемые или регулируемые скобы. Регулируемые калибры – скобы облают меньшей точностью по сравнению с нерегулируемыми, поэтому они применяются для контроля размеров валов, изготовленных по 8-му качеству и грубее. Регулируемые скобы можно переналадить на другой размер (в пределах 6...16 мм) или восстановить размер их по мере износа вставок.

При контроле предельными калибрами – пробками они вводятся в контролируемое отверстие. Если проходной калибр (ПР) входит в отверстие и непроходной – не входит, то деталь по данному размеру будет годной. При контроле предельными калибрами – скобами (ПР и НЕ) они надвигаются на вал. При годном вале проходной калибр – скоба должен находить на вал и непроходной калибр – скоба не находить на вал. При нарушении этих условий вал бракуется.

Для контроля калибров-скоб используют контр – калибры (контрольные калибры – пробки): К–НЕ – контрольный калибр для контроля рабочих непроходных калибров-скоб; К–ПР – контрольный калибр для контроля рабочих проходных калибров – скоб; К–И – контрольный калибр для контроля изношенных рабочих проходных калибров-скоб.

При изготовлении деталей при их контроле пользуются рабочими проходными (Р–ПР) и рабочими непроходными (Р–НЕ) калибрами-пробками или калибрами-скобами.

При маркировке калибров указывают: номинальное значение контролируемого размера, условное обозначение поля допуска и числовые значения его предельных отклонений, назначение калибра (ПР, НЕ, К–НЕ, К–ПР, К–И) и товарный знак предприятия – изготовителя.

Например, на калибре – пробке отмечено – Ø25H7. Следовательно, данный калибр предназначен для контроля размера отверстия Ø25H7.

**Допуски калибров.** Допуски и отклонения размеров калибров нормируются ГОСТ 24853 – 81 (для контроля размеров отверстий и валов до 500 мм).

При построении схемы полей допусков калибров учитывается, что предельные калибры для контроля деталей изготавливают по соответствующим предельным размерам деталей, относительно которых строятся поля допусков калибров. Проходную сторону пробки изготавливают по наименьшему предельному размеру контролируемого отверстия, а непроходную – по наибольшему предельному размеру. Проходную сторону скобы изготавливают по наибольшему предельному размеру вала, а непроходную – по наименьшему предельному размеру.

Указанные предельные размеры контролируемых отверстий и валов являются соответственно номинальными размерами проходных и непроходных калибров-пробок и калибров-скоб. Например, номинальным размером проходного калибра- пробки является наименьший предельный размер контролируемого отверстия и поле допуска данного калибра строится относительно нулевой линии, проведенной через нижнюю границу поля допуска отверстия (рис. 1.12).

Порядок построения схем полей допусков рабочих калибров следующий:

1. Строится схема поля допуска контролируемого размера отверстия или вала.

2. По таблицам ГОСТа 24853-81 определяются допуски и отклонения калибров ( $H$ ,  $H_1$ ,  $Z$ ,  $Z_1$ ,  $Y$ ,  $Y_1$ ).

3. Строится схема полей допусков калибров относительно их номинальных размеров.

Примеры схем расположения полей допусков калибров для контроля отверстий и валов приводятся на рис. 1.12 и рис. 1.13.

На рисунках 1.12 и 1.13 приняты следующие обозначения:

$H$  – допуск на изготовление калибров для отверстия;

$Z$  – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для отверстия относительно наименьшего предельного размера контролируемого изделия;

$Y$  – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для отверстия за границу поля допуска изделия;

$H_1$  – допуск на изготовление калибров для вала;

$Z_1$  – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера контролируемого изделия;

$Y_1$  – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия.

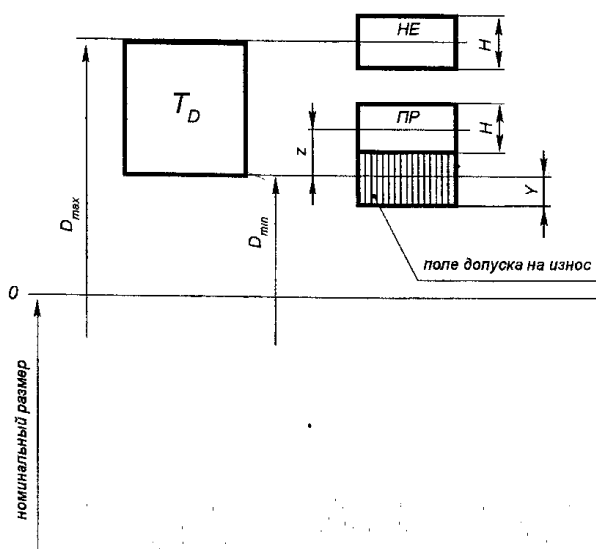


Рис. 1.12. Схема расположения полей допусков калибров для контроля отверстий изготовленных по квалитетам 6, 7 и 8 при номинальных размерах до 180 мм (для размеров отверстий изготовленных по квалитетам от 9 до 17,  $Y = 0$ )

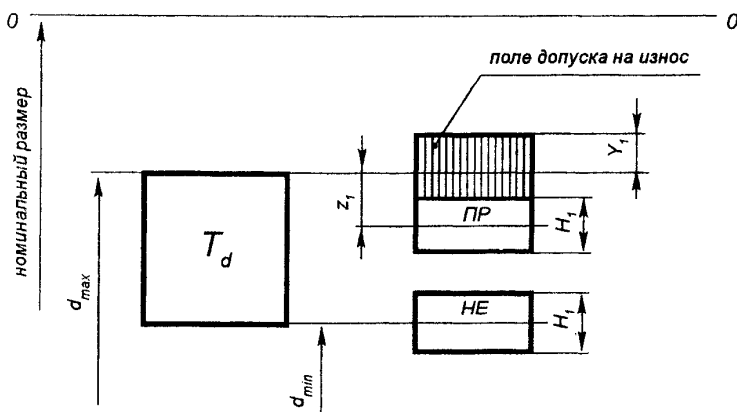


Рис. 1.13. Схема расположения полей допусков калибров для контроля валов изготовленных по квалитетам 6, 7 и 8 при номинальных размерах до 180 мм (для размеров валов изготовленных по квалитетам от 8 до 17,  $Y = 0$ )



Предельные размеры калибров – пробок определяются по уравнениям:

$$\text{ПР:} \quad d_{\max} = D_{\min} + Z + \frac{H}{2}, \quad (1.1)$$

$$d_{\min} = D_{\min} + Z - \frac{H}{2}, \quad (1.2)$$

$$d_{\min}^{\text{изн}} = D_{\min} - Y. \quad (1.3)$$

$$\text{НЕ:} \quad d_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2}, \quad (1.4)$$

$$d_{\min} = D_{\max} - \frac{H}{2}. \quad (1.5)$$

Предельные размеры калибров – скоб определяются из уравнений:

$$\text{ПР:} \quad L_{\max} = d_{\max} - Z_1 + \frac{H_1}{2}, \quad (1.6)$$

$$L_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2}, \quad (1.7)$$

$$L_{\max}^{\text{изн}} = d_{\max} + Y_1. \quad (1.8)$$

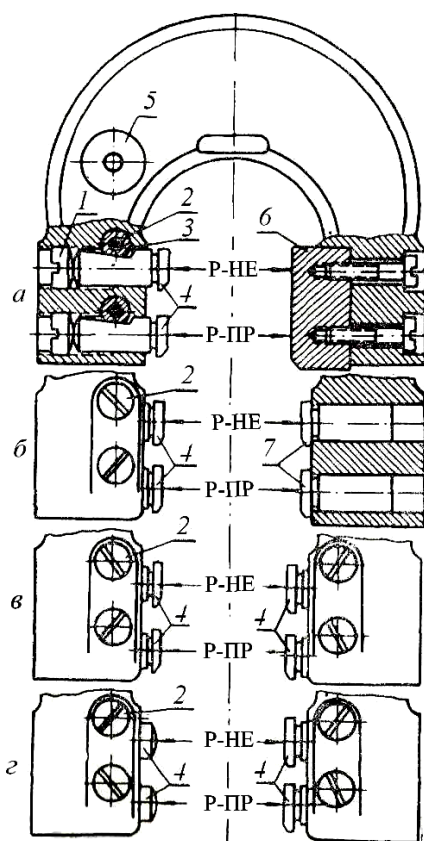
$$\text{НЕ:} \quad L_{\max} = d_{\min} + \frac{H_1}{2}, \quad (1.9)$$

$$L_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2}. \quad (1.10)$$

#### 4.2. Настройка регулируемых калибров – скоб для контроля заданного размера вала.

По конструктивному оформлению регулируемые скобы делятся на четыре типа (рис. 1.14).

В скобах первого типа (рис. 1.14, а) правая губка представляет собой плоскую вставку 6, прикрепленную к корпусу винтами. Регулированию подвергаются только левые цилиндрические вставки, для которых в корпусе скобы высверлены гнезда. В скобах второго типа (рис. 1.14, б) вместо неподвижной плоской вставки запрессованы в два гнезда цилиндрические вставки 7. У данных скоб также регулируются только левые вставки. У скоб третьего и четвертого типов (рис. 1.14, в и г) можно регулировать как левые, так и правые вставки.

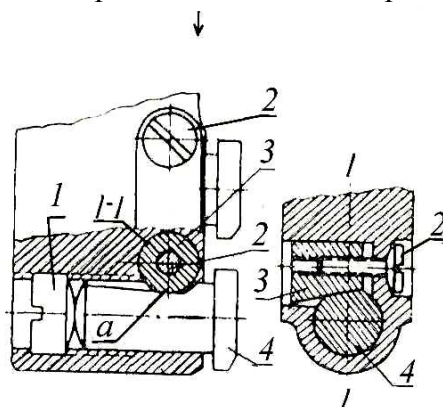


**Рис. 1.14. Типы регулируемых скоб:**

а – с неподвижной плоской губкой; б – с запрессованными (с правой стороны) цилиндрическими вставками; в – с двусторонней регулировкой; г – с вставками со сферическими головками; 1 – установочный винт; 2 – затяжной винт; 3 – затяжная втулка; 4 – вставка; 5 – маркировочная шайба; 6 – плоская вставка; 7 – цилиндрическая вставка

Поверхности правых вставок устанавливают так, чтобы они лежали примерно в одной плоскости. Установку на предельные размеры проводят перемещением левых вставок.

Узел перемещения вставок представлен на рис. 1.15.



**Рис. 1.15. Узел перемещения вставок:**

1 – установочный винт; 2 – затяжной винт; 3 – затяжная втулка; 4 – вставка

Перемещение вставок 4 в сторону уменьшения размера (вправо) производят установочным винтом 1 (рис. 1.14, а и рис. 1.15). Для обратного перемещения нажимают на вставку со стороны головки или сферической поверхности. Чтобы вставка легко перемещалась, необходимо освободить затяжной винт 2 и, нажимая на него отверткой

сверху, отжать затяжную втулку 3. Установленную на необходимый размер вставку фиксируют втулкой 3, подтягивая винт 2. Втулка 3, находя своей лыской на лыску вставки 4, действует как клин и зажимает вставку с усилием, значительно превышающим осевое усилие винта.

### Порядок выполнения задания

Исходные данные для настройки скобы – размер контролируемого вала с условным обозначением поля его допуска.

1. По таблицам ГОСТа 25347 – 82 установить предельные отклонения вала.
2. По таблицам ГОСТа 24853 – 81 определить допуски и отклонения калибров скоб ( $H_1$ ,  $Z_1$ ,  $Y_1$ ) для контроля заданного размера вала.
3. Построить схему расположения полей допусков калибров – скоб для контроля размера вала относительно границ поля допуска контролируемого размера ( см. рис. 1.13).
4. Установить проходной размер скобы  $L^{PP}$  по размеру блока концевых мер, равному

$$L^{PP} = \frac{L^{PP}_{\max} + L^{PP}_{\min}}{2} \quad (1.11)$$

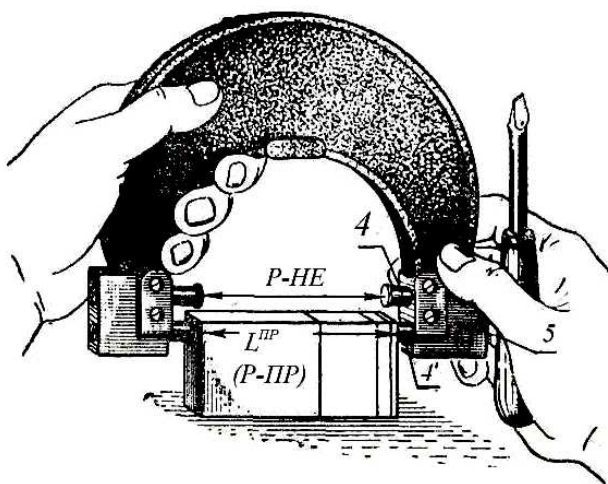
$L^{PP}_{\max}$  и  $L^{PP}_{\min}$  определяются по формулам 1.6 и 1.7.

а) уложить скобу на стол так, чтобы головки затяжных винтов 2 (рис. 1.14) занимали верхнее положение;

б) ослабить отверткой затяжные винты и нажать на них сверху. Затяжная втулка 3 (рис. 1.15) опустится вниз и освободит вставку 4, которую можно будет легко перемещать вдоль гнезда в любую сторону. До ослабления затяжной втулки 3, пользоваться установочным винтом 1 нельзя, т.к. вставку можно так сильно затянуть, что ее будет трудно освободить или у нее может быть сорвана резьба;

в) проверить установку базисных вставок (если они установлены верно, их установку не следует сбивать). У скоб, размер которых меньше 50 мм, правые вставки устанавливаются при помощи лекальной линейки или концевых мер так, чтобы их измерительные поверхности лежали в одной плоскости. Об этом судят по просвету между гранью лекальной линейки (или плоскостью концевых мер) и плоскостью вставок. У скоб, размер которых больше 50 мм, базисные вставки устанавливают так, чтобы измерительные поверхности вставок непроходного размера выдвигались над поверхностью вставок проходного размера на расстояние, приблизительно равное половине допуска. Эту разницу в установке вставок оценивают щупом соответствующей толщины. Базисные вставки закрепляют затяжными винтами;

г) перевернуть скобу на другую сторону и, взяв ее так, как на рис. 1.16, осторожно отвернуть установочный винт проходной вставки 4 (рис. 1.15) настолько, чтобы скоба, надвигаемая на блок мер плавно опускалась под действием силы тяжести вдоль плоскостей головок вставок. После этого закрепить затяжные винты.



**Рис. 1.16. Положение скобы при установке проходного размера по блоку концевых мер**

При опускании скобы вниз блок плиток может упираться в головки вставок непроходной стороны. Чтобы этого не произошло, необходимо наклонить скобу от себя так, чтобы блок плиток не задевал головок вставок.

5. Установить непроходной размер скобы  $L^{HE}$  по блоку концевых мер, равному наибольшему предельному размеру вала  $d_{max}$  в той же последовательности.

6. Настроенной скобой проконтролировать заданный размер вала, дать заключение о годности и представить отчет по прилагаемой форме.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Назначение, устройство ПКМД, предельных калибров и правила пользования ими.	Работа №1
<p>Задание: 1. Изучить назначение, устройство, правила пользования ПКМД.</p> <p>2. Изучить назначение, устройство, правила пользования предельными калибрами для контроля деталей гладких цилиндрических соединений, порядок построения схемы полей допусков калибров и определения их предельных размеров.</p> <p>3. Настроить регулируемую калибр-скобу для контроля заданного размера вала.</p> <p>4. Составить отчет по прилагаемой форме.</p> <p>Схема расположения полей допусков калибра-скобы для контроля вала Ø30 h8</p>		
Размеры предельных калибр-скоб для контроля вала		
P-ПРmin		P-HEmin
P-ПРmax		P-HEmax
P-ПРизн		

Размеры проходного и непроходного калибров-скоб, на которые они должны быть настроены:  $L^{PP} =$   $L^{HE} =$

Краткое описание ПКМД (области применения, правила составления блоков, правила эксплуатации).

Результаты контроля размера вала регулируемым калибром-скобой (порядок контроля и его результаты с обоснованием).

Подпись студента

Подпись преподавателя

## **2.1 Лабораторная работа №2 (2 часа).**

**Тема: «Назначение, устройство и эксплуатация штангенинструментов»**

### **1.1.1 Цель работы:**

1. Изучить назначение, устройство штангенинструментов.
2. Приобрести навыки в измерении размеров деталей штангенинструментами.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, устройство, регулировку штангенинструментов (штангенциркулей, штангенрейсмасов, штангенглубиномеров, штангензубомеров) и их метрологические характеристики.
2. Изучить механизм отсчетного устройства (нониусной шкалы) и порядок отсчета размеров при измерении.
3. Измерить заданные размеры деталей и результаты измерений занести в форму отчета.
4. Определить предельные размеры деталей и дать заключение о годности по каждому размеру.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штангенциркуль с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм.
2. Штангенрейсмас.
3. Штангенглубиномер.
4. Штангензубомер.

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **4.1. Изучить конструкцию и правила пользования штангенинструментами**

Для измерения линейных размеров невысокой точности широко применяются штангенинструменты, особенностью которых является простота устройства и низкая себестоимость.

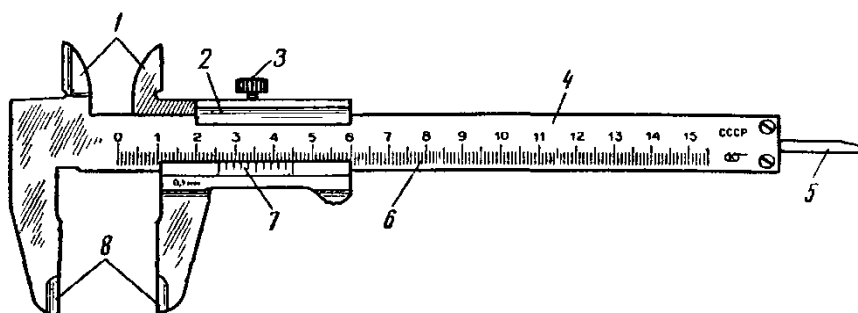
К ним относятся штангенциркули (ГОСТ 166 – 89), штангенглубиномеры (ГОСТ 162 – 90), штангенрейсмасы (ГОСТ 164 – 89) и штангензубомеры.

Выпускаются также штангенциркули мод. 124 со стрелочным отсчетом, штангенглубиномеры мод. БВ–6232 стрелочные и штангенрейсмасы мод. 6226 стрелочные.

Метод измерения штангенинструментами прямой, контактный, непосредственной оценки (абсолютный).

**Штангенциркули** предназначены для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки, их выпускают несколько типов и моделей:

ШЦ–I – с двусторонним расположением губок применяются для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с пределами измерения 0 – 125 мм (рис. 2.1).



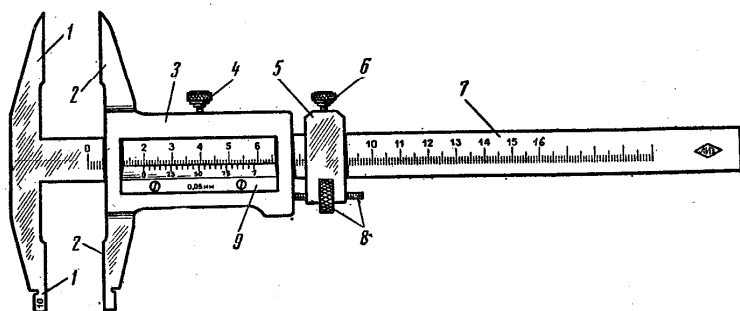
**Рис. 2.1. Штангенциркуль ШЦ-I с пределами измерений 0 – 125 мм и величиной отсчета по нониусу 0,1 мм:**

1 – губки для внутренних измерений; 2 – рамка; 3 – зажим рамки; 4 – штанга; 5 – линейка глубиномера; 6 – шкала штанги; 7 – нониус; 8 – губки для наружных измерений

ШТЦ-I – с односторонним расположением губок, оснащенных твердым сплавом для измерения наружных размеров и глубин в условиях повышенного абразивного изнашивания;

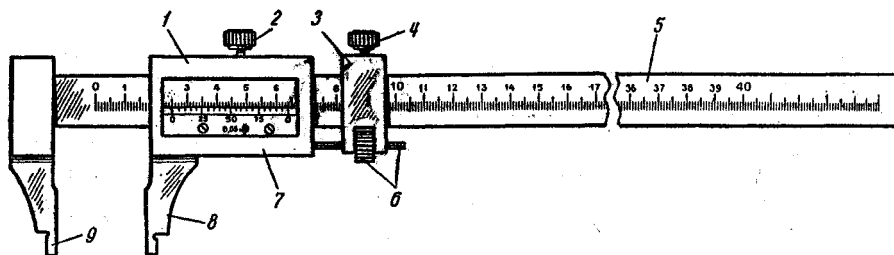
ШЦ-II – с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки с пределами измерения 0 – 160, 0 – 200, 0 – 250 мм (рис. 2.2);

ШЦ-III – с односторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров с пределами измерения от 0 -160 мм до 800 – 2000 мм (рис. 2.3).



**Рис. 2.2. Штангенциркуль ШЦ-II с пределами измерений 0 – 160 мм и величиной отсчета по нониусу 0,05 мм:**

1 – неподвижные измерительные губки; 2 – подвижные измерительные губки; 3 – рамка; 4 – зажим рамки; 5 – рамка микрометрической подачи; 6 – зажим рамки микрометрической подачи; 7 – штанга; 8 – гайка и винт микрометрической подачи рамки; 9 – нониус



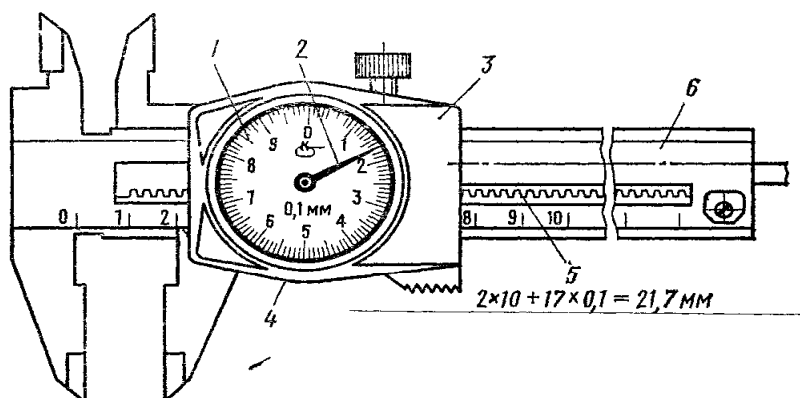
**Рис 2.3. Штангенциркуль ШЦ-III с пределами измерений 0—400 мм и величиной отсчета по нониусу 0,05 мм:**

1 – рамка; 2 – зажим рамки; 3 – рамка микрометрической подачи; 4 – зажим рамки микрометрической подачи; 5 – штанга; 6 – гайка и винт микрометрической подачи; 7 – нониус; 8 – губка рамки; 9 – губка штанги

Штангенциркули ШЦ-II и ШЦ-III снабжены микрометрической подачей, предназначенной для медленного (точного) перемещения рамки 3 по штанге 7 (рис. 2.2).

В вырезе рамки микрометрической подачи 5 расположена гайка 8 накрученная на винт, закрепленный в нижней части рамки 3. при освобожденном винте 4 и закрепленной рамке микрометрической подачи 5 на штанге 7 с помощью стопорного винта 6 рамка 3 будет плавно перемещаться по штанге, если вращать гайку 8 микрометрической подачи.

Штангенциркуль со стрелочным отсчетом мод. 124 (рис. 2.4) разработан заводом «Калибр». Его диапазон измерения 0 – 150 мм, цена деления шкалы, нанесенной на штанге, 10 мм; цена деления круговой шкалы – 0,1 мм.



**Рис. 2.4. Штангенциркуль со стрелочным отсчетом мод. 124 с пределами измерения 0 – 150 мм и ценой деления круговой шкалы 0,1 мм:**

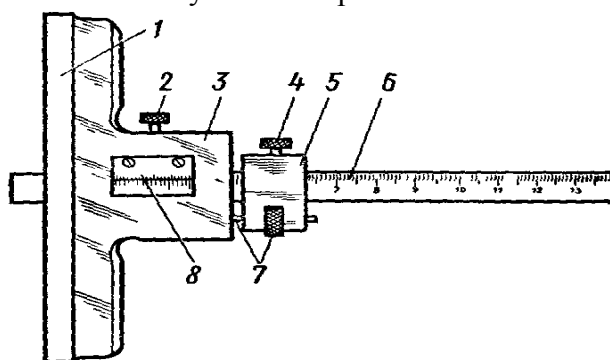
1 – шкала; 2 – стрелка; 3 – рамка; 4 – паз; 5 – зубчатая рейка; 6 – штанга

К штанге 6 штангенциркуля мод. 124 прикреплена зубчатая рейка 5, с которой находится в зацеплении зубчатое колесо (на рис. не показано). Подпружиненная плата прикреплена к рамке 3. На одной оси с зубчатым колесом находится стрелка 2, расположенная над шкалой 1.

Один полный оборот стрелки соответствует перемещению рамки 3 по штанге на 10 мм или на одно деление, нанесенное на штанге 6.

При соприкосновении измерительных поверхностей штангенциркуля стрелка должна совпадать с нулевым делением шкалы. Нулевая установка достигается поворотом шкалы 1 через паз 4 с помощью отвертки (паз на рисунке не виден).

**Штангенглубиномеры** предназначены для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот выступов. Устройство штангенглубиномера представлено на рис. 2.5. Плоский нижний торец штанги 6 является измерительной поверхностью, которая при измерении глубин соприкасается с поверхностью изделия. При расположении измерительных поверхностей основания и штанги в одной плоскости нуль шкалы нониуса должен совпасть с нулевым штрихом шкалы штанги.



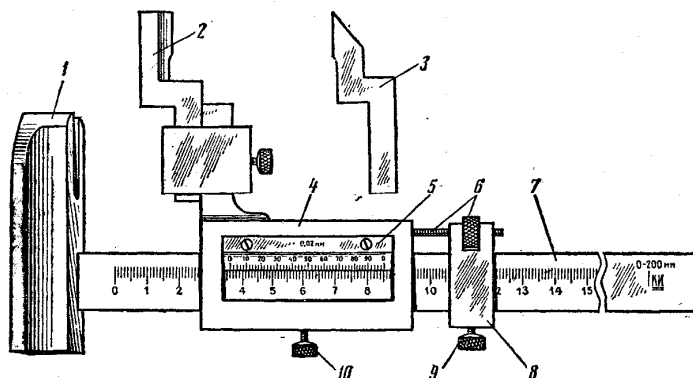
**Рис. 2.5. Штангенглубиномер с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм и пределами измерений 0 – 250 мм:**

1 – основание; 2 – зажим рамки; 3 – рамка; 4 – зажим рамки микрометрической подачи; 5 – рамка микрометрической подачи; 6 – штанга; 7 – гайка и винт микрометрической подачи; 8 – нониус

Штангенглубиномеры выпускаются с величиной отсчета 0,05 мм и с пределами измерений до 250 мм, а также с величиной отсчета 0,1 мм и пределами измерений до 500 мм.

Кировским инструментальным заводом освоен выпуск стрелочных штангенглубиномеров мод. БВ – 6232 с диапазоном измерений 0 – 250 мм, с ценой деления штанги 5 мм и ценой деления отсчетного устройства 0,05 мм.

**Штангенрейсмасы** предназначены для измерения высоты и разметочных работ с использованием контрольно-измерительной плиты. Устройство штангенрейсмаса представлено на рис. 2.6.



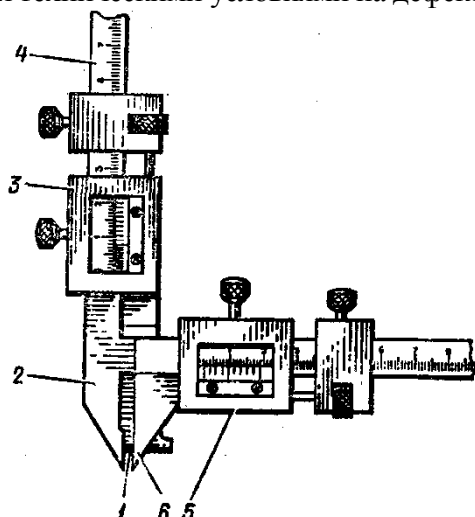
**Рис. 2.6. Штангенрейсмас с величиной отсчета по нониусу 0,05 и 0,01 мм:**

1 – основание; 2 – измерительная ножка; 3 – разметочная ножка; 4 – рамка; 5 – нониус; 6 – винт и гайка микрометрической подачи; 7 – штанга; 8 – рамка микрометрической подачи; 9 – зажим рамки микрометрической подачи; 10 – зажим рамки

**Штангензубомеры** (рис. 2.7) предназначены для измерения толщины зуба по постоянной хорде. Используются также в ремонтной практике при дефектовке зубчатых колес относительно невысоких степеней точности (8-ая и грубее). По штангам 4 в двух взаимно перпендикулярных направлениях перемещаются рамки 3 и 5 с нониусами. Одна рамка соединена с высотной линейкой 1, другая имеет губку 6, перемещающуюся относительно неподвижной губки 2 штанги.

Выпускают штангензубомеры типов ШЗ – 18 и ШЗ – 36 с диапазоном измерений толщины зуба соответственно 0 – 33 мм и 0 – 60 мм при отсчете по нониусу 0,005 мм.

Перед измерением высотную линейку 1 устанавливают по нониусу рамки 3 на высоту  $h$  и закрепляют стопорным винтом. Высота  $h$  рассчитывается по специальной формуле или задается техническими условиями на дефектовку зубчатых колес.



**Рис. 2.7. Штангензубомер:**

1 – высотная линейка; 2 – губка штанги; 3 – рамка; 4 – штанга; 5 – рамка; 6 – губка рамки

Измерительные губки раздвигают, и после установки зубомера на зубчатое колесо

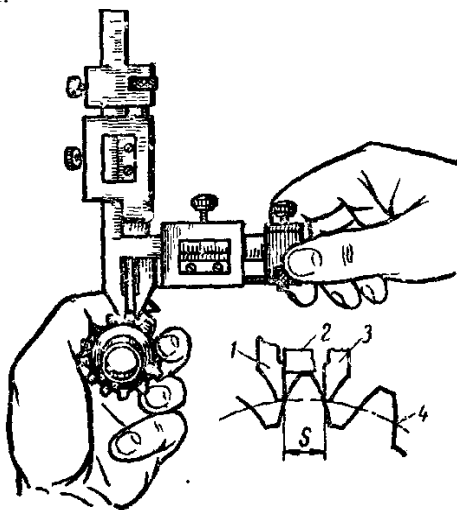


(на окружность выступов) губки сдвигают до соприкосновения с боковыми поверхностями зуба по постоянной хорде (рис. 2.8); осуществляют отсчет по шкалам инструмента.

Отсчетное устройство штангенинструментов – штанга с нанесенной на ней шкалой с интервалом 1 мм и свободно перемещающаяся по штанге рамка, на скосе которой нанесена вспомогательная шкала, называемая нониусом (нониус служит для отсчета дробных долей миллиметра).

Каждое пятое деление шкалы штанги отмечено удлиненным штрихом, а каждое десятое – штрихом более длинным, чем пятое, и соответствующим числом сантиметров (рис. 2.9).

Штангенинструменты с модулем 1 и 2 выпускаются с отсчетом по нониусу 0,1 и 0,05 мм.



**Рис. 2.8. Измерение толщины зуба:**

1 – губка штанги; 2 – высотная линейка; 3 – губка рамки; 4 – делительная окружность; S – толщина зуба по хорде

#### **4.2. Отсчетное устройство штангенинструментов**

Ранее выпускался штангенинструмент с отсчетом по нониусу 0,02 мм. Модуль ( $\gamma$ ) шкалы нониуса показывает, через какое число делений миллиметровой шкалы штанги будут располагаться штрихи шкалы нониуса, смещенные на величину отсчета по нониусу.

Или модуль  $\gamma$  шкалы нониуса примерно показывает, сколько делений основной шкалы штанги входят в одно деление шкалы нониуса.

Длина деления шкалы нониуса ( $a'$ ) вычисляется по формуле

$$a' = a \cdot \gamma - i, \quad (2.1)$$

где  $a$  – длина деления основной шкалы (расстояние между осями двух соседних отметок шкалы);

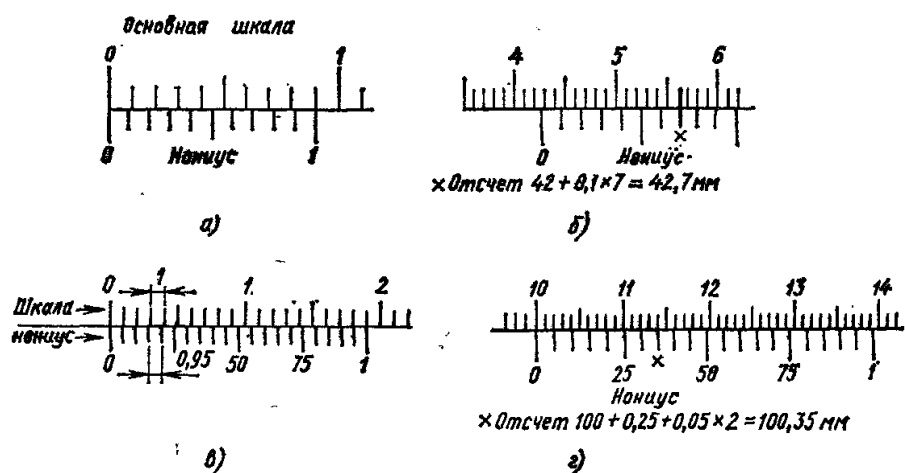
$\gamma$  – модуль нониуса (обычно 1, 2, реже 3);

$i$  – величина отсчета по нониусу.

Штангенинструмент с модулем 1 и величиной отсчета по нониусу 0,1 мм (рис. 2.9, а) имеет шкалу нониуса длиной 9 мм с десятью делениями. Расстояние между двумя соседними штрихами шкалы нониуса составляет 0,9 мм.

Шкала нониуса штангенинструмента с модулем 2 и величиной отсчета по нониусу 0,1 мм представлена на рис. 2.9, б.

На рис. 2.9, в и 2.9, г представлены шкалы штангенинструментов с модулем 1 и 2 с величиной отсчета 0,05 мм.



**Рис. 2.9. Шкалы штангенинструментов:**

с отсчетом по нониусу 0,1 мм с модулем: а) – 1 и б) – 2;

с отсчетом по нониусу 0,05 мм и с модулем: в) – 1 и г) – 2.

Предпочтительными и более удобными являются штангенинструменты с модулем 2 с «растянутой» шкалой и с отсчетом по нониусу 0,1 мм (рис. 2.9,б) и 0,05 мм (рис. 2.9,г).

При определении размера детали необходимо отсчитать по шкале целое число миллиметров относительно нулевого штриха шкалы нониуса и прибавить к нему доли миллиметра, полученные умножением величины отсчета по нониусу на порядковый номер штриха нониусной шкалы, совпавшего со штрихом штанги (нулевой штрих нониуса при этом не учитывают, рис. 2.9,б).

Для удобства отсчета долей миллиметра на шкале нониуса (рис. 2.9,г) представлены маркированные штрихи 25, 50, 75, для которых их порядковый номер умножен на величину отсчета. При совпадении маркированного штриха со штрихом основной шкалы доля миллиметра будет определяться числом у маркированного штриха, поделенным на 100. При величине отсчета 0,05 мм например, если совпал маркированный штрих 25, то доля миллиметра равна 0,25 мм.

При наличии на шкале нониуса маркированных штрихов доли миллиметра отсчитывают как показание ближайшего (меньшего) маркированного штриха плюс порядковый номер (от маркированного штриха) совпавшего штриха, умноженный на величину отсчета по нониусу (рис. 2.9,г).

Наличие овальных отверстий на шкале нониуса позволяет регулировать положение нониусной шкалы на подвижной рамке, что используется при проверке и установке на нуль нониусной шкалы штангенинструментов.

Например, для штангенциркулей при соприкосновении губок штанги и рамки нулевые штрихи шкал штанги и нониуса должны совпадать. Если они не совпадают, то смещают шкалу нониуса при отпущенных винтах ее крепления к рамке.

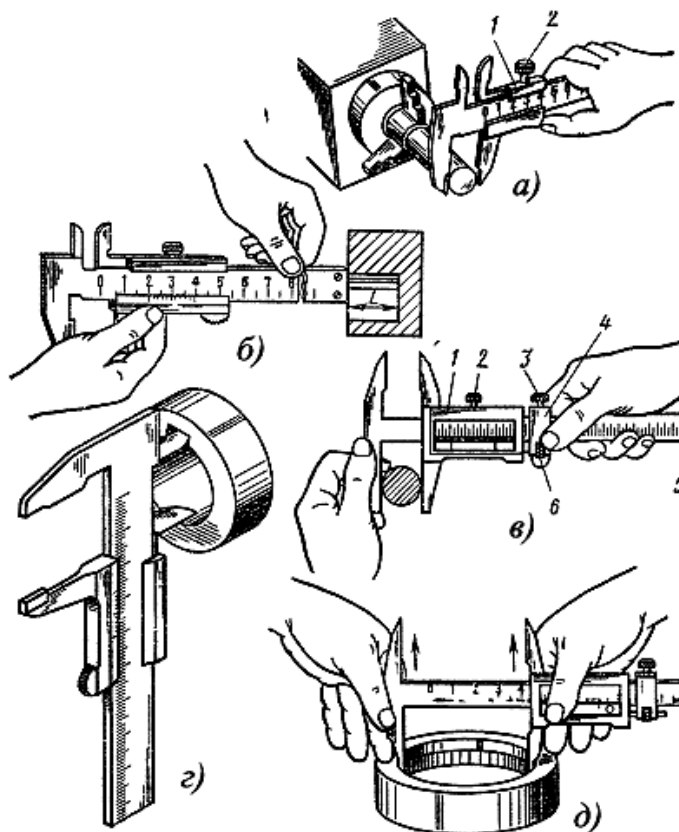
Примеры измерения размеров изделий штангенинструментом представлены на рис. 2.10.

При измерении наружных размеров измеряемое изделие устанавливают между губками штангенциркуля (рис. 2.10, а и в). Неподвижную губку прижимают к поверхности изделия, а губку с рамкой приближают до соприкосновения с изделием. При наличии микроподачи рамки 1 приводят вторую губку штангенциркуля в соприкосновение с поверхностью изделия вращением гайки 6 (при застопоренной микрометрической подаче 4 с помощью винта 3), обеспечивая при этом нормальную силу измерения; как большая, так и недостаточная сила измерения искажает результат измерения. Застопорив рамку 1 на штанге 5 винтом 2, снимают показания по шкалам штангенциркуля.

При отсчете показаний и определении результатов при измерении внутренних размеров необходимо к показаниям по шкалам штангенциркуля прибавить толщину губок

«б», маркированную на них, если измерение проводилось штангенциркулем типов ШЦ–II или ШЦ–III. Схема измерения глубины штангенциркулем типа ШЦ–I приведена на рис. 2.10,б.

На измерительных поверхностях губок штангенинструментов забоины и следы коррозии не допускаются. Рамка вместе с микрометрической подачей не должна перемещаться по ней под действием своей массы при вертикальном положении штангенциркуля.



**Рис. 2.10. Примеры измерения размеров изделий штангенинструментом:**  
а, в – наружных размеров; б – глубины отверстия; г, д – внутренних размеров

**Таблица 2.1-Предельные погрешности методов измерения штангенинструментом**

Наименование штангенинструмента	Интервалы размеров в мм			
	1...50	50...80	80...120	120...250
Предельные погрешности измерения в мкм.				
Штангенциркуль с отсчетом 0,1 мм				
наружные измерения	150	150	150	150
внутренние измерения	200	200	200	200
Штангенциркуль с отсчетом 0,05 мм				
наружные измерения	80	90	100	100
внутренние измерения	120	130	130	150
Штангенглубиномер с отсчетом 0,05 мм	100	150	150	450

Допустимые погрешности показаний штангенинструментов при измерении размеров до 500 мм в основном равны величине отсчета по нониусной шкале.

**Таблица 2.2 Наивысшие по точности качества изделий, измеряемых штангенциркулями с учетом погрешностей их измерений**

Наименование инструмента	Величина отсчета	Интервалы размеров				
		6...	18...50	50...120	120...180	180...250
		качества				
Штангенциркуль		измерение наружных линейных размеров				
	0,1	16	15	15	14	14
	0,05	15	14	13	13	12
		измерение внутренних линейных размеров				
	0,1	16	15	15	15	15
	0,05	16	14	14	14	14

### 4.3. Методика измерений

1. Примеры обозначения штангенциркуля типа ШЦ – П с пределами измерения 0 – 250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм: ШЦ – П – 250 – 0,05 ГОСТ 166-80; штангенглубиномера с пределами измерений 0 – 200 мм: Штангенглубиномер ШГ – 200 ГОСТ 162-80; штангенрейсмаса с пределами измерений 0 – 250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм: Штангенрейсмас ШР – 250 – 0,05 ГОСТ 164-80.

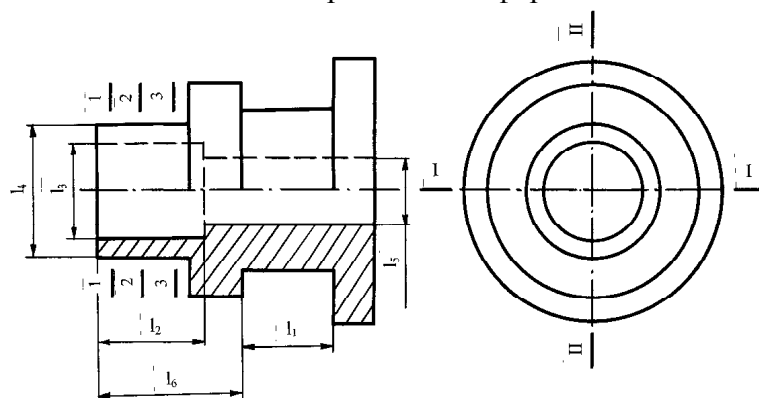
2. Для выявления рассеивания действительных размеров и отклонений от правильной геометрической формы измерения наружных диаметров проводить в трех сечениях, перпендикулярных к оси и в двух взаимно перпендикулярных направлениях в каждом сечении. Остальные размеры измерить только в двух направлениях.

3. Чтобы уменьшить ошибки при измерении, каждый размер измерить три раза, за результат измерения взять среднее арифметическое из трех отсчетов.

4. Назначение, устройство штангенинструментов и методика измерения ими см. стр.66...77 /1/; стр.14...33 /2/; 78...85; 269...270 /3/; плакаты по техническим измерениям.

5. После окончания работы уложить инструменты в футляры и привести в порядок рабочее место.

6. Составить отчет по прилагаемой форме.



**Рис. 2.11. Эскиз детали и схема измерений**

$l_1=30H16$ ,  $l_2=34H15$ ,  $l_3=32H14$ ,  $l_4=50h15$ ,  $l_5=14H12$ ,  $l_6=46h14$

Таблица 2.3

**Требования на дефектацию шестерни У II передачи дополнительного вала шасси трактора ДТ-75М (Z = 37)**

шасси трактора ДТ-75М (2-57)				
Номер шестерни по каталогу	Установочная высота штангензубомера, мм	Толщина зуба, мм	Длина головки зуба по верхней кромке, мм	Ширина кольцевого паза, мм
77.37.198	2,99	по чертежу		
		5,55-0.281	23,4 ± 0.3	10+0.1
		допустимые, мм		
		5,03	19,9	10,37 * 10,42
		предельные, мм		
		4,63	13,41	-
* В числителе указаны, допустимые при ремонте размеры деталей при сопряжении их с деталями, бывшими в эксплуатации, в знаменателе с новыми.				

1. Толщину зубьев измерить для трех равноотстоящих друг от друга зубьев.
2. Направление измерения ширины кольцевого паза следует принять, как показано выше на схеме измерений.

### 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Назначение, устройство и эксплуатация штангенинструментов	Работа № 2
--------------------------	--	------------

**Задание:** 1. Изучить назначение, устройство и методику измерения штангенинструментом.

2. Измерить штангенинструментом размеры  $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6$ . детали 1, толщину зуба и ширину кольцевого паза зубчатого колеса.

3. Определить предельные размеры и дать заключение о годности по каждому размеру.

Таблица 2.4

**Метрологические характеристики штангенинструментов применяемых при измерении**

Наименование штангенинстру- ментов	Метрологические показатели.				
	Пределы изме- ре-ния, мм	Цена деления основной шкалы, мм	Точность отсчета шкалы нониуса, мм	Длина деления шкалы нониуса, мм.	Предельная погрешность измерения, мкм.
Штангенциркуль Штангенглубиномер Штангенрейсмас Штангензубомер					

Таблица 2.5

**Результаты измерения наружного диаметра  $L_4$** 

Номинальное значение размера	Направление измерения	Сечение			Действительные размеры		Предельные размеры		Заключение о годности
		1-1	2-2	3-3	наиб.	наим.	наиб.	наим.	
50h15	I - I								
	II - II			—					

ПРИМЕЧАНИЕ: Размер  $l_6$  измерить штангенрейсмасом.

Таблица 2.6

**Результаты измерения длин и внутренних диаметров**

№ п/п	Обозначение размера	Результаты измерения в направлениях				Действительные размеры		Предельные размеры		Заключение о годности
		I – I		II – II		наиб	наим.	наиб	наим	
1	30H16									
2	34H15									
3	32H14									
4	14H12									
5	46h14									

ПРИМЕЧАНИЕ: Размер  $l_6$  измерить штангенрейсмасом.

Таблица 2.7

**Результаты измерения размеров зубчатого колеса (шестерни У11 передачи дополнительного вала шасси трактора ДТ-75М,  $Z = 37$ )**

Толщина зуба по постоянной хорде						Длина головки зуба						Ширина кольцевого паза						
Измеренная по зубьям			По чертежу	Допустимая	Предельная	Измеренная по зубьям			По чертежу	Допустимая	Предельная	Измеренная по направлению				По чертежу	Допустимая	Предельная
№1	№2	№3				№1	№2	№3				I – I		II - II				

Заключение о годности по отдельным параметрам:

**2.1 Лабораторная работа №3 (2 часа).****Тема: «Назначение, устройство и эксплуатация микрометрических инструментов»****2.1.1 Цель работы:**

1. Изучение видов, устройства микрометрических инструментов;
2. Приобретение навыков в измерении микрометрическим инструментом.

**2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить виды и механизм отсчетного устройства микрометрических инструментов.
2. Изучить устройство, настройку и методику измерения микрометрами, микрометрическими нутромерами и микрометрическими глубиномерами.
3. Измерить размеры деталей микрометром и микрометрическим нутромером.
4. Составить отчет по прилагаемой форме и дать заключение о годности по результатам измерений.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Гладкий микрометр МК;
2. Нутромер с пределом измерения 75 – 175.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### 4.1. Изучить устройство, настройку, методику измерения микрометрическим инструментом

##### Микрометрические инструменты

В машиностроении, на ремонтных предприятиях широко применяются микрометрические инструменты общего и специального назначения: микрометры (для измерения наружных размеров), микрометрические нутромеры (штихмассы - для измерения внутренних размеров), микрометрические глубиномеры (для измерения глубины пазов и канавок, высоты уступов).

Микрометры выпускаются следующих типов: МК – гладкие, МЛ – листовые, МТ – трубные, МЗ – зубомерные (для измерения длины общей нормали зубчатых колес), МП – для измерения диаметра проволоки, МГ - горизонтальные настольного типа, МВ – вертикальные настольного типа, МН – 1 и МН – 2 – настольные со стрелочным отсчетным устройством, мод. 19005 – с цифровым электронным отсчетом и микрометры для измерения среднего диаметра наружных резьб.

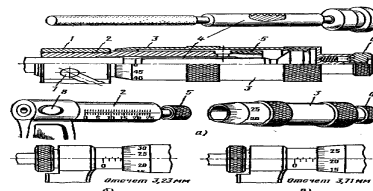
Метод измерения микрометрическими инструментами – прямой, контактный, абсолютный.

#### Отсчетное устройство микрометрических инструментов

В основу устройства микрометрических инструментов положен принцип использования винтовой пары, преобразующей угловые перемещения в линейные. На рис. 3.1,а показано устройство микрометрической головки микрометрических инструментов.

Микрометрический винт 4 в сборе с барабаном 3 и механизмом трещетки 6 ввернут во внутреннюю резьбу, выполненную на правом конце стебля 2, запрессованного в скобу 1 микрометра или в основание микрометрического глубиномера.

Зазор в резьбовом соединении устанавливается с помощью регулировочной гайки 5, наворачиваемой на коническую резьбу, нарезанную на наружной поверхности стебля. Стопорение микрометрического винта осуществляют приспособлением 7 или 8. На поверхности стебля 2 имеется продольная отсчетная линия, над и под которой нанесены миллиметровые деления (шкалы). Верхняя шкала смещена относительно нижней на 0,05 мм. По нижней шкале отсчитывают целое число миллиметров, по верхней шкале доли миллиметров (обычно – 0,5 мм) относительно кромки скоса барабана 3.



**Рис. 3.1. Микрометрическая головка (а) и примеры отсчета по ее шкалам (б и в):**

1 – скоба; 2 – стержень; 3 – барабан; 4 – микрометрический винт; 5 – регулировочная гайка (для регулирования зазора в резьбе); 6 – трещотка; 7 и 8 – стопор микрометрического винта

На скосе барабана нанесена круговая шкала для отсчета долей миллиметра и содержащая «n» делений. Поворот барабана на одно деление этой шкалы вызывает осевое перемещение на n-ю часть шага. Таким образом точность отсчета в микрометрических инструментах (цена деления на барабане) может быть определена по формуле:

$$l = \frac{t}{n}, \quad (3.1)$$

где  $t$  – шаг винта,  $n$  – число делений на скосе барабана.

В большинстве случаев у микрометрических инструментов число делений на скосе барабана равно 50 и шаг винтовой пары  $t = 0,5$  мм.

Тогда точность отсчета

$$l = \frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ мм}$$

При отсчете показаний целое число миллиметров определяют по нижней шкале стебля (например, 3 мм по рис. 3.1,б) и прибавляют число сотых долей миллиметра по скосу барабана (например, 0,23 по рис. 3.1,б). Размер по шкалам микрометрической головки в этом случае составит:  $3 + 0,23 = 3,23$  мм.

Если при отсчете показаний край барабана перешел за деление шкалы, нанесенной выше продольной линии, то к результату, отсчитанному по описанной методике, необходимо прибавить 0,5 мм. Например, по рис. 1,в размер составит:  $3,21 + 0,5 = 3,71$  мм.

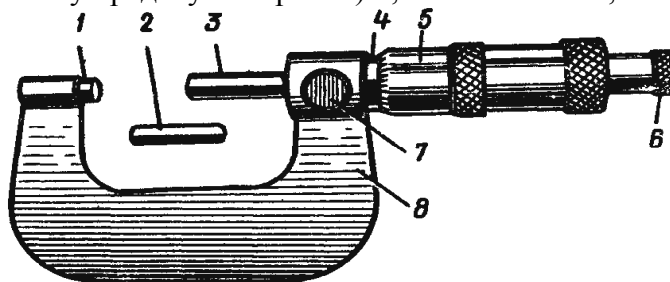
**При появлении штриха из – под скоса барабана, по которому отсчитывают целые миллиметры или 0,5 миллиметра, его начинают учитывать только после того, как нулевой штрих на скосе барабана опустится ниже продольного штриха на стебле (для микрометров и микрометрических нутромеров).**

### Микрометры для наружных измерений

Гладкий микрометр типа МК имеет скобу 8 (рис. 3.2), с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка 1 (для микрометров с верхним пределом измерения до 300 мм) или переставная пятка (для остальных микрометров).

#### Настройка микрометра

При подготовке микрометра к измерениям следует проверить нулевую установку (по нижнему пределу измерения) и, если она сбита, то ее следует восстановить.

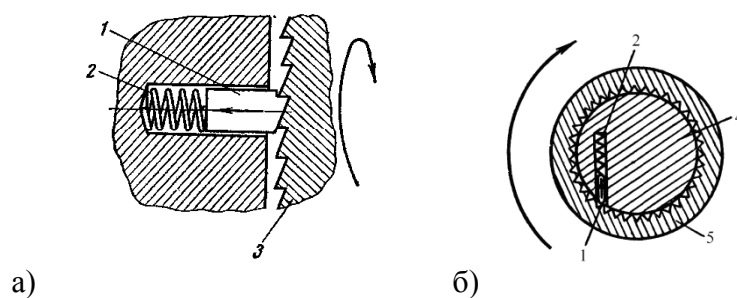


**Рис. 3.2. Гладкий микрометр МК:**

1 – пятка; 2 – установочная мера; 3 – микрометрический винт; 4 – стебель; 5 – барабан; 6 – трещотка; 7 – стопор; 8 – скоба

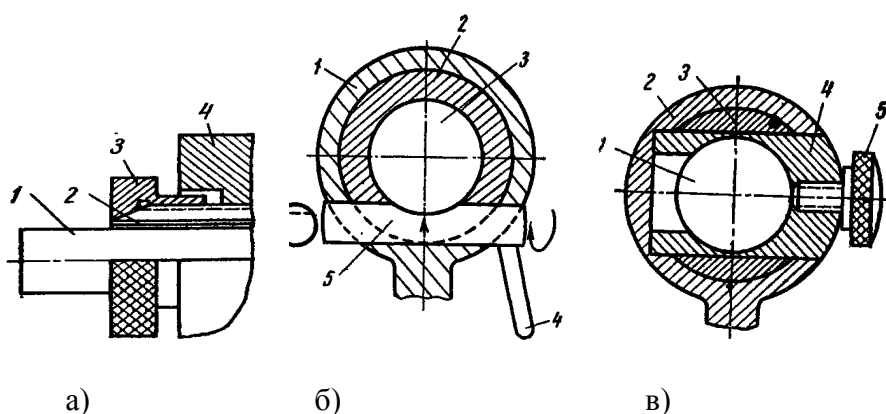
С другой стороны скобы микрометр имеет микрометрическую головку, устройство, которой представлено на рис. 3.1,а. Трещотка предназначена для обеспечения постоянного измерительного усилия при измерении микрометром. Конструкции трещоток и виды стопоров используемых в микрометрах, представлены на рис. 3.3 и 3.4.





**Рис. 3.3. Конструкции трещоток микрометров с торцовыми зубьями (а) и с зубьями на кольце (б):**

1 – штифт; 2 – пружина; 3 – храповик; 4 – корпус; 5 – шлицевая втулка

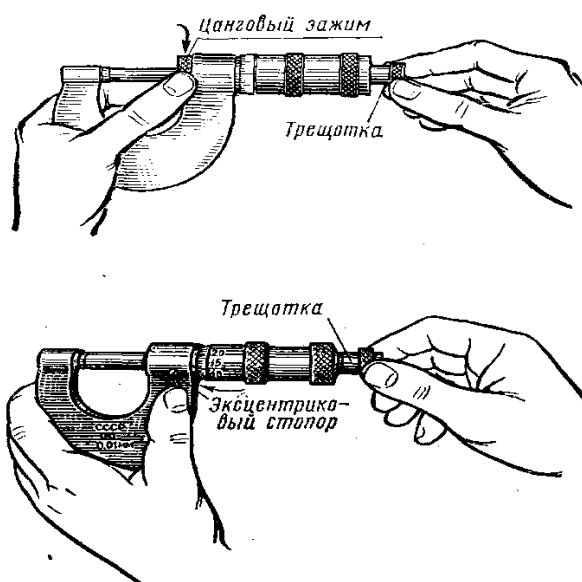


**Рис. 3.4. Виды стопоров микрометров:**

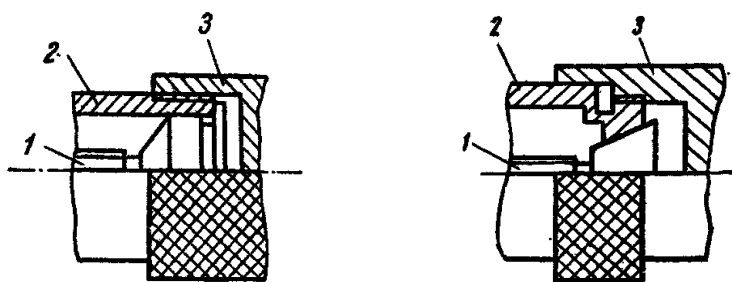
а) – цанговый: 1 – микровинт; 2 – разрезная гильза; 3 – гайка; 4 – скоба;

б) – эксцентриковый: 1 – скоба; 2 – стержень; 3 – микровинт; 4 – ручка; 5 – эксцентрик;

в) – с зажимным винтом: 1 – микровинт; 2 – скоба; 3 – стержень; 4 – втулка; 5 – зажимной винт



**Рис. 3.5. Закрепление микровинта стопором**



Микрометр завода «Калибр»: 1 – микровинт; 2 – барабан; 3 – корпус трещотки

Микрометр завода «Красный инструментальщик»: 1 – микровинт; 2 – барабан; 3 – корпус трещотки.

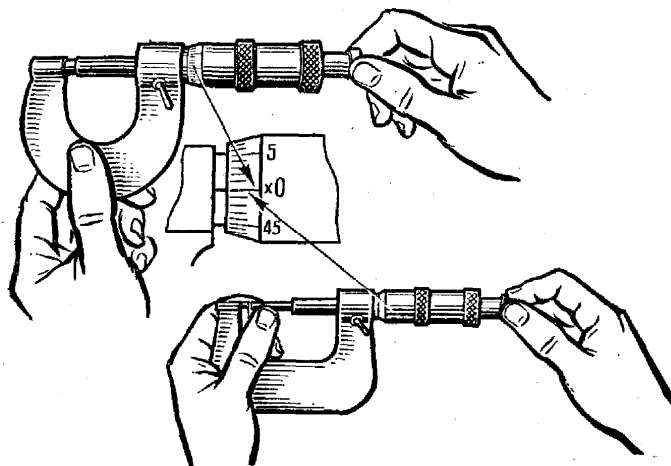
**Рис. 3.6. Соединение барабана с микровинтом**

Закрепление микровинта стопором и способы соединения барабана с микровинтом указаны на рис. 3.5 и 3.6.

При установке на нуль микрометров с нижним пределом измерения 25 мм и выше используются установочные меры 2 (рис. 2) прилагаемые к микрометрам или концевые меры длины.

Микрометр проверяют и устанавливают на нуль следующим образом. При помощи трещоточного устройства доводят до соприкосновения измерительные поверхности пятки и микровинта. Для микрометров с нижним пределом измерения 25 мм и выше между измерительными поверхностями пятки и микровинта зажимают при помощи трещотки установочную меру или концевую меру длины.

При этом нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, и скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля (рис. 3.7).



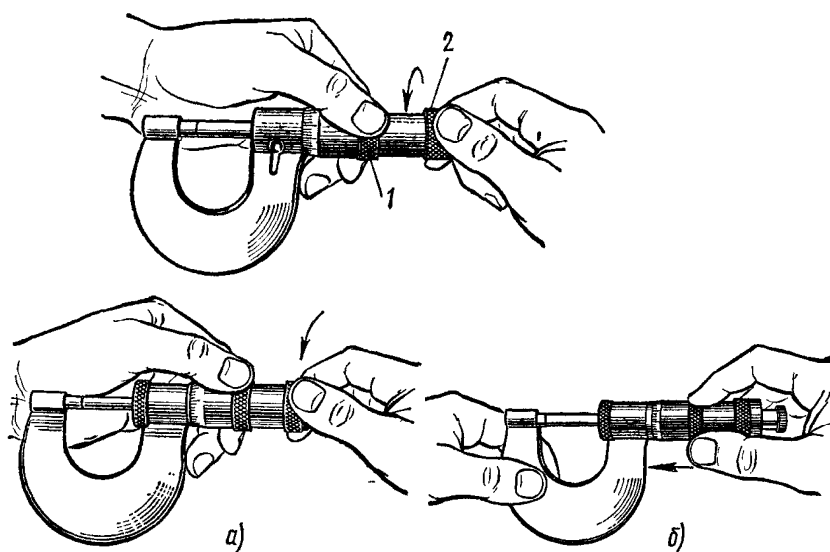
**Рис. 3.7. Проверка нулевого положения микрометра**

Если после соприкосновения измерительных поверхностей с установочной мерой или между собой (с пределами измерения микрометров 0 – 25 мм) нулевой штрих барабана не совпадает с продольным штрихом стебля, то необходимо:

1. Закрепить микровинт стопором (рис. 3.5);
2. Разъединить барабан с микровинтом (рис. 3.8);
3. Установить барабан так, чтобы его нулевой штрих совпал с продольным штрихом стебля, и закрепить его (рис. 3.9);
4. Произвести повторно проверку нулевого положения.

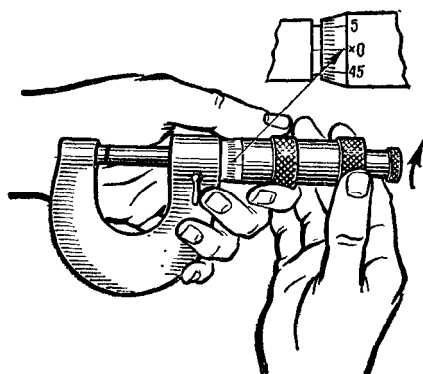
Перед началом измерений между измерительными поверхностями устанавливают расстояние больше измеряемого. Для приведения в соприкосновение измерительных поверхностей микрометра с измеряемым изделием пользуются только механизмом

трещотки. При этом микрометр слегка покачивают во взаимно перпендикулярных плоскостях при измерении линейных размеров, одновременно работая трещоткой. Эта операция позволяет найти наименьший размер в сечении измеряемой детали и тем самым исключить ошибки, вызванные неправильным положением инструмента. При измерении диаметров микрометр перемещают в плоскости поперечного сечения детали и устанавливают по диаметру. Затем, покачивая микрометр в плоскости продольного сечения детали, находят его оптимальное положение, которому соответствует наименьший размер. Нормальная сила измерения обеспечивается при трех – пяти щелчках трещотки. После этого микровинт стопорят и осуществляют отсчет по шкалам микрометра. Вращение микровинта за барабан после соприкосновения измерительных поверхностей микрометра и изделия не допускается, так как при этом возникают большие усилия, дополнительные погрешности измерения, и портится резьба винта. Для удобства измерений микрометры с большими пределами измерения (100, 150, 200 мм и т.д.) закрепляют в специальных штативах (стойках). По предельной погрешности выпускают микрометры 1 и 2 класса точности.



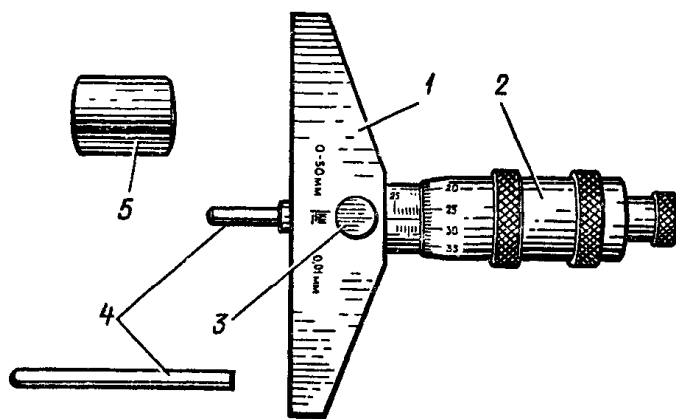
**Рис. 3.8. Отсоединение барабана от микровинта микрометра заводов «Калибр» и «Красный инструментальщик»:**

а) отвинчивание корпуса трещотки; б) отсоединение барабана от микровинта; 1 – барабан; 2 – корпус трещотки



**Рис. 3.9. Установка барабана и закрепление его**

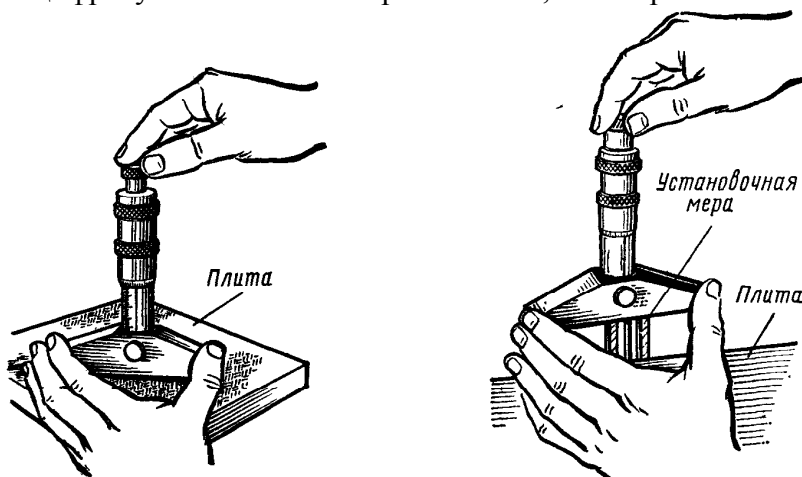
Микрометрический глубиномер (рис. 3.10) предназначен для измерения глубины пазов, глухих отверстий и высоты уступов. Он представляет собой микрометрическую головку 2, запрессованную в основание 1 перпендикулярно измерительной поверхности основания.



**Рис. 3.10. Микрометрический глубиномер (ГОСТ 7470 – 92):**

1 – основание; 2 – микрометрическая головка; 3 – стопор; 4 – сменные измерительные стержни; 5 – установочная мера

Нулевую установку глубиномера проверяют и проводят на поверочной плите (рис. 3.11). При верхних пределах измерений 100 и 150 мм глубиномеры устанавливаются с помощью сменных измерительных стержней 4 (рис. 3.10). При ввинчивании микровинта микрометрического глубиномера показания не уменьшаются, как у микрометра, а увеличиваются. Поэтому цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке: на стебле цифры увеличиваются справа налево, а на барабане – по часовой стрелке.



б)

**Рис. 3.11. Проверка нулевого положения микрометрического глубиномера:**

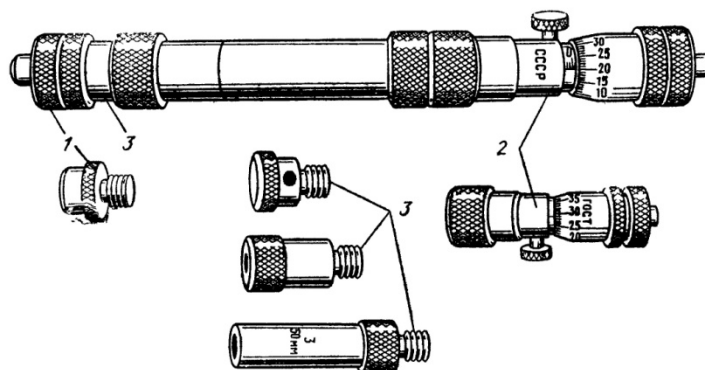
а) – при пределах измерения 0 – 25 мм; б) – при верхнем пределе измерения свыше 25 мм (50, 75 и 100 мм)

Микрометрический нутромер (штихмасс) служит для измерения внутренних размеров свыше 50 мм. В качестве отсчетного устройства используют такие же микрометрические головки, как у микрометров. Микрометрические нутромеры изготавливаются с пределами измерений: 50 – 75, 75 – 175, 75 – 600, ..., 4000 – 10000 мм.

Устройство микрометрического нутромера представлено на рис. 3.12. Нутромер имеет микрометрическую головку 2, один или несколько удлинителей 3 и измерительный наконечник 1.

Настройка нутромера осуществляется по установочной мере 1 (рис. 3.13), представляющей собой скобу с двумя взаимно параллельными поверхностями. Микрометрическую головку 2 с наконечником 3 устанавливают между измерительными поверхностями установочной меры 1; придерживая меру и головку левой рукой, а правой рукой, вращая барабан головки, находят кратчайшее расстояние между поверхностями установочной меры.

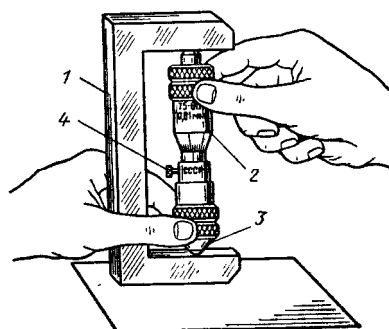
Застопорив микровинт стопором 4, вынимают микрометрическую головку и проверяют нулевую установку по шкале головки. Если нулевая установка сбита, то ее восстанавливают, освободив контргайку и повернув барабан до совпадения его нулевой отметки с продольным штрихом стебля.



**Рис. 3.12. Микрометрический нутромер:**

1 – измерительный наконечник; 2 – микрометрическая головка;

3 – удлинители



**Рис. 3.13. Настройка микрометрического нутромера по установочной мере:**

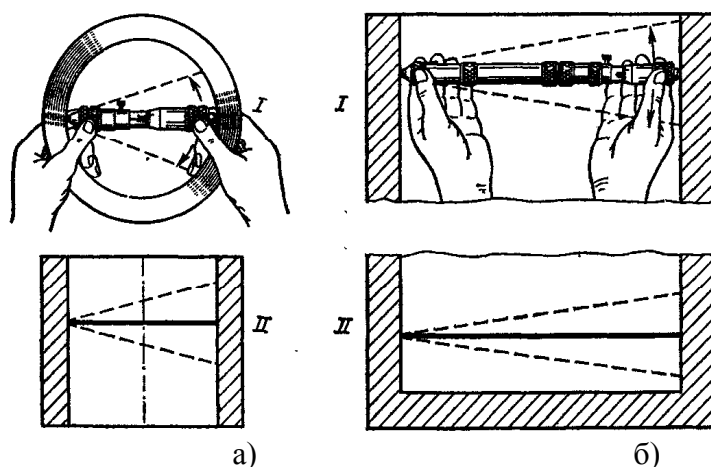
1 – установочная мера; 2 – микрометрическая головка; 3 – наконечник; 4 – стопорный винт

После проверки микроголовки рассчитывают удлинители, стремясь к наименьшему их числу при сборке. Для этого от проверяемого размера отнимают нижний предел измерения микрометрической головки с наконечником. Затем выбирают удлинители по размерам, обеспечивающим их наименьшее количество (от большего к меньшему). Сумма нижнего предела измерения микрометрической головки с наконечником и удлинителями должна быть меньше измеряемого размера, но не более чем на разность между пределами измерения микрометрической головки.

При измерении цилиндрического отверстия линия измерения должна быть наибольшим размером в плоскости, перпендикулярной оси отверстия, и наименьшим размером в плоскости, проходящей через ось (рис. 3.14,а).

При измерении расстояния между параллельными плоскостями правильное положение измерительных поверхностей (отсутствие перекоса) обеспечивают наименьшие показания (рис. 3.14,б).

Отсчет размеров по микрометрической головке нутромера аналогичен отсчету по микрометрической головке микрометра.



**Рис. 3.14. Примеры измерения внутренних размеров микрометрическим нутромером**

Таблица 3.1

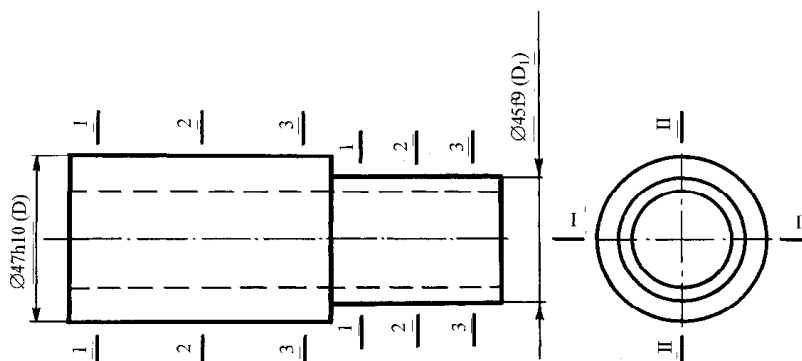
**Предельные погрешности метода измерения  $\pm\Delta_{\text{lim}}$  микрометрическими инструментами, мкм**

Наименование средства измерения	Цена деления отсчетного устройства, мм	Интервалы размеров измеряемых деталей, мм				
		от 1 до 25	св. 25 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 250	
Нутромеры микрометрические	0,01	-	-	15	20	
Микрометры гладкие	0,01	5	10	св. 50 до 80	св. 80 до 150	св. 150 до 200
				10	15	20

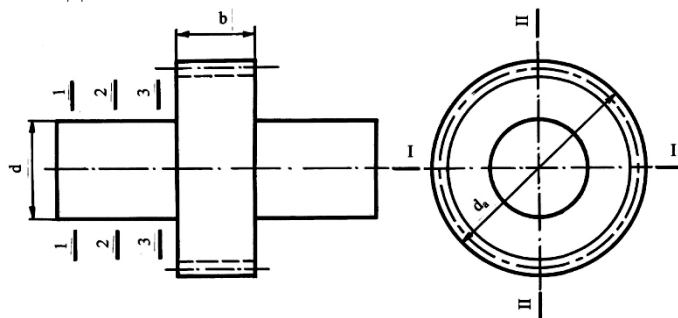
#### 4.2. Измерить размеры деталей микрометром и микрометрическим нутромером

Эскизы деталей и схемы измерений.

**К заданию 1**



### К заданию 2



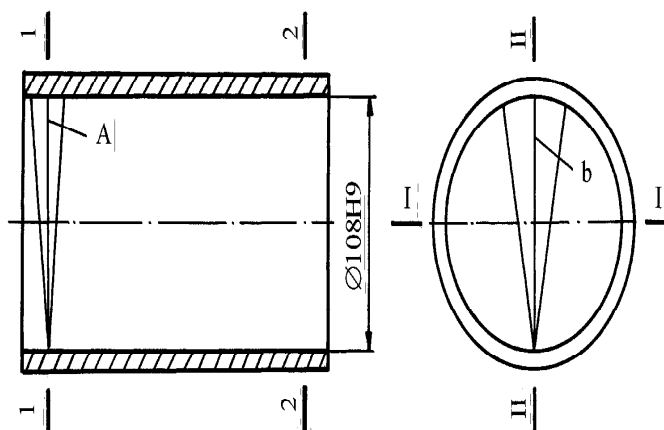
Для восстановления шестерен насосов шлифуют изношенные поверхности цапф, торцы и поверхности головок зубьев шестерен до ремонтных размеров – Р1, Р2, Р3.

Таблица 3.2.

**Размеры шестерен гидравлического насоса после шлифования**

Марка насоса	Маркировка	Наружный диаметр головки зуба, мм	Диаметр цапфы, мм	Длина зуба шестерни, мм
НШ – 10	Новый	$39^{+0,015}_{-0,075}$	$18^{+0,080}_{-0,095}$	$16_{-0,035}$
	Р1	$38,8_{-0,02}$	$17,9^{+0,080}_{-0,095}$	$15,8_{-0,035}$
	Р2	$38,7_{-0,02}$	$17,8^{+0,080}_{-0,095}$	$15,7_{-0,035}$
	Р3	$38,6_{-0,02}$	$17,7^{+0,080}_{-0,095}$	$15,5_{-0,035}$

### К заданию 3



## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Измерение микрометрическими инструментами	Работа №3
-----------------------	---	-----------

- Задание 1:** 1. Измерить гладким микрометром с пределами измерения 25 – 50 и ценой деления 0,01 мм размеры D и D<sub>1</sub>, результаты измерения занести в таблицу.
2. Построить схему полей допусков для размеров D и D<sub>1</sub>, определить их предельные размеры и дать заключение о годности.
3. Определить отклонения от правильной геометрической формы.

Таблица 3.4.

Результаты измерения наружных диаметров									
Обозначение размеров	Направление измерения	Сечения			Действительные размеры		Предельные размеры		Заключ. о годности
		1 - 1	2 - 2	3 - 3	наиб.	наим.	наиб.	наим.	
D	I – I								
	II – II								
D <sub>1</sub>	I – I								
	II – II								

**Схема полей допусков**

Отклонение от правильной геометрической формы, мм

1. Овальность
2. Конусообразность
3. Бочкообразность

- Задание 2:** 1. Измерить микрометрами наружный диаметр головки зуба (d<sub>a</sub>), диаметр цапфы (d) и длину зуба (b) шестерни масляного насоса НШ-10.
2. Дать заключение о восстановлении изношенных поверхностей шестерни.

Таблица 3.5

Результаты измерения размеров шестерни, мм							
Обознач. размеров	Направл. измерения	Сечения			Обознач. размеров	Действ. значения размеров	Рекоменд. размеры после шлифования
		1 – 1	2 – 2	3 – 3			
d(1-я цапфа)	I – I				d <sub>a</sub>	1.	d = d <sub>a</sub> = b =
	II – II					2.	
d(2-я цапфа)	I – I				b	3.	
	II – II						

Примечание. Размеры d<sub>a</sub> и b измерить по трем равномерно расположенным (примерно) по окружности зубьям.

- Задание 3:** Измерить микрометрическим нутромером с пределами измерения и ценой деления размер D гильзы, построить схему поля допуска и дать заключение о годности.

Таблица 3.6

Результаты измерения диаметра гильзы							
Обознач. размера	Номин. размер	Направл. измерен.	Сечения		Предельные размеры		Заключение о годности
			1 – 1	2 – 2	наиб.	наим.	
D	108	I – I					
		II – II					

**Схема полей допусков**



## **2.1 Лабораторная работа №4 (2 часа).**

**Тема: «Плоскопараллельные концевые меры длины и проверка погрешностей гладкого микрометра»**

### **2.1.1 Цель работы:**

1. Приобретение навыков составлении блоков из концевых мер и в контроле измерительного инструмента (микрометра).

### **2.1.2 Задачи работы:**

1) Изучать устройство, назначение, классификацию плоскопараллельных концевых мер и порядок составления блоков из них.

2) Изучить методы контроля качества микрометров.

3) Провести измерения различных блоков плоскопараллельных концевых мер длины (см. форму отчета).

4) По результатам измерения определить:

а) погрешность показаний микрометров,

б) вариацию показаний микрометров,

в) отклонение от плоскостности и от параллельного измерительных поверхностей,

г) дать заключение о годности микрометров к дальнейшей эксплуатации.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Микрометры с различными пределами измерений.

2. Набор плоскопараллельных концевых мер длины.

3. Авиационный бензин, вата, антикоррозийная смазка.

4. Краткие сведения о плоскопараллельных концевых мерах длины.

Плоскопараллельные концевые меры длины являются основой линейных измерений в машиностроении и основным средством сохранения единства и достоверности измерений.

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

С их помощью производят градуировку шкал средств измерений, их поверку, установку приборов на нуль при дифференциальном методе измерения, особо точные разметочные работы, наладку станков, а так же измерения точных размеров изделий.

Плоскопараллельные концевые меры длины представляют собой бруски из закаленной стали или твердого сплава, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов. Две противоположные измерительные поверхности каждой концевой меры весьма точно обрабатывают путем шлифования и доводки.

Концевые меры обладают способностью притираться (сцепляться) при их наведении одну на другую. Благодаря этой способности их можно собирать в блоки равных размеров. Притираемость и высокая точность – главные свойства концевых мер, определяющие их ценность как измерительных средств. Концевые меры выпускают наборами, состоящими из 112, 63 шт. и др. Они позволяют составить блок из минимального числа мер с дискретностью 1 мкм.

Меры по точности изготовления делят на 4 класса: 0,1,2 и 3-й (ГОСТ 9038-73). В зависимости от предельной погрешности аттестации размеров их делят на пять разрядов: с 1-го по 5-й. В аттестации размеров указывают номинальный размер, отклонение от номинального размера в микрометрах и разряд, к которому отнесен проверяемый набор мер. При пользовании аттестованными мерами за размер каждой из них принимают действительный размер, указанный в аттестате. Применение мер по разрядам с учетом их действительных размеров позволяет производить более точные измерения.

Концевые меры длины можно использовать совместно с различными приспособлениями для измерения наружных и внутренних размеров, разметочных работ, контроля высот и др. Основными приспособлениями являются струбины (державки) разных размеров, основания, боковики, центры и др.

Устройство, назначение, классификация концевых мер, порядок составления блока. см. стр. 13...20 (1).

У1. Краткие сведения о методах проверки гладких микрометров.

Измерения детали инструментом, необходимо знать степень погрешности данного инструмента с тем, чтобы для получения точного размера правильно внести поправку. Для установления пригодности данного инструмента к работе и погрешности его показаний периодически производится проверка измерительного инструмента, в частности при проверке гладких микрометров контролируются:

1. Отклонения от плоскостности измерительных поверхностей.
2. Отклонения от параллельности измерительных поверхностей.
3. Погрешности показаний микрометра.

Отклонение от плоскости измерительных поверхностей проверяется интерференционным методом с помощью стеклянных плоско параллельных мер.

Сущность метода заключается в следующем:

На измерительную поверхность накладывается мера и принимается так, чтобы получить наименьшее количество интерференционных полос.

Количество одноцветных интерференционных полос характеризует отклонения от плоскостности.

Умножив число на 0,3 (длина волны белого света 0,6 мкм) получив величину отклонения от плоскостности в микрометрах.

Допуск плоскостности измерительных поверхностей микрометра составляет 0,001 мм. Сравнивая найдено отклонение с допустимым, дают заключение о годности.

Аналогично микрометр проверяется на параллельность измерительных поверхностей, только мера закрепляется между поверхностями. Интерференционные полосы возникают в местах соприкосновения измерительных поверхностей с мерой. Подсчитывают суммарно число полос на обеих поверхностях, которое и характеризует отклонение от параллельности. Для более точного подсчета отклонения от параллельности по окружности винта микрометра применяют четыре пластины, отличающиеся размером друг от друга на 0,12-).13 мм. Допуск параллельности поверхностей приведены в таблице, далее производятся проверка погрешностей показаний микрометра.

УП. Порядок выполнения работы.

1. Для проверки погрешностей показаний микрометра, его выдерживают в помещении 3-4 часа.

Допустимые отклонения от нормальной температуры 20 °С в помещений, где производятся измерение, составляет  $\pm 6$  °С для микрометров с верхним пределом измерений 25 и 50 мм.

Проверка показаний микрометра производится по концевым мерам 2 класса или 5 разряда. Приемы составления блоков из плоскопараллельных мер длины см. стр. 13-20 /1/.

2. Установить микрометр на нуль. Собрать блоки рекомендуемых размеров и произвести измерения их. Поверку следует производить в шести точках шкалы стебля, т. е. на первом штрихе /0,25,50 и т. д./, а затем на штрихах, отстоящих друг от друга на 5 мм. Кроме того в средней части шкалы проверяются три точки шкалы барабана; проверка производится на штрихах, отстоящих друг от друга на 0,12 мм.

Настойка микрометра на нуль см. стр. 92-93 /1/.

Рекомендуемые размеры блоков концевых мер

ТАБЛИЦА 17.1.

Верхний предел измерений микрометром, в мм	25 мм	Свыше 25 мм
Размеры блоков концевых Мер в мм.	5,12	A+5,12
Верхний предел измерений микрометром в мм	25 мм	Свыше 25 мм
Размеры блоков концевых мер в мм	10,24 15,38 21,50 25,00	A+10,24 A+15,36 A+21,50 A+25,00

A – нижний предел измерения микрометром

3. Показания микрометра при проверке указанных точек шкалы заносятся в форму отчета. Отчет показаний по шкале микрометров ведется с точностью тысячных долей мм.

Сравнивая действительные погрешности с допустимыми дать заключение о годности микрометра.

ТАБЛИЦА 17.2- Допустимые погрешности микрометров.

Верхний предел измерений в мм	Допустимая погрешность показаний микрометров	Допуск параллельности измерительных поверх.
5, 10, 25, 50	$\pm 4$	2
75 и 100	$\pm 4$	2,5
125 и 150	$\pm 4$	3
175 и 200	$\pm 5$	4
	$\pm 6$	6

4. Для определения вариации /нестабильность/ показаний микрометра следует каждый размер измерять трижды; разность между повторным измерениями дает вариацию.

5. По окончании работы:

а) Промыть измерительные поверхности инструмента и плоскопараллельных концевых мер.

б) Протереть мягкой тканью и смазать антикоррозийной смазкой, уложить в футляр.

в) Убрать рабочее место.

6. Составить отчет по форме.

### ФОРМА ОТЧЕТА

афедры ремонта машин	роверка погрешностей показаний гладкого микрометра	Работа № 17
----------------------	--	-------------

Задание: 1. Изучить устройство , назначение, классификацию плоскопараллельных концевых и порядок составления блоков из них.

2. Проверить микрометр с пределами измерения 0-25, и 25-50 мм с помощью плоскопараллельных концевых мер длины и дать заключение о годности.

3. Допустимые отклонения от нормальной температуры при измерений

Результаты проверки занести в таблицу.

Микрометр с пределами измерения 0-25				Микрометр с пределами измерения 25-50		
п/п	Размер блока из концевых мер	Показания микрометра	Показан ия микро метра	Погрешность показаний	Показания микрометра	Погрешность показаний
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
Допустимая погрешность показания микрометра -						
Измеренное отклонение от плоскостности -			Допуск плоскостности-			
Измеренное отклонение от параллельности -			Допуск параллельности измерит. поверхностей-			

## 2.1 Лабораторная работа №5 (2 часа).

**Тема: «Устройство и эксплуатация индикаторных скоб»**

### 2.1.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство индикаторов часового типа (области их применения), индикаторных скоб.

### 2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение и устройство индикаторов часового типа, индикаторных скоб.

2. Изучить порядок настройки и методику измерения индикаторными скобами.

3. Измерить индикаторной скобой диаметры поршня д.в.с., предварительно настроив прибор для измерения заданного размера поршня.

4. По результатам измерения определить величины отклонений от правильной геометрической формы поверхностей, дать заключение о годности. Для гильзы с диаметром  $\Phi 130$  мм построить график изменения размеров ее по высоте, т.е. установить характер износа гильз в процессе эксплуатации.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1 Индикаторная скоба СИ 50 ГОСТ 11098 – 75;

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

**4.1. Изучить назначение, устройство, порядок настройки и методику измерения индикаторными приборами**

Сведения об индикаторных приборах

К индикаторным относятся приборы, в которых измерительными головками являются индикаторы. На практике наиболее часто применяются индикаторные скобы, индикаторные нутромеры, индикаторные глубиномеры, а также штативы и стойки с индикаторами для измерения размеров деталей, отклонений формы и расположения

поверхностей. Индикаторы и индикаторные приборы относятся к группе рычажно-механических приборов.

Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм является наиболее распространенными измерительными головками. Принцип их действия основан на преобразовании возвратно-поступательного движения измерительного стержня во вращательное движение стрелки при помощи зубчатого передаточного механизма.

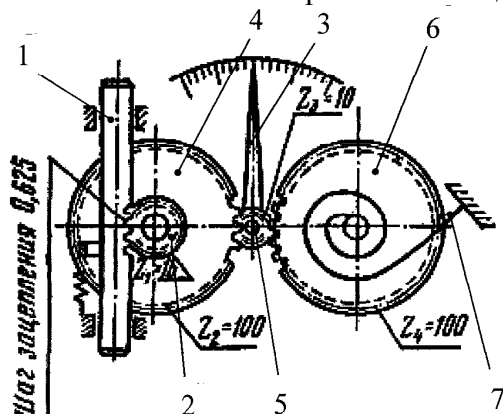
Схема индикатора представлена на рис. 4.1.

Общий вид индикатора часового типа (тип ИЧ) представлен на рис. 4.2.

Индикаторы часового типа предназначены для использования в цеховых условиях при выполнении операций технологических процессов изготовления, сборки и испытания изделий. Индикаторы часового типа выпускают двух исполнений: типа ИЧ – с перемещением стержня параллельно шкале (рис. 4.2) и типа ИТ – с перемещением стержня перпендикулярно шкале.

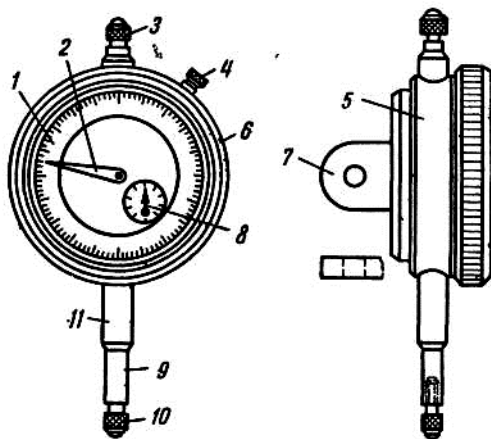
На лицевой стороне индикаторов часового типа (рис. 4.2) имеются две шкалы: большая шкала 1 с нанесенными на ней 100 делениями с ценой деления 0,01 мм и малая шкала с миллиметровыми делениями.

Перемещение измерительного стержня 9 на 1 мм вызывает поворот большой стрелки на  $360^\circ$  и малой стрелки 8 на одно деление, т. е. на 1 мм.



**Рис. 4.1. Кинематическая схема индикатора:**

1 – измерительный стержень; 2,4,5,6 – зубчатые колеса; 3 – основная (большая) стрелка; 7 – спиральная пружина



**Рис. 4.2. Индикатор часового типа:**

1 – большая шкала; 2 – стрелка; 3 – головка измерительного стержня; 4 – стопор; 5 – корпус; 6 – ободок; 7 – ушко; 8 – указатель чисел оборотов (целых мм); 9 – измерительный стержень; 10 – наконечник; 11 – гильза

Шкала большой стрелки вместе с рифлёным ободком поворачивается относительно корпуса головки, таким образом, любое значение шкалы совмещается с концом стрелки 2.

При чтении размеров по шкалам индикатора часового типа целое число миллиметров отсчитывается стрелкой указателя оборотов по малой шкале. Сотые доли миллиметров отсчитываются стрелкой по большой шкале.

На практике также находят применение многооборотные индикаторы повышенной точности (рычажно-зубчатые измерительные головки) 1МИГ и 2МИГ с ценой деления 0,001 мм и 0,002 мм, однооборотные рычажно-зубчатые головки типа 1ИГ и 2ИГ с ценой деления 0,001 мм и 0,002 мм.

Индикаторы применяют для измерения размеров, отклонений формы и расположения поверхностей при закреплении их в стойках, штативах или в специальных приспособлениях.

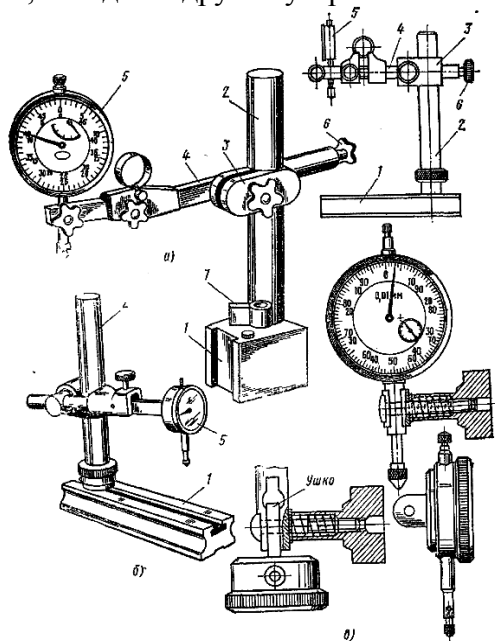
На рис. 4.3 представлены штативы и примеры закрепления в них индикаторов часового типа.

Штативы с магнитным основанием отличаются от штативов других типов постоянными магнитами, встроенными в основание штативов. Посредством этих магнитов штативы удерживаются на стальных и чугунных изделиях без дополнительного закрепления. Включение магнитов в основании штатива приводится рычагом 7.

На рис. 4.4 представлены различные типы стоек для закрепления измерительных головок.

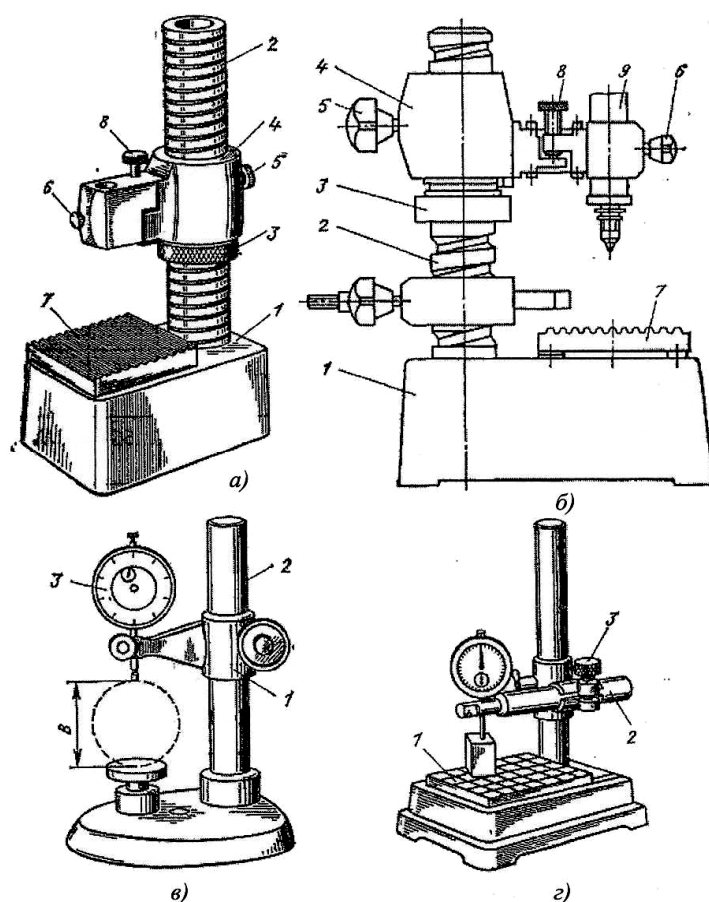
На рис. 4.5 представлены примеры проверки радиального биения индикатором часового типа, закрепленным в штативе.

Широко применяются индикаторы как измерительные головки в различных приборах, стендах и других устройствах.



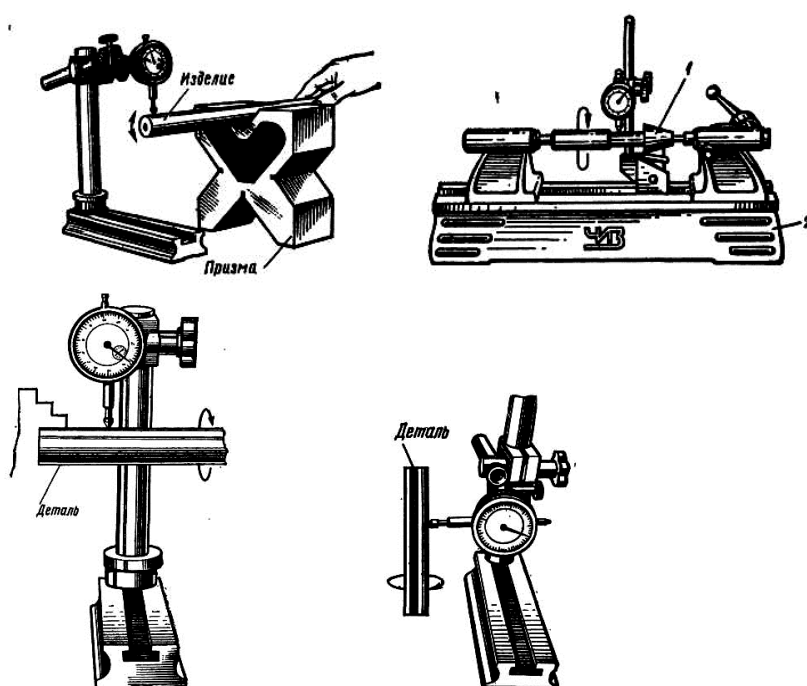
**Рис. 4.3. Штативы типа ШМ-II (а), Ш-II (б) и примеры закрепления в них индикаторов часового типа (в):**

1 – основание; 2 – колонка; 3 – муфта; 4 – стержень; 5 – измерительная головка; 6 – винт микроподачи; 7 – рычаг включения магнитов



**Рис. 4.4. Типы стоек: С-I (а), С-II (б), С-III (в), С-IV (г)**

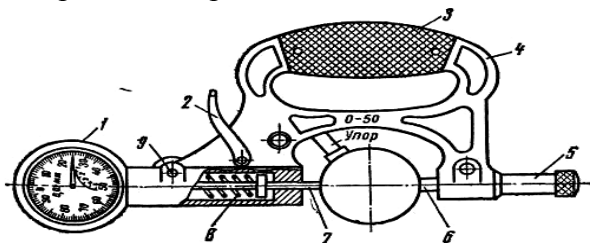
а) и б): 1 – основание; 2 – цилиндрическая колонка; 3 – гайка; 4 – кронштейн; 5, 6 – винты; 7 – ребристый стол; 8 – винт механизма микроподачи; 9 – измерительная головка;  
в): 1 – кронштейн; 2 – цилиндрическая колонка; 3 – индикатор;  
г): 1 – стол; 2 – кронштейн со стержнем; 3 – хомутик



**Рис. 4.5. Проверка радиального биения**  
**Назначение, настройки индикаторных скоб и измерение ими**

Индикаторные скобы (рис. 4.6) предназначены для измерения наружных размеров относительным методом. Верхний предел измерения 1000 мм.

Для настройки скобы составляют блок ПКМД по номинальному размеру контролируемого изделия. Освобождают стопор переставной пятки и снимают предохранительный колпачок 5 (рис. 4.6). Установив блок ПКМД между измерительными поверхностями и перемещая переставную пятку 6, устанавливают малую стрелку индикатора 1 на «1» и большую стрелку на нулевое деление, после чего переставная пятка стопорится и закрывается защитным колпачком.



**Рис. 4.6. Индикаторная скоба:**

1 – индикатор; 2 – отводка; 3 – теплоизоляционные накладки; 4 – корпус; 5 – колпачок; 6 – переставная пятка; 7 – подвижная пятка; 8 – пружина; 9 – винт

Проверяют стабильность показаний отсчетного устройства. Для этого, нажимая на арретир (отводку) 2, отводят подвижную пятку 7 три раза от блока ПКМД и возвращают обратно. При этом стрелка не должна смещаться с нулевой отметки более чем на половину деления. Снова нажав на арретир, вынимают блок ПКМД.

При измерении скобу рекомендуют держать так, чтобы ее полная масса не передавалась на подвижную пятку. Нажав на арретир, между измерительными поверхностями пяток вводят контролируемое изделие, затем, опустив арретир, находят оптимальное положение прибора относительно измеряемого изделия. Линия измерения должна совпадать с диаметром и быть перпендикулярной измерительным поверхностям изделия. Отсчитывают показания по шкале отсчетного устройства с учетом знака “+” или “-”. Действительный размер изделия определяется суммированием номинального размера блока ПКМД и отклонения по шкале отсчетного устройства.

По окончании измерений вновь устанавливают блок ПКМД и проверяют, не сбилась ли нулевая установка.

## **2.1 Лабораторная работа №6 (2 часа).**

**Тема: «Устройство и эксплуатация индикаторных нутромеров»**

### **2.1.1 Цель работы:**

1. Изучить назначение, устройство индикаторов часового типа (области их применения), индикаторных нутромеров.
2. Приобрести навыки в измерении индикаторными нутромерами.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение и устройство индикаторных нутромеров.
3. Измерить индикаторным нутромером внутренние диаметры гильз, предварительно установив прибор на нуль.
4. По результатам измерения определить величины отклонений от правильной геометрической формы поверхностей, дать заключение о годности. Для гильзы с диаметром  $\Phi 130$  мм построить график изменения размеров ее по высоте, т.е. установить характер износа гильз в процессе эксплуатации.



### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Индикаторный нутромер 6 – 10 ГОСТ 9244 – 75.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### Назначение и устройство индикаторных нутромеров

Индикаторные нутромеры предназначены для измерения внутренних размеров, например, диаметров отверстий, методом сравнения с мерой (относительным методом).

Индикаторные нутромеры с ценой деления индикаторов часового типа 0,01 мм типа НИ выпускаются для измерения размеров от 6 до 1000 мм (по диапазонам измерения 6–10, 10–18, 18–50, 50–100, 100–160 и т.д.).

Применяются также нутромеры с ценой деления 0,001 мм с измерительной головкой 1ИГ для размеров от 3 до 10 мм и нутромеры с ценой деления 0,002 мм с измерительной головкой 2ИГ для размеров от 10 до 260 мм.

Индикаторный нутромер типа НИ-100 представлен на рис. 5.1.

В корпус 1 нутромера вставлена втулка-вставка 2, в которую с одной стороны ввернут сменный неподвижный измерительный стержень 3, а с другой стороны установлен подвижный измерительный стержень 4, воздействующий на рычаг 5, закрепленный на оси 6. Положение неподвижного стержня фиксируется гайкой 7. В корпусе размещен шток 8, отжимаемый к рычагу 5 измерительным стержнем индикатора часового типа 9 и спиральной пружиной 10. Индикатор закреплен в трубке нутромера зажимным винтом. Шток 8, воздействуя на рычаг 5, отводит подвижный стержень 4 в крайнее положение и при измерении внутренних размеров создает требуемую силу измерения.

Центрирующий мостик 12, прижимаемый двумя пружинами 11 к поверхности контролируемого отверстия, обеспечивает совмещение линии измерения с диаметром отверстия.

Нутромер укомплектовывается сменными измерительными стержнями, которые подбирают и ввертывают в корпус нутромера в зависимости от размера отверстия и пределов измерения.

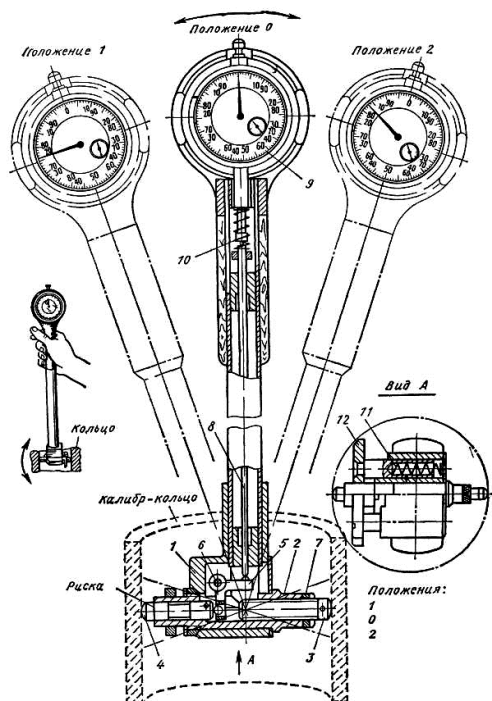
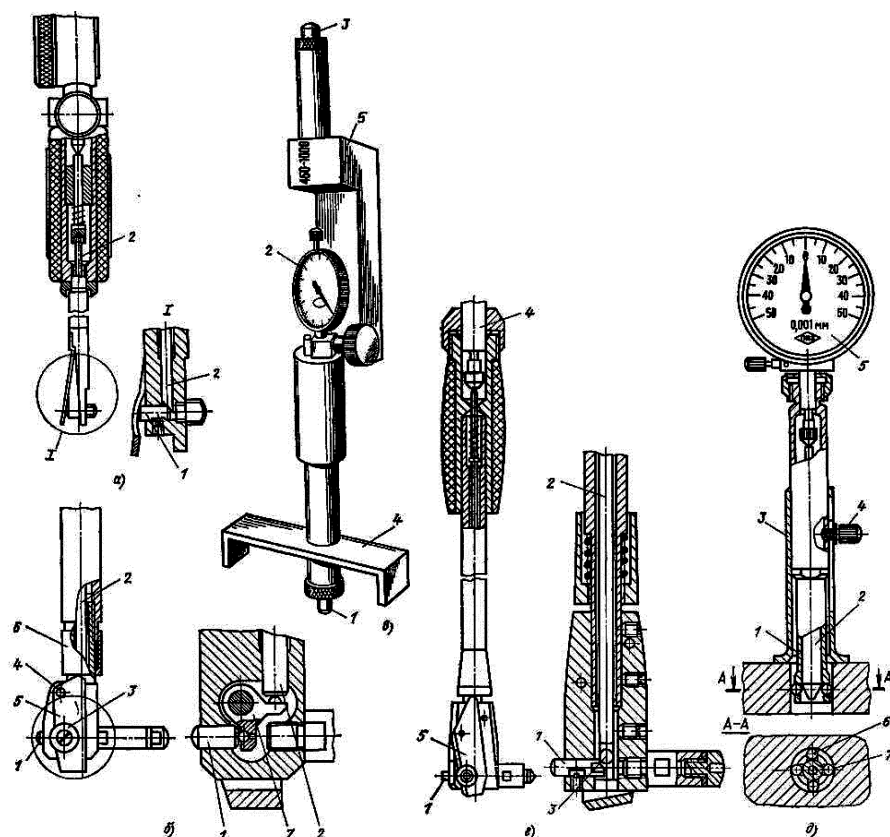


Рис. 5.1. Индикаторный нутромер типа НИ – 100:

1 – корпус; 2 – втулка-вставка; 3 – неподвижный измерительный стержень; 4 – подвижный измерительный стержень; 5 – рычаг; 6 – ось рычага; 7 – гайка; 8 – шток; 9 – индикатор; 10-пружина; 11 – пружина; 12 – центрирующий мостик

Индикаторные нутромеры других типов и моделей представлены на рис.5.2.



**Рис. 5.2. Индикаторные нутромеры типа:**

а) – НИ-10: 1 – измерительный стержень; 2 – шток; б) – НИ-50: 1 – измерительный стержень; 2 – шток; 3 – ролики; 4 – ось; 5 – скоба; 6 – стакан с пружиной; 7 – рычаг; в) – НИ-1000: 1 – подвижный измерительный стержень; 2 – индикатор часового типа; 3 – неподвижный измерительный стержень; 4 – центрирующий мостик; 5 – корпус; г) – мод. 109: 1 – подвижный стержень; 2 – шток; 3 – шарик; 4 – измерительная головка с ценой деления 0,001 или 0,002 мм; 5 – центрирующий мостик; д) – мод. 104: 1 – сменная измерительная вставка; 2 – шток; 3 – упор; 4 – винт; 5 – рычажно-зубчатая головка; 6 и 7 – шарики

По конструктивному оформлению они могут быть разделены на следующие основные типы: цанговые – для измерения диаметров малых отверстий, с клиновой передачей (рис.4.8,а), с рычажной передачей (рис. 5.1 и 5.2,б) для измерения наиболее ходовых размеров и с прямой передачей (рис. 5.2,в).

На рис. 4.8,д представлен нутромер с конусно-шариковой передачей.

Нутромер НИ-50 (рис.5.2,б) для совмещения линии измерения с диаметром изделия имеет оригинальный центрирующий мостик, состоящей из скобы 5 с установленными на ее боковых сторонах роликами 3, вращающимися на осях, закрепленных в скобе. Стакан 6 с расположенной в нем пружиной отжимает скобу 5 таким образом, что она, поворачиваясь на оси 4, обеспечивала через ролики 3 нормированную силу измерения.

#### **Настройка индикаторных нутромеров и порядок измерений ими**

Измерения индикаторным нутромером начинают с настройки его на заданный номинальный размер отверстия.

Настройку нутромера осуществляют по плоскопараллельным концевым мерам длины (ПКМД), которые закрепляются в державке 3 между боковиками 2 (рис. 5.3,а), или по аттестованным кольцам (рис. 5.3,б), или по гладкому микрометру класса точности "0" (рис. 5.3,в).

Для установки на требуемый размер нутромеров с ценой деления измерительных головок 0,001 мм и 0,002 мм завод «Калибр» выпускает наборы (комплекты) установочных колец с различными номинальными размерами. Например, комплект мод. 928.4 включает кольца следующих размеров: 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 45; 48; 50 мм. Выпускаются также комплекты колец 928.2; 928.3; 930, которые охватывают размеры от 6 до 160 мм.

Индикаторные нутромеры настраивают следующим образом:

1. Подбирают переставной стержень нутромера по номинальному размеру отверстия.

2. Закрепляют в державке между боковиками блок ПКМД с размером, равным номинальному размеру отверстия, или устанавливают на данный размер микрометр, закрепленный в стойке, или используют аттестованное кольцо соответствующего размера.

3. Вводят измерительные поверхности стержней индикаторного нутромера между измерительными поверхностями боковиков или микрометра, или в установочное кольцо (рис. 5.3).

4. Вращением переставного стержня доводят до соприкосновения измерительные поверхности стержней нутромера с измерительными поверхностями боковиков или микрометра, или установочного кольца.

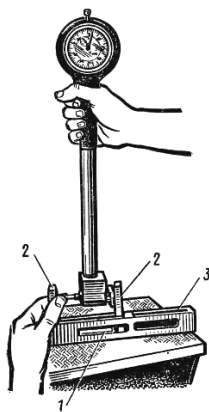
Вывертывают переставной стержень далее, создавая предварительный натяг (обычно малую стрелку индикатора устанавливают на "1", так как индикаторы часового типа имеют наименьшую погрешность в начале второго оборота). Затем стопорят переставной стержень.

5. Небольшим покачиванием нутромера в вертикальной плоскости из положения "1" в положение "2" (рис. 5.1) и наоборот находят его оптимальное положение (положение "0" рис. 4.7), при котором линия измерения перпендикулярна измерительным поверхностям боковиков или микрометра, или установочного кольца (в вертикальной поверхности). При настройке по ПКМД и микрометру аналогичную операцию повторяют, вращая нутромер вокруг вертикальной оси (т. е. в горизонтальной плоскости). При нахождении оптимального положения индикаторного нутромера наблюдают за показаниями индикатора.

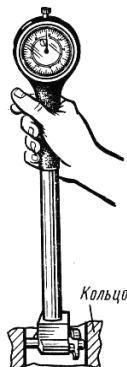
Оптимальному положению соответствует максимальное отклонение большой стрелки индикатора (т. е. момент, когда стрелка занимает крайнее положение при вращении по часовой

стрелке и изменяет направление своего движения в обратную сторону). В этом положении нутромера устанавливают большую стрелку на ноль поворотом шкалы (поворотом ободка индикатора).

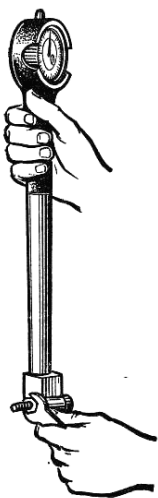
6. Поднимая за головку индикатора и опуская несколько раз измерительный стержень, проверяют постоянство показаний. Предварительно повторным покачиванием прибора проверяют правильность нулевой установки.



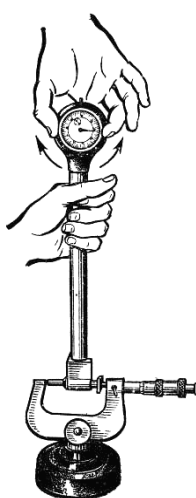
а)  
Установка по концевым мерам 1, закрепленным в державке 3 с боковиками 2.



б)  
Установка по аттестованному установочному кольцу. Исключается погрешность центрирующего мостика.



Закрепление неподвижного измерительного стержня гаечным ключом



в)  
Установка поворотного ободка

Рис. 5.3. Настройка индикаторного нутромера по плоскопараллельным концевым мерам длины (а), по аттестованному установочному кольцу (б), по микрометру (в)

7. При измерении размеров отверстий поджимают центрирующий мостик и вводят нутромер в отверстие наклонно, т.е. сначала поджатый мостик, а потом переставной стержень (положение 1 рис. 5.1). Покачивая нутромер в вертикальной плоскости (как и при настройке), фиксируют наибольшее показание стрелки индикатора, и читают показания индикатора часового типа.

В таблицу формы отчета записывают действительные размеры ( $D_d$ ), которые определяют следующим образом:

$$D_d = D + \Delta, \quad (4.1)$$

где  $D$  – размер, на который проводилась настройка;  
 $\Delta$  – отклонение размера  $D_d$  от  $D$ .

$$\Delta = y - u, \quad (4.2)$$

где  $y$  – показание индикатора при настройке (например, 1,0);  
 $u$  – показание индикатора при измерении размера отверстия (например 0,92 или 1,15 и т. п.).

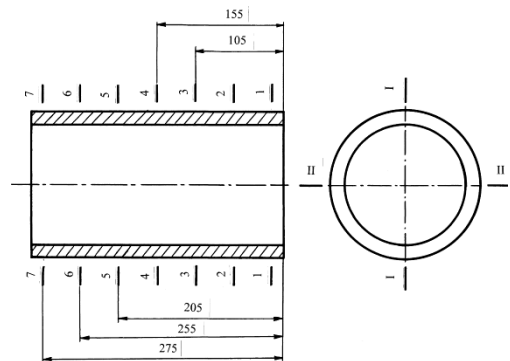
8. После окончания измерений нутромер снова наклоняют в сторону центрирующего мостика и в таком положении извлекают из отверстия. Результаты измерений занести в таблицу и составить отчет по прилагаемой форме.

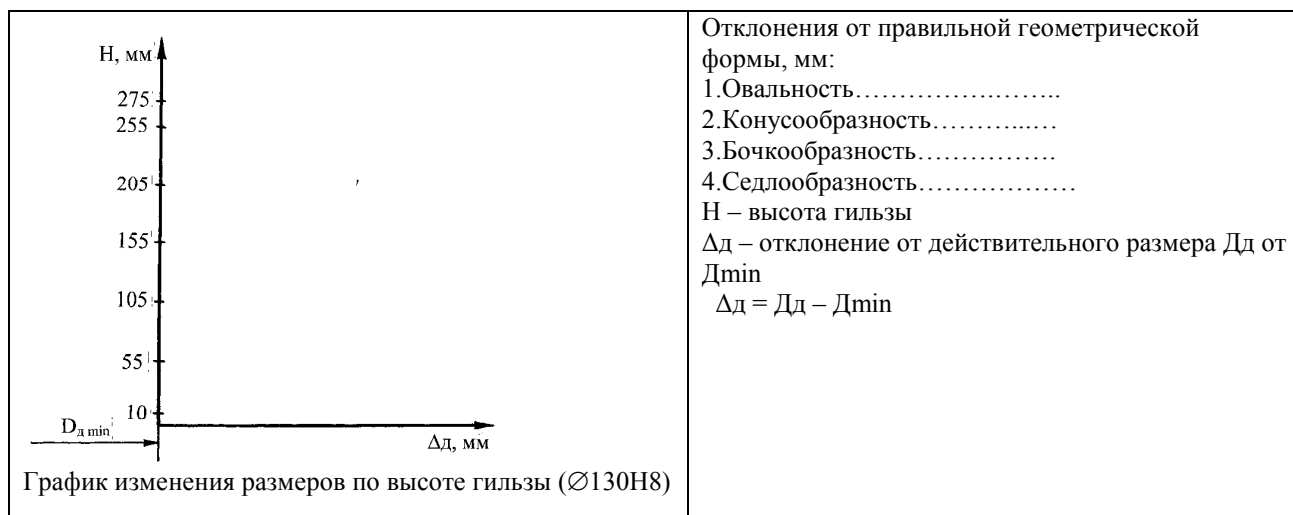
Примечания:

1. Пример обозначения индикаторной скобы с диапазоном измерения 0 – 150 мм: скоба СИ 50 ГОСТ 11098 – 75.

2. Пример условного обозначения нутромера с ценой деления 0,001 мм, с диапазоном измерения 6 – 10 мм: нутромер 6 – 10 ГОСТ 9244 – 75; то же, с ценой деления 0,01 мм класса точности 1: нутромер НИ 6 – 10 – 1 ГОСТ 868 – 82.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин		Измерение индикаторным нутромером.						Работа № 4,5			
 <p>Эскиз детали и схема измерений</p>								Схема расположения полей допусков			
Результаты измерений								Предельные диаметры		Заключение о годности	
Направ-ление измерен	Сечения, перпендикулярные оси.							Д <sub>max</sub>	Д <sub>min</sub>		
	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6	7-7				
Гильза 1 – Ø130 Н8      Настройка по мерам длины											
I – I											
II – II											
Гильза 2 – Ø102 Н9      Настройка по микрометру											
	Верхнее		Среднее		Нижнее						
I – I											
II – II											



Подпись студента

Подпись преподавателя

## 2.1 Лабораторная работа №7 (2 часа).

**Тема: «Измерение углов угломером с нониусом типа 1»**

### 2.1.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство угломера с нониусом типа 1 (мод. УМ);
2. Приобрести навыки измерения углов угломером мод. УМ.

### 2.1.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться, изучить назначение, устройство угломера типа 1.

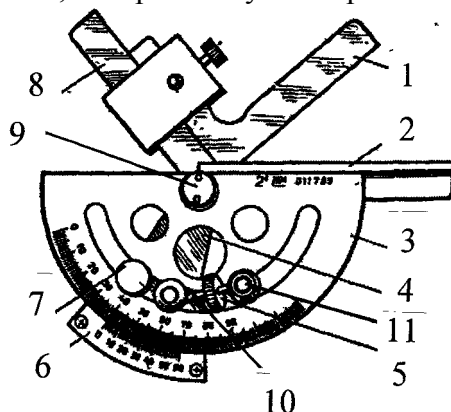
### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Угломеры типа 1 (модель УМ).
2. Многоугольники для измерения углов.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### 4.1. Изучить назначение, устройство угломеров типа 1 (мод. УМ).

Угломер с нониусом типа 1 (мод. УМ), представленный на рис. 6.1, предназначен для измерения наружных углов в пределах от 0 до 180°. К основанию 3, выполненному в виде полудиска с прорезью и нанесенной на нем шкалой от 0 до 120° с ценой деления 1°, прикреплена линейка 2. Основание через ось 9 соединено с угловым сектором 4 с линейкой 8, которые могут поворачиваться на оси.



**Рис. 6.1. Угломер мод. УМ:**

1 – угольник; 2 – линейка основания; 3 – основание; 4 – сектор; 5 – устройство для микрометрической подачи; 6 – нониус; 7 – стопор; 8 – подвижная линейка; 9 – ось; 10 – микрометрический винт; 11 – гайка

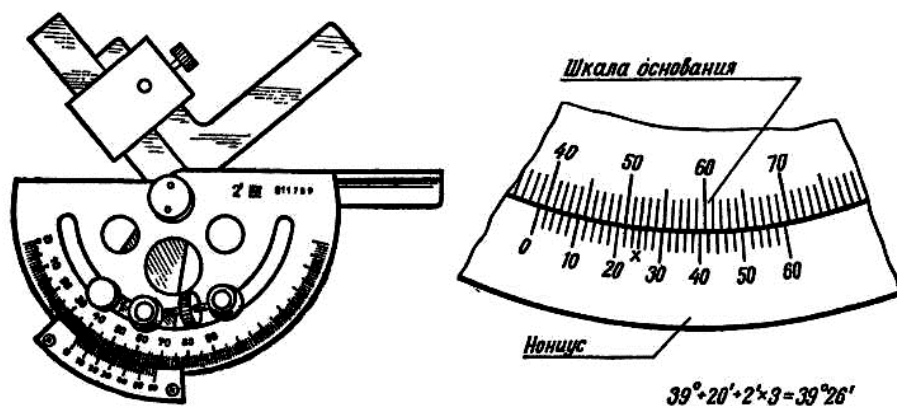
К сектору 4 винтами прикреплена шкала углового нониуса 6. Перемещение сектора с линейкой 8 осуществляется при освобожден ном стопоре 7. Точная установка угломера на размер проводится с помощью микрометрической подачи, состоящей из микрометрического винта 10 с гайкой 5 и стопорного приспособления с гайкой 11. В последних конструкциях угломера механизм микрометрической подачи выполнен в виде корпуса цилиндрической формы с накаткой и со спиральным пазом на внутренней поверхности, в которой входит штифт, жестко связанный с сектором. Сверху установлен стопорный винт основания корпуса. При использовании механизма микрометрической подачи стопорный винт заворачивается (стопорится основание), после чего поворотом корпуса обеспечивается перемещение сектора с подвижной линейкой.

**Перед началом измерения стопорные винты сектора и механизма микрометрической подачи должны быть отпущены .**

Углы от  $0^0$  до  $90^0$  измеряют, используя дополнительный угольник, закрепленный на линейке с помощью державки с зажимом (рис. 6.2).

При измерении тупых углов угломер используется без угольника (рис. 6.3).

Методика измерения углов представлена на рис. 5.4.



**Рис. 6.2. Угломер при измерении острых углов**

Прижимая слегка правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания, перемещают ее, уменьшая просвет между деталью и второй измерительной поверхностью угломера до полного их соприкосновения.

При необходимости для плотного без зазорного соприкосновения измерительных поверхностей угломера с измеряемым изделием используют микроподачу сектора.

После того как угломер установлен относительно детали, проверяют равномерность просвета между измерительными и проверяемыми поверхностями или его отсутствие, фиксируют положение сектора стопором 7 и читают показания угломера.

При отсчете значений углов целое число градусов определяют по шкале основания относительно нулевого деления нониусной шкалы (рис. 6.2). Минуты отсчитываются по нониусной шкале следующим образом: на шкале нониуса устанавливают штрих, который совпадает со штрихом основной шкалы, его порядковый номер от нулевого штриха умножают на величину отсчета - 2'. Например (рис. 6.2 и 6.3 ), совпал 13<sup>й</sup> - штрих, значит, получаем  $2 \times 13 = 26'$ .

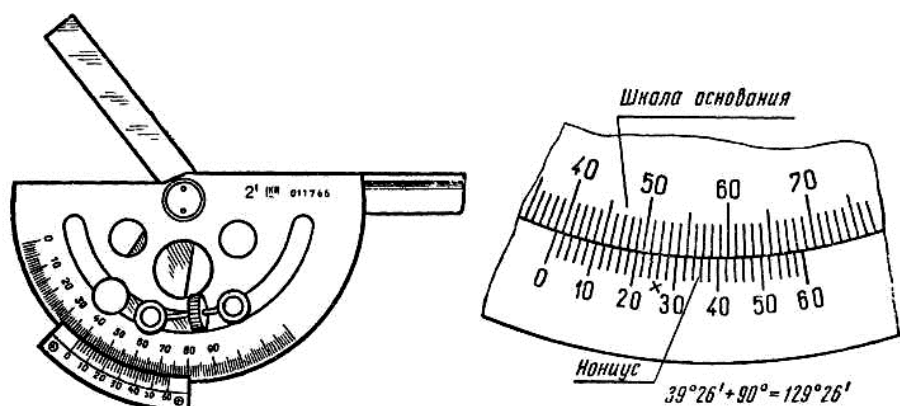


Рис. 6.3. Угломер при измерении тупых углов

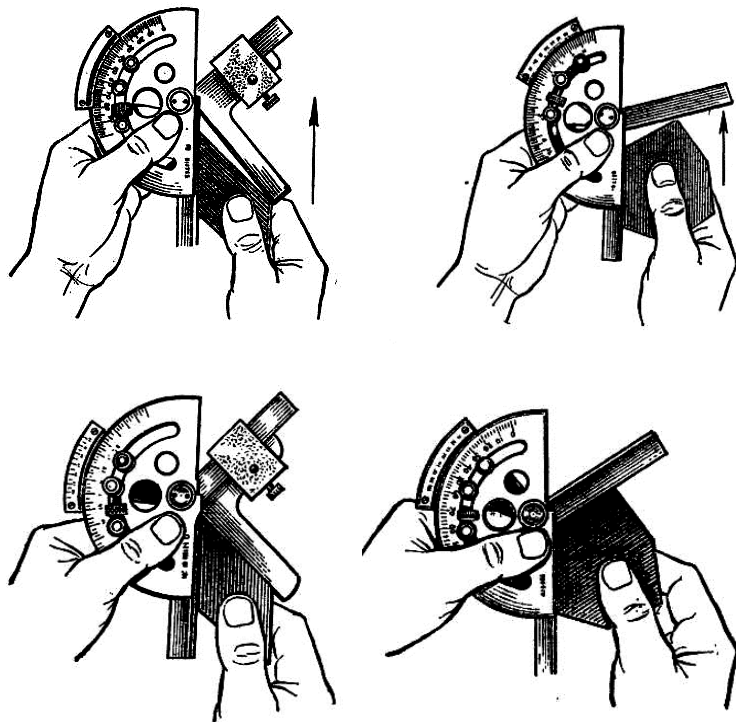


Рис. 6.4. Измерение углов угломером мод. УМ

Для удобства и быстроты отсчета на нониусной шкале представлены маркированные штрихи (10, 20, 30 и т.д.), для которых порядковый номер умножен на величину отсчета. Тогда, при отсчете минут определяется порядковый номер штриха от маркированного штриха, умножается на величину отсчета и прибавляется к показанию маркированного штриха (рис. 5.2 и 5.3).

Таблица 6.1- Характеристики угломера с нониусом (ГОСТ 5378)

Тип	Модель	Величина отсчета по нониусу	Диапазон измерения, углов,о		Основная погрешность
			наружный	внутренний	
1	2 УМ	2'	0 – 1800	-	±2'
	5 УМ	5'	0 – 1800	-	±5'

##### 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Средства измерения углов	Работа № 6
--------------------------	--------------------------	------------



**Задание 1:** Измерить углы детали угломером модели УМ. Результаты измерений занести в таблицу и дать заключение о погрешности измерения.

Таблица 5.2

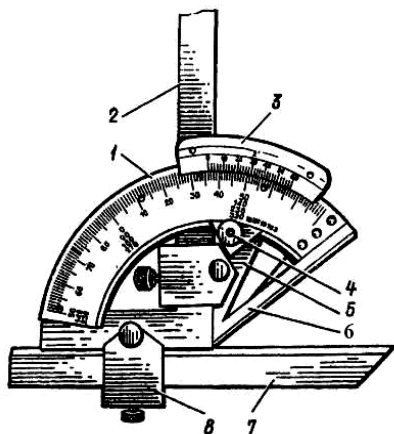
Эскиз детали	Углы	Результаты измерения / в град. и мин./			
		1	2	3	Среднее значение угла
	1				
	2				
	3				
	4				

Суммарное значение углов .....

Заключение о погрешности измерения :

#### 4.2. Изучить назначение, устройство угломеров типа 2 (мод. УН).

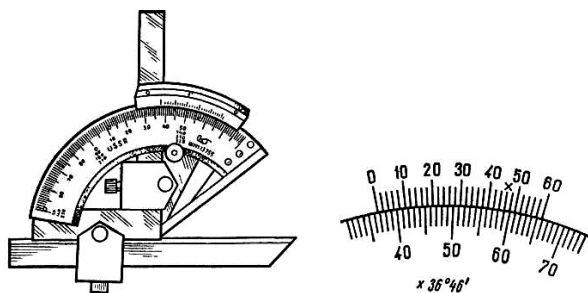
**Угломер с нониусом типа 2 (мод. УН)**, представленный на рис. 7.1, предназначен для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°.



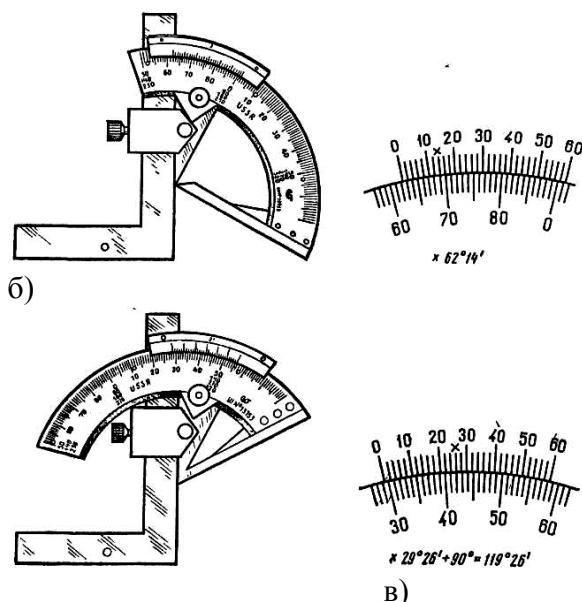
**Рис. 7.1. Угломер мод. УН:**

1 – основание; 2 – угольник; 3 – нониус; 4 – стопор; 5 – сектор; 6 – линейка основания; 7 – съемная линейка; 8 – державка

Угломер типа 2 является универсальным прибором, позволяющим измерять как наружные, так и внутренние углы. Универсальность угломера достигается конструкцией его основания и путем различных комбинаций отдельных измерительных звеньев (угольника 2 и съемной линейки 7). Измерение углов с различными диапазонами, чтение показаний и комбинаций отдельных измерительных звеньев, используемые при этом, представлены на рис. 7.2, 7.3, 7.4 и 7.5.



а)



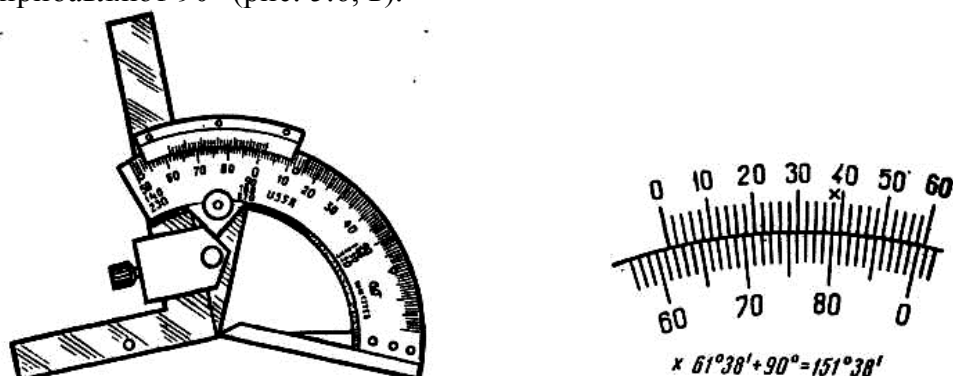
**Рис. 7.2. Комбинации измерительных звеньев и чтение размеров при измерении угломером различных наружных углов:**

а) – от 0 до 50°; б) – от 50 до 90°; в) – от 90 до 140°

При измерении наружных углов от 0 до 50° показания читают по правой части шкалы (рис. 5.6, а).

При измерении наружных углов от 50 до 90° показания читают по левой части шкалы (рис. 5.6, б).

При измерении наружных углов от 90 до 140° к показаниям правой части шкалы прибавляют 90° (рис. 5.6, в).



**Рис. 7.3. Комбинации измерительных звеньев и чтение размеров при измерении угломером наружных углов от 140 до 180°**

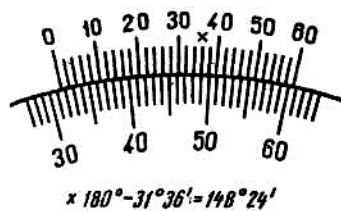
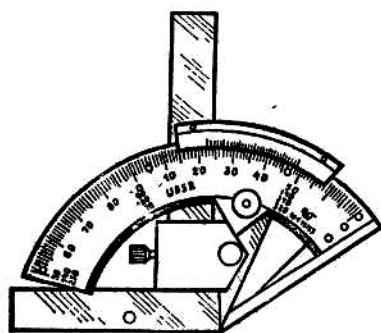
При измерении наружных углов от 140 до 180° к показаниям левой части шкалы прибавляют 90°.

При измерении внутренних углов от 180 до 130° показание правой части шкалы отнимают от 180° (рис. 7.4, а).

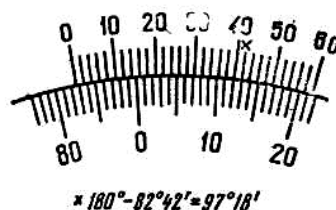
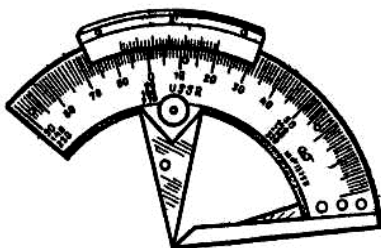
При измерении внутренних углов от 130 до 90° показания левой части шкалы отнимают от 180° (рис. 7.4, б).

При измерении внутренних углов от 90 до 40° показания правой части шкалы отнимают от 90° (рис. 7.5).

Перед измерением углов проверяют нулевую установку угломера. При плотном соприкосновении измерительной поверхности линейки 6 (рис. 7.1) с поверхностью линейки 7, нулевой штрих нониуса и нулевой штрих шкалы основания должны совпадать; при этом последний штрих шкалы нониуса должен совпадать с 29-м штрихом шкалы основания (рис. 5.10).



а)



б)

Рис. 7.4. Комбинации измерительных звеньев и чтение размеров при измерении угломером различных внутренних углов:

а) – от 180 до 130°; б) – от 130 до 90°

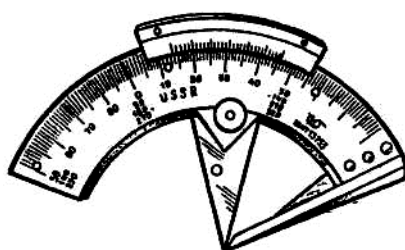


Рис. 7.5. Комбинации измерительных звеньев и чтение размеров при измерении внутренних углов от 90 до 40°

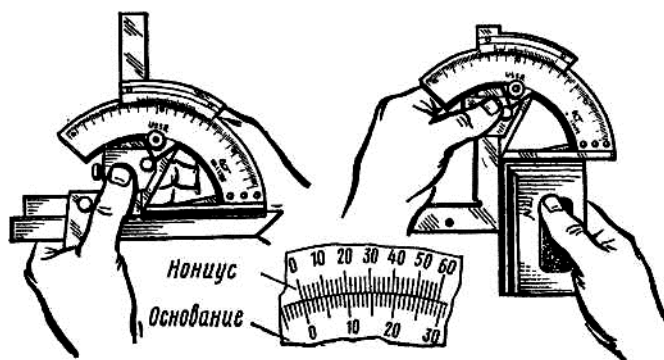


Рис. 7.6. Проверка нулевого положения угломера

Таблица 5.1

**Характеристики угломеров с нониусом (ГОСТ 5378 - 88 )**

Тип	Модель	Величина отсчета по нониусу	Диапазон измерения, углов,о		Основная погрешность
			наружный	внутренний	
1	127 (УН)	2'	0 - 3600	40 – 1800	±2'

**5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ**

Кафедра ремонта машин	Средства измерения углов	Работа № 7
--------------------------	--------------------------	------------

**Задание 1:** Измерить углы детали угломером модели УН. Результаты измерений занести в таблицу и дать заключение о погрешности измерения.

Таблица 5.3

Эскиз детали	Углы	Результаты измерений / в град. и мин./			
		1	2	3	Среднее значение угла
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Суммарное значение углов .....

Заключение о погрешности измерения :

**2.1 Лабораторная работа №8 (2 часа).**

**Тема:** «Измерение углов с оптическим угломером типа УО»

**2.1.1 Цель работы:**

1. Изучить назначение, устройство оптического угломера типа УО;
2. Приобрести навыки измерения углов оптическим угломером УО.

**2.1.2 Задачи работы:**

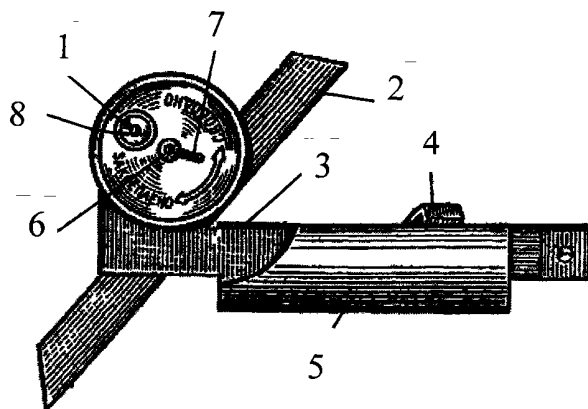
1. Ознакомиться, изучить назначение, устройство угломера типа УО.

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Оптические угломеры типа УО;
2. Многоугольники для измерения углов.

**2.1.4 Описание (ход) работы:****4.1. Изучить назначение, устройство оптического угломера типа ОУ.**

**Оптический угломер типа УО**, представленный на рис. 8.1, предназначен для измерения углов от 0° до 180° с ценой деления нониусной шкалы 5'.



**Рис. 8.1. Оптический угломер:**

1 – корпус; 2 – сменная линейка; 3 – сдвоенная линейка; 4 – прижим; 5 – подставка; 6 – маховичок; 7 – рукоятка; 8 – лупа

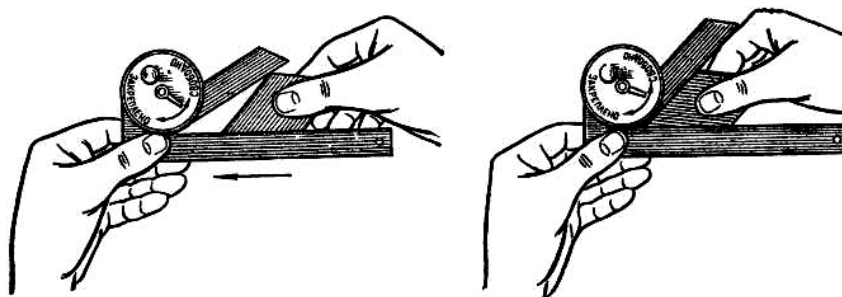
При измерении углов, когда одной из сторон будет цилиндрическая или коническая поверхность, используется подставка 5.

Подготовка оптического угломера к работе и измерение угла проводятся в следующем порядке: при отпущенном маховичке 6 (отпускается поворотом против часовой стрелки) вставить сменную линейку 2 в вырез корпуса 1 так, чтобы выступ в вырезе вошел в паз сменной линейки. Поворотом маховичка 6 по часовой стрелке закрепить её по длине в удобном для измерения положении;

поворотом рукоятки 7 против часовой стрелки освободить угловой зажим линеек;

рабочие плоскости линеек плотно приложить к плоскостям или рёбрам, образующим измеряемый угол (рис. 8.2, 8.3). Плотность прилегания рекомендуется проверять на свет.

Измерение углов от 0 до 90°, когда стороны проверяемых углов прикасаются к верхней измерительной поверхности сдвоенной линейки и нижней измерительной поверхности сменной линейки представлено на рис. 8.2.

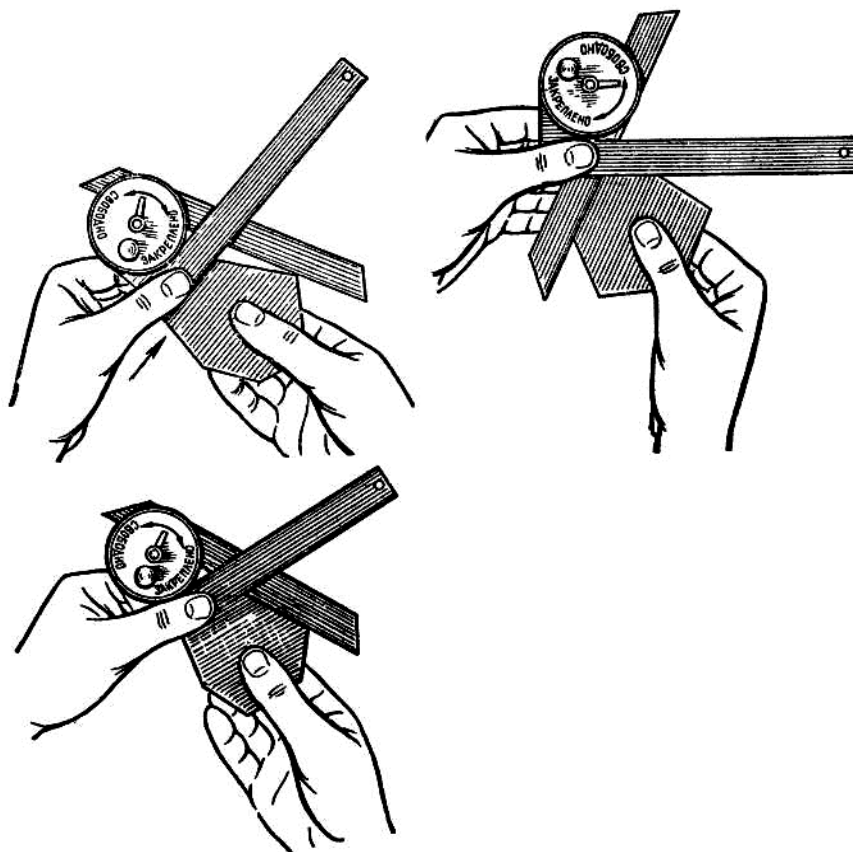


**Рис. 8.2. Измерение углов от 0 до 90°**

Измерение углов от 90° до 180°, когда стороны проверяемых углов прикасаются к нижним измерительным поверхностям сдвоенной и сменной линеек представлено на рис. 8.3. Поворотом рукоятки 7 (рис. 8.1) по часовой стрелке зафиксировать линейки в положении измеряемого угла. Угломер

следует держать левой рукой за сдвоенную линейку, зажимать линейки правой рукой, прикасаясь только к рукоятке 7, не задевая другие детали угломера;

направив окно для подсветки (расположенное с обратной стороны корпуса) в сторону источника света, снять отсчет по шкалам через окно лупы 8 (рис. 8.1), не снимая её колпачка.



**Рис. 8.3. Измерение углов от 90° до 180°**

В поле зрения имеем две шкалы нониуса - верхнюю и нижнюю. При измерении углов от 0° до 90° пользуются нижней шкалой и при измерении углов от 0° до 180° - верхней шкалой. Градусы отсчитывают по ближайшему штриху лимба, т.е. по штриху, который находится в пределах шкалы нониуса, минуты – по шкале нониуса с ценой деления – 5'. Число минут определяется штрихом градусной шкалы. Когда измеряемый угол меньше 90°, угломер показывает действительную величину этого угла. Когда измеряемый угол больше 90°, угломер показывает величину дополнительного угла. Величина измеряемого угла при этом определяется формулой:

$$\alpha_2 = 180 - \alpha_1, \quad (8.1)$$

где  $\alpha_1$  - отсчет по шкалам;  $\alpha_2$  - измеряемый тупой угол.

Ошибка отсчета не должна превышать  $\pm 2,5'$ .

Таблица 8.1

**Характеристики оптического угломера (ГОСТ 11197 – 73)**

Тип	Модель	Величина отсчета по нониусу	Диапазон измерения, углов,о		Основная погрешность
			наружный	внутренний	
УО	-	5'	0 - 1800	-	$\pm 5'$

**5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ**

Кафедра ремонта машин	Средства измерения углов	Работа № 8
--------------------------	--------------------------	------------

**Задание 1:** Измерить углы детали оптическим угломером УО. Результаты измерений занести о таблицу и дать заключение о погрешности измерения.

Таблица 8.2

Эскиз детали	Углы	Результаты измерения / в град. и мин./			
		1	2	3	Среднее значение угла
	1				
	2				
	3				
	4				

Суммарное значение углов .....

Заключение о погрешности измерения :

## **2.1 Лабораторная работа №9 (2 часа).**

**Тема: «Назначение, устройство и методика измерения на горизонтальном оптиметре»**

### **2.1.1 Цель работы:**

Приобрести навыки в измерении точных размеров деталей рычажно-оптическим прибором – горизонтальным оптиметром.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1.Изучить назначение, устройство, принцип действия и методику измерения на горизонтальном оптиметре.

2.Настроить оптиметр и произвести измерения размеров рабочего калибра-скобы для контроля валов.

3.Построить схему полей допусков калибра, определить его предельные размеры и дать заключение о годности калибра.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Оптиметр ИКГ.
2. Набор плоскопараллельных концевых мер длины и принадлежности к ним.
3. Рабочие калибры для измерения.

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

**4.1. Изучить назначение, устройство, принцип действия и методику измерения на горизонтальном оптиметре**

Оптиметры предназначены для измерения точных наружных и внутренних размеров. Горизонтальный и вертикальный оптиметры относятся к группе рычажно-оптических приборов, основанных на применении механического и оптического рычагов. Метод измерения оптиметром – контактный и относительный. Оптиметры устанавливаются на ноль чаще всего по плоскопараллельным концевым мерам длины.

Вертикальный оптиметр предназначен для наружных измерений длин в пределах от 0 до 180 мм и диаметров от 0 до 150 мм.

Горизонтальный оптиметр предназначен для наружных измерений от 0 до 350 мм и внутренних измерений от 13,5 до 150 мм.

В оптиметрах в качестве отсчитывающего устройства применяют оптическую трубку (трубку оптиметра). Трубка оптиметра является основной составной частью прибора.

Наибольшие предельные погрешности метода измерения на оптиметрах для наружных размеров до 350 мм составляют  $\pm 2,5$  мкм, при измерении внутренних размеров

до 150 мм составляют  $\pm 1,8$  мкм. Погрешность показаний оптиметра в пределах шкалы составляет:

- а) при измерении наружных размеров  $\pm 0,3$  мкм;
- б) при измерении внутренних размеров  $\pm 1$  мкм.

Горизонтальный оптиметр ИКТ представлен на рис. 9.1.

На массивном основании 1 укреплены направляющий вал 20 и предметный стол 23. На валу 20 установлены передвигающиеся кронштейны 6 и 19. На левом кронштейне винтом 10 закреплена пинола 9, а на правом трубка оптиметра 18. Позиции других деталей – см. рис. 9.1.

Предметный стол может перемещаться в разных направлениях, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Перемещение стола и особенно его повороты вокруг вертикальной и горизонтальной осей необходимы для совмещения измеряемого размера детали с осями трубки оптиметра и пиноли. Стол может также свободно смещаться на шариках в небольших пределах по направлению линии измерения. Стол поднимают и опускают маховичком 4 при отstopоренном винте 3. Винты 21 служат для закрепления ограничителей перемещения стола вверх и вниз. В направлении перпендикулярном к линии измерения, стол перемещают маховичком 22. В горизонтальной плоскости его поворачивают рукояткой 12.

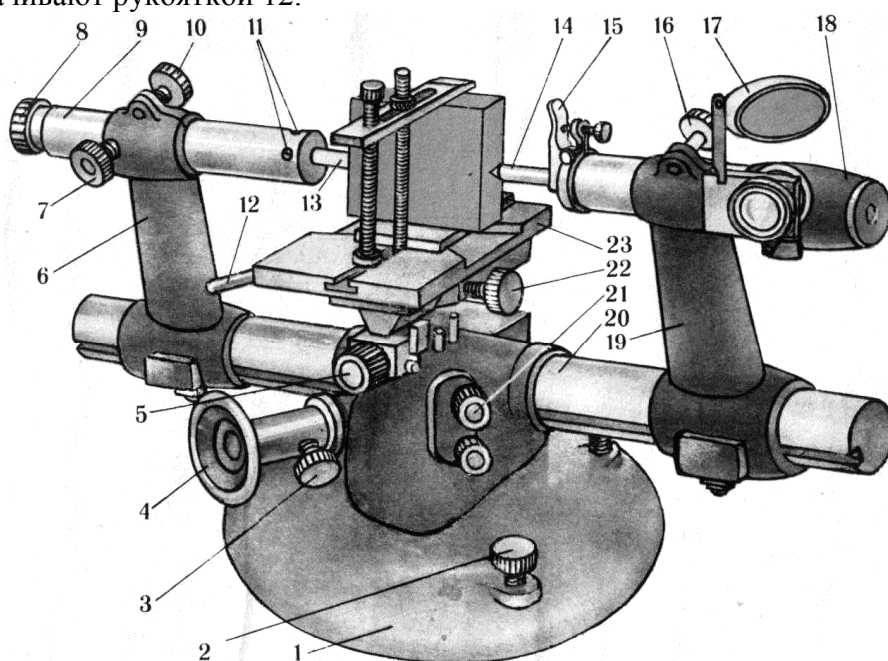


Рис. 9.1. Горизонтальный оптиметр ИКТ:

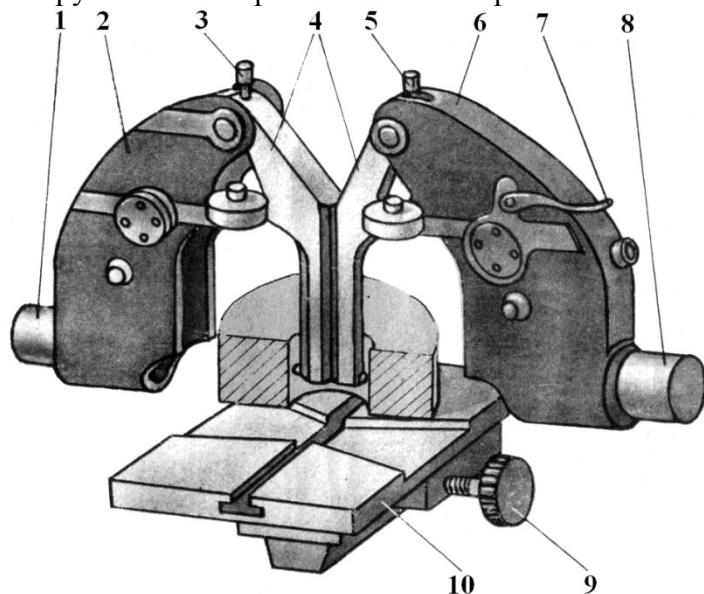
1 – основание; 2 – регулировочный винт основания; 3 – стопор вертикального перемещения стола; 4 – маховик вертикального перемещения стола; 5 – рукоятка поворота столика вокруг горизонтальной оси; 6 – кронштейн пиноли; 7 – стопор микроподачи пиноли; 8 – микроподача пиноли; 9 – пиноль; 10 – зажим пиноли; 11 – винт регулировки положения измерительного наконечника пиноли; 12 – рукоятка поворота стола вокруг вертикальной оси; 13 – измерительный наконечник пиноли; 14 – измерительный наконечник; 15 – арретир; 16 – зажим трубки оптиметра; 17 – осветительное зеркало; 18 – трубка оптиметра; 19 – кронштейн трубки оптиметра; 20 – стойка (вал); 21 – винт ограничения вертикального хода стола; 22 – маховичок поперечного перемещения стола; 23 – предметный стол

При измерении отверстий на трубки пиноли и оптиметра надеваются держатели дуг 2 и 6 (рис. 9.2) с измерительными дугами 4, которые крепятся винтами 3 и 5.

Измерительной головкой оптиметров является трубка оптиметра, изогнутая под прямым углом. Принципиальная схема трубки оптиметра показана на рис. 9.3. В передней части её расположен окуляр 12, в котором наблюдается изображение шкалы, в задней



части измерительный стержень 2, имеющий сменные наконечники - плоские, ножевидные или сферические с целью обеспечить контакт с измеряемым изделием в точке или по линии. В трубке оптиметра механический рычаг сочетается с оптическим.



**Рис. 9.2. Измерение диаметра отверстия:**

1 – пиноль; 2, 6 – держатели дуг; 3, 5 – крепежные винты; 4 – измерительные дуги; 7 – отводной рычаг; 8 – трубка оптиметра; 9 – винт поперечного перемещения стола; 10 – предметный стол

Цена деления шкалы прибора 0,001 мм. Пределы измерения по шкале  $\pm 0,1$  мм. Величина измерительного усилия  $200 \pm 20$  грамм.

Трубка оптиметра может быть укреплена в вертикальной стойке, в этом случае прибор называется вертикальным оптиметром, и в горизонтальной стойке, в этом случае прибор называется горизонтальным оптиметром. Процесс измерения трубкой оптиметра происходит следующим образом.

Пучок лучей от источника света направляется зеркалом 10 в щель корпуса трубки, преломляется в трехгранной призме 11 и проходит через шкалу, нанесенную на прозрачной пластинке 9. Пластина 9 находится в фокальной плоскости объектива 7.

Главная оптическая ось объектива проходит через центр сечений пластины 9 и зеркала 6. Шкала нанесена на пластине 9 на расстоянии "b" от главной оптической оси.

Изображение шкалы проходит через призму 8, где лучи преломляются на  $90^\circ$  и идут через объектив 7. Пройдя объектив, лучи направляются параллельным пучком к зеркалу 6, прижатому пружиной к измерительному стержню 2. Затем, отражаясь от зеркала, идут обратно тем же путем и дают на стеклянной пластинке 9 смещенное изображение шкалы, наблюдаемое через объектив. Ход отраженного луча показан, серым цветом. Изображение шкалы на пластине 9 будет смещено относительно самой шкалы как по оси X (величина постоянная), так и по оси Z. Величина и направление смещения изображения шкалы по оси Z зависит от угла наклона зеркала 2. Настройка оптиметра производится по блоку концевых мер.

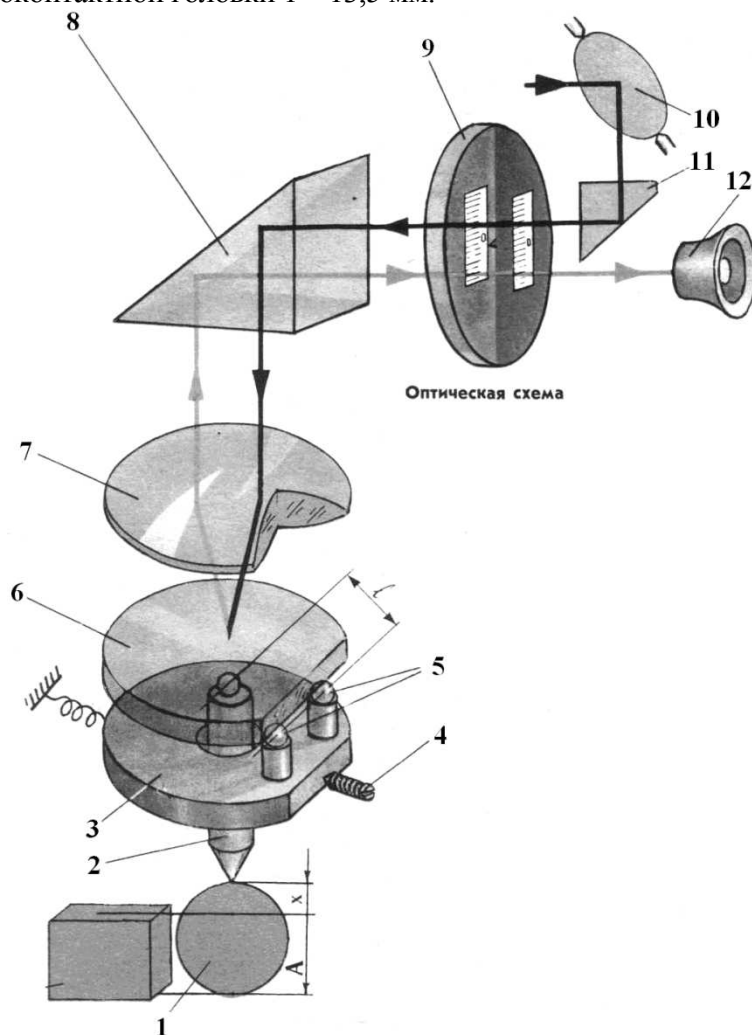
После настройки блок мер убирают и устанавливают объект измерения 1. Если размер объекта измерения отличается от размера блока мер (например, на величину x, рис. 9.3), то это приведет к изменению угла наклона зеркала и к смещению изображения шкалы по оси Z, т. е. по шкале отсчитывают отклонения от размера настройки.

При перемещении измерительного стержня на 1 мкм изображение шкалы смещается на одно деление.

В последние годы выпускается горизонтальный оптиметр ИКТ – 3 (рис. 9.4).

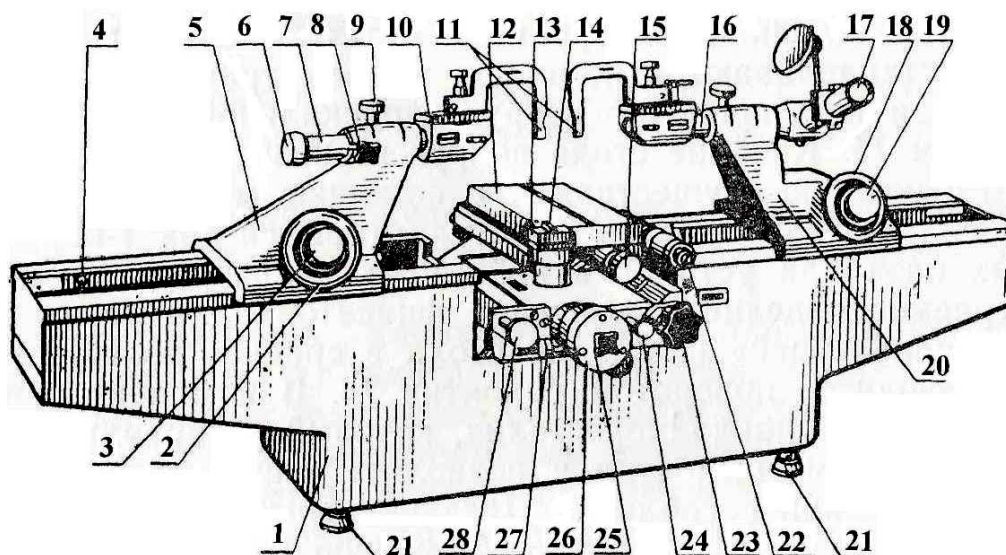
Горизонтальный оптиметр ИКТ – 3 имеет следующую характеристику:

цена деления шкалы 0,001 мм; пределы измерений шкалы  $\pm 0,01$  мм; диапазоны измерений наружных длин и диаметров 0 – 500 мм; внутренних длин 13,5 – 400 мм; внутренних диаметров 13,5 – 150 мм; внутренних длин и диаметров с помощью электроконтактной головки 1 – 13,5 мм.



**Рис. 9.3. Схема трубки оптиметра:**

1 – измеряемый объект; 2 – измерительный стержень; 3 – основание опор зеркала; 4 – регулировочный винт; 5 – опоры зеркала; 6 – блок концевых мер; 7 – объектив; 8 – преломляющая призма; 9 – прозрачная пластина со шкалой и указателем; 10 – зеркала; 11 – трехгранная призма; 12 – окуляр



**Рис. 9.4. Горизонтальный оптиметр ИКТ-3:**

1 — станина; 2 — маховик для перемещения пинольной бабки; 3 — стопорный винт пинольной бабки; 4 —уровень; 5 — пинольная бабка; 6 — микрометрический винт пиноли; 7 — трубка пиноли; 8 — стопорный винт для фиксации стержня пиноли; 9 — винт крепления трубки пиноли; 10 — винт для регулировки штифта (под втулку корпуса дуги); 11 — измерительный наконечник (под втулку корпуса дуги); 12 — предметный стол; 13 — отводной рычаг трубки оптиметра; 14 — рукоятка включения фиксатора; 15 — маховик для поворота стола в горизонтальной плоскости; 16 — трубка оптиметра; 17 — окуляр трубки оптиметра; 18 — маховик для перемещения измерительной бабки; 19 — стопорный винт бабки оптиметра; 20 — измерительная бабка; 21 — регулировочные опорные винты станины; 22 — микрометр для перемещения стола в поперечном направлении; 23 — маховик для качания стола вокруг горизонтальной оси; 24 — стопорный винт верхнего упора; 25 — стопор маховика; 26 — маховик для перемещения стола вверх—вниз; 27 — стопорный винт нижнего упора; 28 — стопор-ограничитель поворота стола вокруг горизонтальной оси

#### **4.2.Настройка оптиметра для измерения отверстий на горизонтальном оптиметре ИКТ**

Горизонтальный оптиметр для измерения отверстий настраивают в следующем порядке.

1. Подбирают блок концевых мер по номинальному размеру проходной или непроходной стороны калибра – скобы.

Номинальными размерами проходной и непроходной сторон являются соответственно  $d_{\max}$  и  $d_{\min}$  контролируемого размера вала.

2. Закрепляют блок концевых мер в державке между боковичками.

3. Стол оптиметра устанавливают примерно в среднее положение, вращая его вокруг вертикальной, горизонтальной осей и перемещая по линии измерения. Державку с блоком концевых мер устанавливают при среднем положении так, чтобы поверхности правого боковичка и правого измерительного наконечника находились примерно в одной плоскости, и линия измерения была перпендикулярна поверхностям боковичков. В этом положении закрепляют державку на столе струбциной. Если кронштейн с трубкой оптиметра значительно смещен от требуемого положения, то в этом случае державка с блоком устанавливается на стол так, чтобы плоскость, проходящая через середину блока, и паз стола примерно совпадали. Кронштейн с трубкой оптиметра устанавливают так, чтобы поверхности правого боковичка и правого измерительного наконечника находились

примерно в одной плоскости. Затем отпускают винт 3 (рис. 6.1) и поднимают маховичком 4 стол 23 так, чтобы наконечники дуг 4 (рис. 6.2) могли при перемещении кронштейнов коснуться внутренних поверхностей боковичков.

4. Перемещают кронштейн с трубкой пиноли влево до соприкосновения измерительных наконечников пиноли и трубки оптиметра с измерительными поверхностями боковичков. Момент касания замечают по движению шкалы в поле зрения окуляра. В этом положении стопорный винт кронштейна пиноли закрепляют.

5. Отпустив винт 7 (рис. 9.1), изменяют положение измерительного наконечника пиноли микровинтом 8 так, чтобы шкала оптиметра стала на нуль. В этом положении пиноль стопорят винтом 7.

6. Устанавливают стол в оптимальное положение так, чтобы линия измерения была перпендикулярна измерительным поверхностям боковичков в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Для этого рукояткой 12 (рис. 9.1) поворачивают стол вокруг вертикальной оси и, наблюдая за показаниями шкалы, останавливают его в момент наименьшего показания. Затем, отпустив стопорный винт, слегка поворачивают стол вокруг горизонтальной оси, пользуясь рукояткой 5, стол ставят в положение, когда показания по шкале будут наименьшими, закрепляют стол стопорным винтом.

7. Опустив винт 7 и вращая микровинт 8, вторично устанавливают шкалу на нуль.

8. Повторяют операции 6 и 7 до тех пор, пока наименьшее показание по шкале при обоих положениях стола не совпадут с нулевым штрихом.

9. Отводным рычагом 7 (рис. 9.2) отжимают измерительный наконечник трубки оптиметра, опускают стол и снимают державку с блоком концевых мер.

10. Устанавливают на стол (на призме) калибр-скобу так, чтобы при среднем положении стола измерительные поверхности скобы располагались симметрично относительно измерительных наконечников. Выводят скобу на линию измерения, поднимая стол, и проводят измерения. При измерении также находят оптимальное положение стола (см. операцию 6) и читают по шкале отклонения от размера настройки. При отсчете знак отклонения определяют по шкале.

11. Действительный размер калибра-скобы определяется как алгебраическая сумма размера блока концевых мер и отклонения, определенного по шкале прибора. После окончания измерения проверяется нулевая установка прибора по блоку концевых мер. Ошибка в положении изображения шкалы относительно указателя не должна превосходить половины деления шкалы, в противном случае снова проводятся проверка нулевой установки и измерения.

12. Результаты измерений занести в таблицу.

13. Составить отчет по прилагаемой форме.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Измерение на оптиметре ИКГ	Работа № 9
--------------------------	----------------------------	------------

**Задание:** Измерить калибр-скобу на горизонтальном оптиметре ИКГ, построить схему расположения полей допусков калибров и дать заключение о годности.

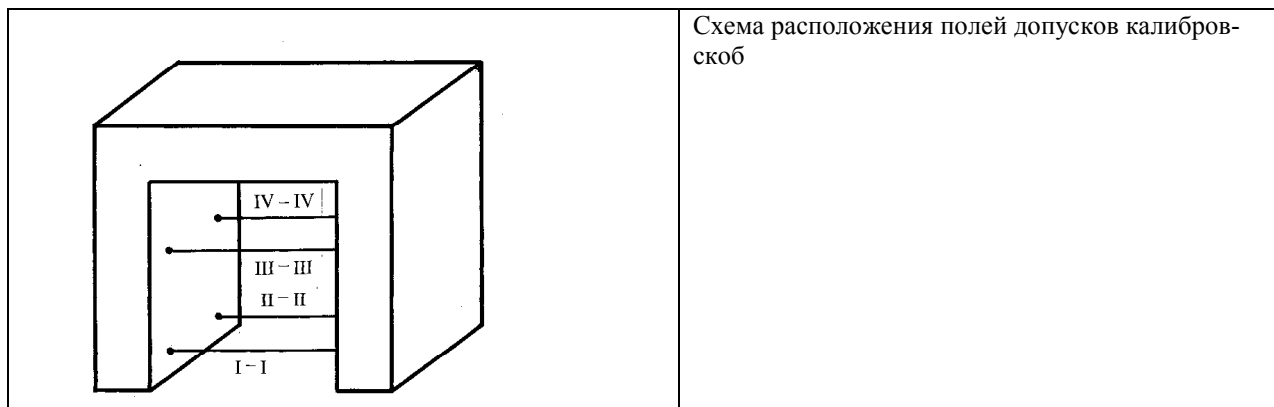
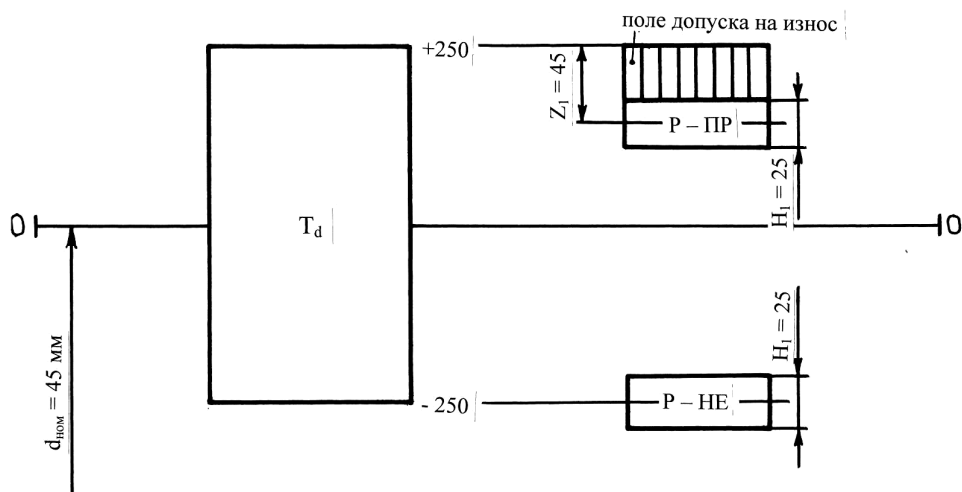


Таблица 6.1

Результаты измерений (действительные размеры)					Предельные размеры					Заключение о годности
Сторона калибра	Направление измерения				наибольший		наименьший		Наиб. размер изнош калибра	
	II – I	III – II	III – III	IV – IV	Измер.	По ГОСТ	Измер.	По ГОСТ		
Проходная										
Непроход-ная										

**Схема расположения полей допусков калибров – скоб для контроля размера  $45 \pm 0,25$  мм**



**номинальные размеры калибров:**

P-PP – 45,25 мм

P-HE – 44,75 мм

**предельные размеры калибров:**

P-PP:  $L_{\max} = 45,2205$  мм

$L_{\min} = 45,1955$  мм

$L_{\max} (\text{изн}) = 45,25$  мм

P-HE:  $L_{\max} = 44,7625$  мм

$L_{\min} = 44,7375$  мм

## **2.1 Лабораторная работа №10 (2 часа).**

**Тема: «Назначение, устройство и методы измерения рычажными скобами»**

### **2.1.1 Цель работы:**

Изучение устройства и приобретение навыков в измерении рычажными скобами.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, устройство и методы измерения рычажными скобами.
2. Измерить размеры калибра-пробки рычажной скобой и дать заключение о годности калибра.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Рычажная скоба (пассаметр): тип СР с пределом измерения 25 – 50 мм
2. Плоско-параллельные концевые меры длины 6 набор №1
3. Изделия для измерения- «калибр – пробка».

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

**4.1. Изучить назначение, устройство и методы измерения рычажными скобами.**

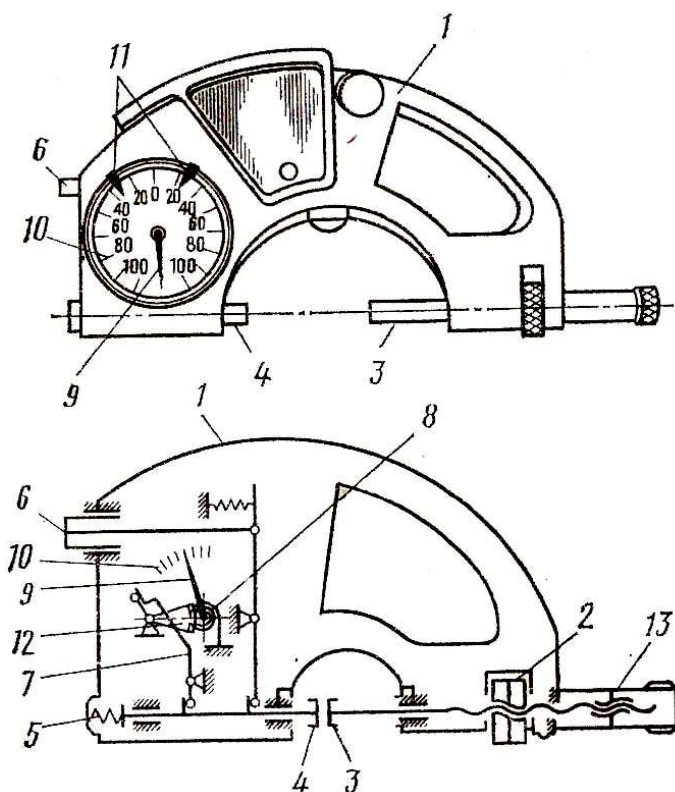
**Рычажная скоба** – прибор-скоба, имеющая с одной стороны отсчетное устройство, а с другой – неподвижную переставную пятку.

Рычажные скобы предназначены для наружных измерений относительным методом. Пределы измерения от 0 до 150 мм с интервалом 25 мм.

Рычажные скобы показаны на рис. 10.1 и рис. 10.2.

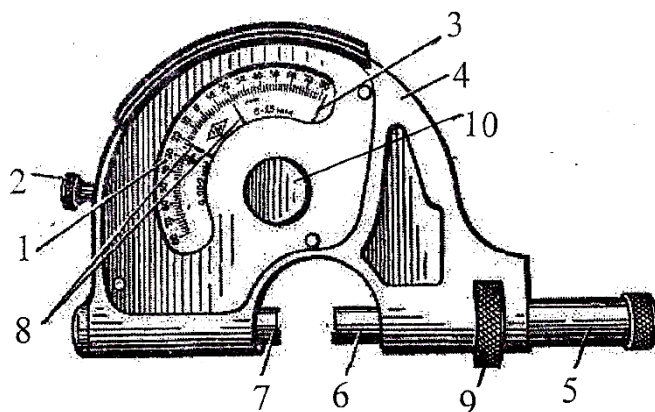
На рис.2 представлена скоба, выпуск которой прекращен, но которая применяется на практике. Принципиальная схема ее соответствует схеме, представленной на рис. 1. В корпусе 1 скобы (рис. 7.1) имеется отсчетное устройство с ценой деления 0,002 мм, состоящее из механизма рычажно-зубчатой передачи (рычага 7, зубчатого сектора 12 и зубчатого колеса 8 на одной оси со стрелкой 9), шкалы 10 с указателями 11 границ поля допуска.

С одной стороны рычажной скобы (рис. 10.1) установлена подвижная пятка 4, которая отжимается пружиной 5 в сторону изделия. С пяткой соединен рычаг арретира 6, при нажатии на кнопку которого подвижная пятка отводится влево, сжимая пружину 5. Перемещение от пятки передается рычагу 7 и далее на стрелку 9. С другой стороны скобы установлена переставная пятка 3, перемещаемая при вращении гайки 2. При установке скобы на размер пятка стопорится с помощью колпачка 13.



**Рис. 10.1. Общий вид и принципиальная схема рычажной скобы типа СР с встроенным отсчетным устройством (с круговой шкалой):**

1 – корпус; 2 – гайка; 3 – переставная пятка; 4 – подвижная пятка; 5 – пружина; 6 – рычаг арретира; 7 – рычаг; 8 – зубчатое колесо; 9 – стрелка; 10 – шкала; 11 – указатели границ поля допуска; 12 – зубчатый сектор



**Рис. 10.2. Рычажная скоба типа СР с встроенным отсчетным устройством:**

1 – шкала; 2 – отвод пятки (арретир); 3 – стрелка; 4 – скоба; 5 – колпачок; 6 – переставная пятка; 7 – подвижная пятка; 8 – указатели границ допуска; 9 – гайка; 10 – колпачок указателей границ допуска

Для скобы, представленной на рис. 10.2, стрелки, показывающие границы полей допусков (отклонения), устанавливают специальным ключом. Для этого отвертывают колпачок 10 и, пользуясь широко расставленными штифтами ключа, устанавливают правую стрелку на меньшее (нижнее) отклонение. Аналогично устанавливают левую стрелку на большее (верхнее) отклонение, пользуясь узко расставленными штифтами этого же ключа.



Рычажные скобы (типа СР) изготовлены шести типоразмеров (ГОСТ 11098-75) с диапазонами измерений 0-25; 25-50; 50-75; 75-125; 125-150 мм с ценой деления отсчетного устройства 0,002 мм. Выпускаются также рычажные скобы повышенной точности (типа СРП, ТУ-2-034-366-822) с пределами измерения 0-25; 25-50; 50-75; 75-100 мм с ценой деления 0,001 мм.

Пример обозначения скобы с диапазоном измерения 25-50 мм: Скоба СР 50 ГОСТ 11098-75; то же с ценой деления 0,001 мм: Скоба СРП 25 ТУ 2-034-366-82.

Применение рычажных скоб, особенно в условиях мелкосерийного производства, позволяет сократить номенклатуру предельных скоб. Кроме того, они дают возможность не только устанавливать годность контролируемых деталей, но и фиксировать числовое значение отклонения действительного размера от заданного. Прибор обеспечивает высокую точность и стабильность показаний, предназначен для контроля шлифованных и доведенных деталей.

### **Настройка рычажной скобы при измерении**

Измерения рычажной скобой начинают с установки ее на нулевое деление с помощью плоскопараллельных концевых мер длины (ПКМД). Из ПКМД составляют блок с размером, равным номинальному размеру контролируемого изделия. Затем освобождают стопор (колпачок 5, рис. 10.2) переставной пятки 6 рычажной скобы. Между измерительными поверхностями пяток вводят блок ПКМД, при необходимости перемещая переставную пятку гайкой 9. Зажимая блок ПКМД между измерительными поверхностями пяток перемещением переставной пятки, предварительно устанавливают стрелку отсчетного устройства на нулевое деление. Окончательно стрелка устанавливается на ноль при оптимальном положении прибора относительно блока ПКМД. Оптимальное положение скобы находится легким покачиванием ее относительно блока ПКМД. При этом оптимальному положению соответствуют самые малые показания по шкале прибора, что соответствует наименьшему размеру и, следовательно, линия измерения будет перпендикулярна измерительным поверхностям блока ПКМД.

Проверяют стабильность показаний отсчетного устройства. Для этого, нажимая на кнопку отвода (арретир) 2 (рис. 10.2) подвижной пятки, отводят подвижную пятку три раза от блока ПКМД и отпускают обратно. При этом стрелка не должна смещаться с нулевой отметки более чем на половину деления. Снова нажав на арретир, вынимаем блок ПКМД.

Порядок настройки рычажной скобы представлен на рис.10.3.

При измерении рычажной скобой, нажав на арретир, отводят подвижную пятку и контролируемое изделие вводят между измерительными поверхностями пяток. При измерении диаметров цилиндрических поверхностей перемещая рычажную скобу в плоскости поперечного сечения выставляют ее так, чтобы измерять диаметр. Отпустив арретир, находят оптимальное положение рычажной скобы легким ее покачиванием в продольной плоскости измеряемой цилиндрической поверхности. При покачивании скобы наблюдают за показаниями по отсчетному устройству. Оптимальному положению скобы соответствуют самые малые показания по отсчетному устройству, т. е. когда стрелка отсчетного устройства займет крайнее положение в сторону знака “–”

При оптимальном положении скобы отсчитывают показания по шкале с учетом знака плюс или минус и с учетом цены деления.

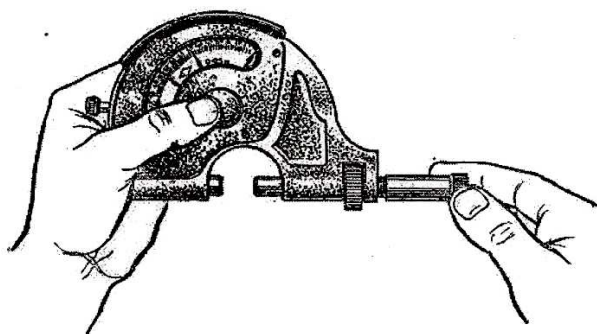
При определении отклонений по шкале отсчетного устройства рычажной скобы порядковый номер штриха от нулевого деления, на который указывает стрелка, умножается на цену деления. Для удобства отсчета на шкале представлены маркированные штрихи, например, 10, 20, ..., 80, для которых порядковый номер умножен на цену деления. В этом случае при отсчете отклонений размеров порядковый номер штриха считают от ближайшего наименьшего (по абсолютной величине) маркированного штриха, и отклонение определяется как показание маркированного штриха плюс порядковый номер штриха, на который указывает стрелка, умноженный на



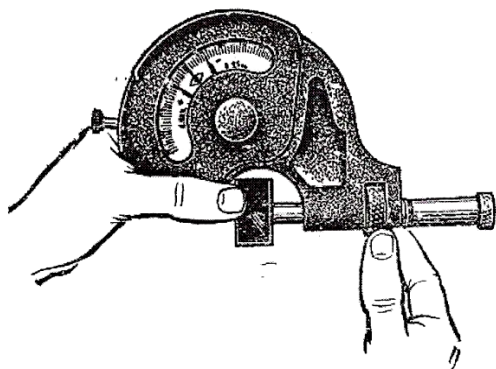
цену деления. Например, для рычажной скобы с ценой деления 2 мкм показание по шкале отсчетного устройства – третий штрих после маркированного штриха +20 мкм. Тогда отклонение размера равно  $20+3 \times 2 = +26$  мкм. При аналогичном показании в сторону знака “–” отклонение размера равно –26 мкм.

Действительный размер изделия определяется суммированием размера блока ПКМД и полученного отклонения по шкале отсчетного устройства. По окончании измерений снова устанавливают блок ПКМД между измерительными поверхностями пяток рычажной скобы и проверяют – не сбилась ли нулевая установка.

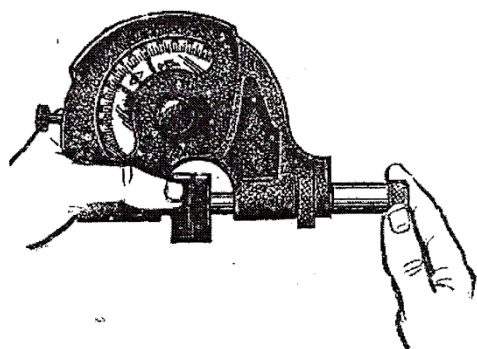
1. Отвинчивание колпачка.



2. Установка переставной пятки



3. Стопорение.



**Рис. 10.3. Настройка рычажной скобы.**

**Рычажный микрометр** предназначен для измерения непосредственным методом оценки (абсолютным методом) или методом сравнения с мерой наружных размеров деталей, изготовленных по 6...9 квалитетам.

Рычажные микрометры (рис. 10.4) в отличие от рычажных скоб имеют микрометрическую головку без механизма трещотки.

Таким образом, в рычажном микрометре обе измерительные поверхности пяток связаны с отсчетными устройствами. Одна измерительная поверхность является концом

микрометрического винта 1 (рис. 7.4), и его перемещение отсчитывается по шкалам стебля и барабана 2 микрометрической головки. Другая измерительная поверхность подвижной пятки 3 связана с механизмом отсчетного устройства 4, аналогичного отсчетному устройству рычажной скобы.

Рычажные микрометры типа МР (ГОСТ 4381 – 80) выпускаются с пределами измерения 0 – 25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100 мм, с ценой деления 0,002 мм и пределами допускаемой погрешности  $\pm 0,003$  мм.

Выпускаются также рычажные микрометры повышенной точности типа МРП (ТУ 2 – 034 – 208 – 83) с такими же пределами измерения и с пределами допускаемой погрешности  $\pm 0,0025$  мм.

Рычажные микрометры с пределами измерения свыше 100 мм вместо встроенных отсчетных устройств оснащены индикаторами часового типа.

К микрометрам с пределами измерений больше 150 мм прилагается комплект сменных пяток, установочная мера и центровочные гильзы.

Настройка рычажного микрометра при измерении методом сравнения с мерой (относительным методом) аналогична настройке рычажной скобы.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Рычажные скобы	Работа № 10
--------------------------	----------------	-------------

**Задание 1.** Измерить калибр – пробку рычажной скобой с ценой деления..... и с пределами измерения ..... . Построить схему полей допусков калибра – пробки и определить предельные размеры и дать заключение о годности.

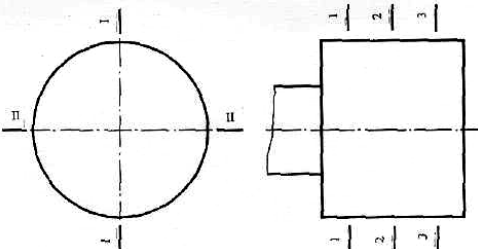
Схема измерения	Схема полей допусков калибра – пробки
	

Таблица 10.1

Результаты измерения					Предельные размеры					Заключение о годности
Сторона калибра	Направление измерения	Сечения			Наиб.		Наим.		Наименьший размер изношенного Р-ПР калибра по ГОСТ	
		1-1	2-2	3-3	Измеренный	По ГОСТ	Измеренный	По ГОСТ		
Р-ПР	I – I									
	II – II									
Р-НЕ	I – I									
	II – II									

Отклонения от правильной геометрической формы: овальность....., конусообразность....., бочкообразность....., седлообразность..... мм.

## 2.1 Лабораторная работа №11 (2 часа).

**Тема: «Назначение устройство и настройка рычажного микрометра при измерении непосредственным методом оценки»**

### 2.1.1 Цель работы:

Изучение устройства и приобретение навыков в измерении рычажным микрометрами.

### 2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение, устройство и методы измерения рычажных микрометров.
2. Измерить размеры поршневого пальца рычажным микрометром методом непосредственной оценки (абсолютным методом) и дать заключение о его годности.

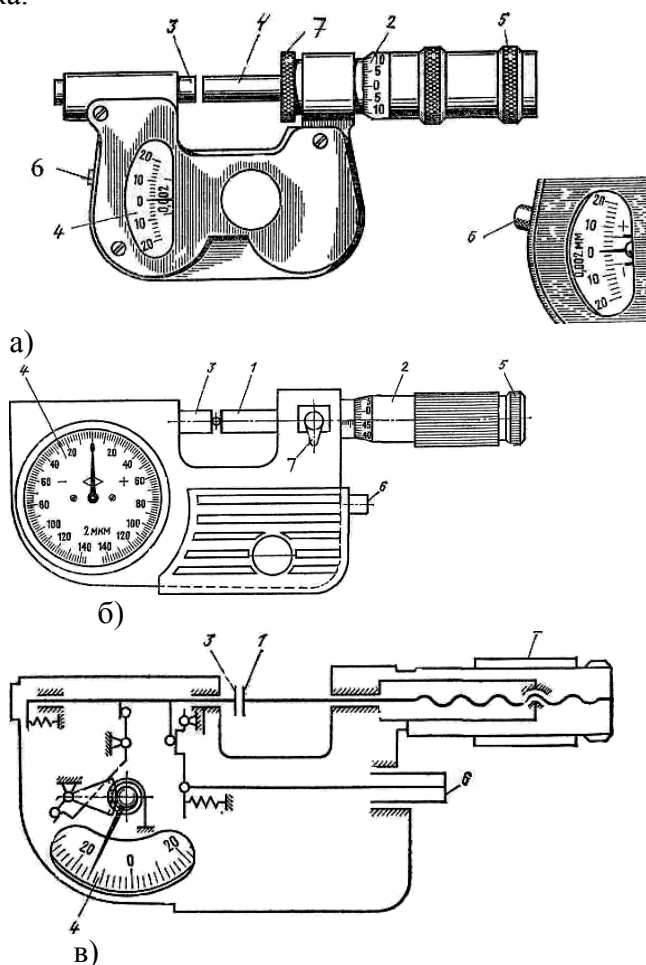
### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Рычажный микрометр: тип МР с пределом измерения 25 – 50 мм
2. Изделие для измерения-поршневой палец.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

**4.1 Настройка рычажного микрометра при измерении непосредственным методом оценки (абсолютным методом)**

При измерении рычажным микрометром непосредственным методом оценки сначала проверяется и при необходимости устанавливается на ноль микрометрическая головка.

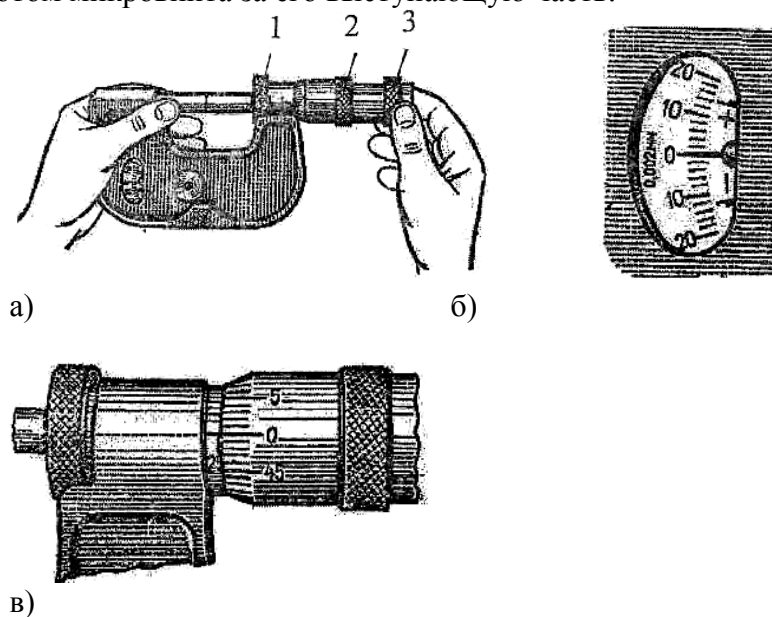


**Рис.11.1. Рычажные микрометры типа МР (а и б) и принципиальная схема их (в):**

1 – микрометрический винт микрометрической головки; 2 – барабан; 3 – подвижная пятка; 4 – шкала отсчетного устройства; 5 – колпачок; 6 – кнопка арретира; 7 – стопорное устройство

При настройке на ноль микрометрической головки рычажного микрометра с пределами измерения 0 – 25 мм вращением барабана 2 (рис. 11.2,а) измерительные поверхности пяток доводятся до соприкосновения и далее стрелка отсчетного устройства устанавливается на ноль (рис.11.2,б)

При этом нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля (рис. 11.2,в). При их несовпадении микровинт стопорится гайкой 1 (рис. 11.2,а). Придерживая барабан 2, отворачивают колпачок 3 (на 1...2 оборота), смещением барабана влево разъединяют его с конической поверхностью микровинта для обеспечения его свободного вращения. При освобожденном барабане микрометрической головки при необходимости стрелка отсчетного устройства может быть установлена на ноль поворотом микровинта за его выступающую часть.



**Рис. 11.2. Проверка нулевого положения:**

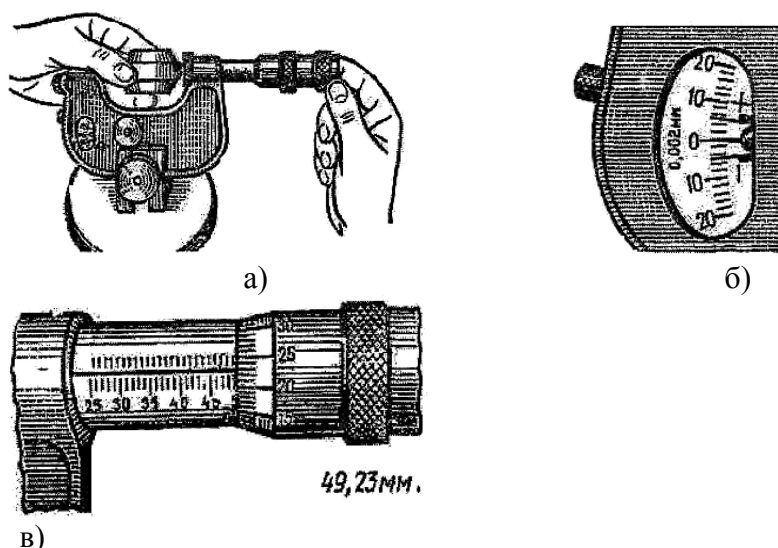
1 – стопорная гайка; 2 – барабан; 3 – колпачок

Поворотом барабана нулевой штрих на скосе его совмещают с продольным штрихом на стебле (рис. 11.2,в), и в этом положении барабан соединяют с микровинтом поворотом колпачка. Таким образом, добиваются чтобы стрелка отсчетного устройства и микрометрическая головка были установлены на ноль.

При настройке на ноль рычажных микрометров с пределами измерения 25 – 50, 50 – 75, 75 – 100 мм используются установочные меры или блоки ПКМД с размерами, равными нижнему пределу измерения.

При измерении размеров методом непосредственной оценки (абсолютным методом) изделие помещают между измерительными поверхностями микрометра. Вращением барабана с микровинтом поверхности пяток микрометра приводят в соприкосновение с изделием (рис. 11.3,а) и продолжая вращать барабан отсчетное устройство микрометра устанавливают на ноль (рис. 11.4,б) при оптимальном положении рычажного микрометра относительно измеряемого изделия.

По шкалам микрометрической головки отсчитывают размер (рис. 11.3,в). По нижней шкале на стебле микрометрической головки отсчитывают целые мм, по верхней 0,5 мм (если при данном положении барабана штрих выражающий 0,5 мм вышел из – за скоса барабана), и по шкале скоса барабана определяют сотые доли мм.



**Рис. 11.3. Измерение методом непосредственной оценки.**

По шкалам микрометрической головки отсчитывают размер (рис. 11.3,в). По нижней шкале на стебле микрометрической головки отсчитывают целые мм, по верхней 0,5 мм (если при данном положении барабана штрих выражающий 0,5 мм вышел из – за скоса барабана), и по шкале скоса барабана определяют сотые доли мм.

Если продольный штрих на стебле барабана занимает промежуточное положение между штрихами на скосе барабана, то при необходимости отсчитывают тысячные доли мм. Для этого барабан поворачивается до совмещения одного из ближайших штрихов на скосе барабана с продольным штрихом на стебле (при измерении изделий), и по отсчетному устройству со стрелкой определяются тысячные доли мм, которые прибавляют или отнимают к размеру по шкале микрометрической головки.

В производственных условиях, когда требуется установить только годность изделия, по предельным отклонениям размера изделия устанавливают указатели границ поля допуска (11 – рис. 7.1). Рычажные скобы или микрометры настраивают по блоку ПКМД как описано выше. При контроле изделие считается годным, если стрелка отсчетного устройства не выходит за границы указателей пределов допуска.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Рычажный микрометр	Работа № 11
--------------------------	--------------------	-------------

**Задание 1.** Измерить размеры поршневого пальца рычажным микрометром абсолютным методом (методом непосредственной оценки) и дать заключение о годности в соответствии с техническими условиями на дефектовку (измерить размеры пальца в двух направлениях и в трех равномерно расположенных сечениях).

Таблица 11.1.

Результаты измерения				Размер по чертежу	Допуск овальности, конусообразности , бочкообраз- ность, мм	Заключение о годности
Направление измерения	Сечения					
	1-1	2-2	3-3			
I – I				28-0,01	0,003	
II – II						

## **2.1 Лабораторная работа №12 (2 часа).**

**Тема: «Устройство цератеста и измерение величины радиального биения»**

### **2.1.1 Цель работы:**

Изучение устройства и приобретение навыков в измерении радиального биения прибором цераместом.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Определить радиальное биение валика при помощи цератеста и дать заключение о годности.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1.Царатест
- 2.Изделия для измерения-валик.

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **4.1. Изучить назначение, устройство и методы измерения величины радиального биения**

Радиальное биение цилиндрической поверхности – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси.

Радиальное биение можно измерить, например, на царатесте.

Для измерения радиального биения цилиндрическую деталь устанавливают в центрах прибора. Центры царатеста установлены в стойках, которые могут перемещаться по направляющим основания. Основание может также перемещаться по направляющим станины. Измерительная головка устанавливается в кронштейне стойки. При измерении радиального биения измерительная головка плавно опускается до соприкосновения с поверхностью измеряемой детали и далее до установки стрелки прибора на ноль. Измерительную головку можно перемещать вместе с кронштейном и без кронштейна (относительно кронштейна). Более точно установку на ноль можно проводить поворотом шкалы измерительной головки рычагом, который располагается на ее задней стенке.

При измерении радиального биения, медленно вращая деталь в центрах, отмечают наибольшее и наименьшее показания измерительной головки за полный оборот детали. Величина радиального биения определяется как алгебраическая разность соответственно между ними.

Измерение радиального биения произвести в трех равномерно расположенных сечениях детали.

Сравнивая полученные результаты измерения с допустимым биением по чертежу, дают заключение о годности детали.

## **5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ**

Кафедра ремонта машин	Цератест	Работа № 12
--------------------------	----------	-------------

**Задание 1.** Измерить величину радиального биения валика в трех равномерно расположенных по длине сечениях на царатесте с ценой деления измерительной головки 0,001мм.

Таблица 12.1

Показания прибора	Сечения			Допустимое радиальное биение, мм	Заключение о годности
	-1	-2	-3		
Наибольшее, мкм				0,03	
Наименьшее, мкм					
Радиальное биение, мкм					

## 2.1 Лабораторная работа №13 (2 часа).

**Тема: «Устройство тангенсальных зубометров и порядок измерения ими»**

### 2.1.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство тангенциального зубомера и методика измерения им.
2. Приобрести навыки в измерении элементов, характеризующих боковой зазор в зубчатой передаче.

### 2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить общие положения об измерении элементов зубчатых колес, обеспечивающих боковой зазор в передаче.
2. Изучить конструкцию тангенциального зубомера, произвести его настройку и измерить смещение исходного контура для зубчатого колеса. Полученные данные занести в форму отчета и дать заключение о годности колеса.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Тангенциальный зубомер типа М1.
2. Шестерня.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

**4.1. Изучить общие положения об измерении элементов зубчатых колес, обеспечивающих боковой зазор в передаче**

#### Виды сопряжений зубьев колес в передаче

Для обеспечения нормальной работы зубчатой передачи с эвольвентным профилем зуба между нерабочими профилями зубьев, находящихся в зацеплении, предусматривается боковой зазор  $j_n$ .

Боковой зазор  $j_n$  - зазор между неработающими профилями зубьев сопряженных колёс, определяемый в сечении, перпендикулярном направлению зубьев, в плоскости, касательной к основной окружности. Он необходим для создания нормальных условий смазки зубьев, компенсации погрешностей изготовления, монтажа и температурной деформации передачи.

Для устранения возможного заклинивания при нагреве передачи, обеспечения условий протекания смазки и ограничения мертвого хода при реверсировании отсчетных и делительных передач наибольшее значение имеет минимальная величина бокового зазора. Системой допусков на зубчатые цилиндрические передачи (ГОСТ 1643-81) устанавливается гарантированный боковой зазор  $j_{n \min}$ , который называется наименьшим предписанным боковым зазором.

Для удовлетворения требований различных отраслей промышленности ГОСТом

1643-81 предусмотрено шесть видов сопряжений, определяющих различную величину  $j_{n\min}$  (рис. 13.1):

А – с увеличенным гарантированным зазором для степеней точности 3...12;  
 В – с нормальным гарантированным зазором для степеней точности 3...10;  
 С и D – с уменьшенными зазорами для степеней, точности соответственно 3...9 и 3...8;

Е – с малыми зазорами для степеней точности 3...7;

Н – с нулевым гарантированным зазором для степеней точности 3...7.

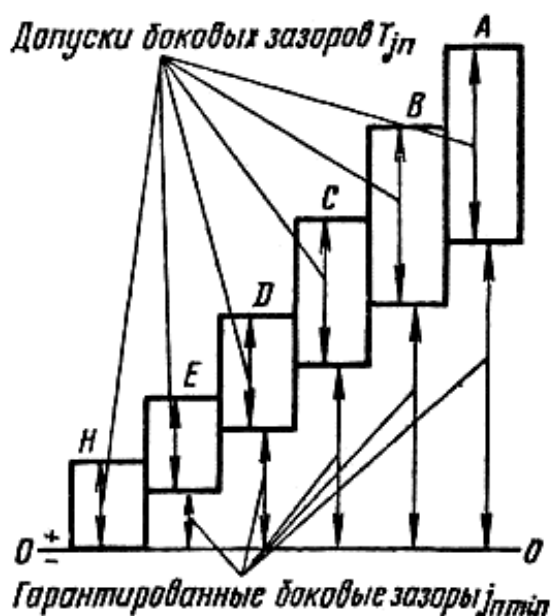


Рис. 13.1. Схема расположения полей допусков боковых зазоров ( $T_{jn}$ ) для принятых видов сопряжений зубьев зубчатых колес

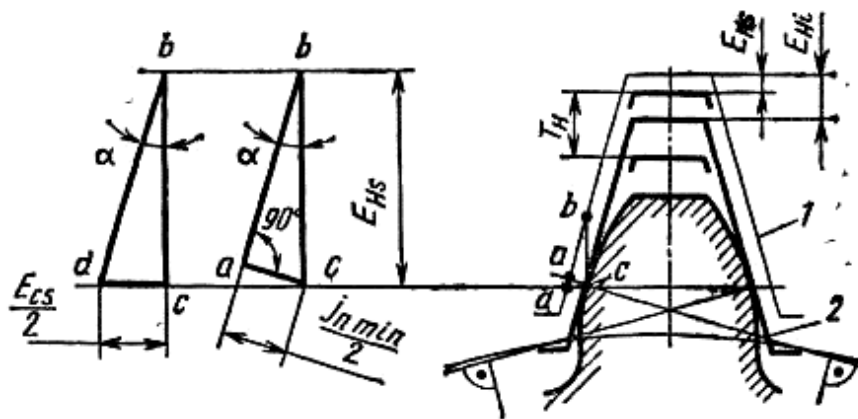
Сопряжение вида В гарантирует минимальную величину бокового зазора, при котором исключается возможность заклинивания стальной или чугунной передачи от нагрева при разности температур колес и корпуса, равной 25°C. Установлено также восемь видов допуска на боковой зазор, обозначаемых в порядке его возрастания буквами h, d, c, b, a, z, y, x.

При отсутствии специальных требований сопряжениям Н и Е соответствует вид допуска h, а сопряжениям D, C, В и А – соответственно виды допусков d, c, b и a.

Для создания в зубчатой передаче с нерегулируемым межосевым расстоянием наименьшего (гарантированного) бокового зазора производят уменьшение толщины зуба по сравнению с расчетной теоретической величиной. Это достигается путем радиального смещения исходного контура рейки (зубонарезного инструмента). Номинальным положением исходного контура условно считается то, которое получается после его смещения при коррегировании зубчатых колес.

Дополнительное смещение исходного контура от его номинального положения в тело зубчатого колеса нормируется в ГОСТе двумя величинами: наименьшим дополнительным предписанным смещением исходного контура  $E_{Hs}$  (для зубчатых колес с внешними зубьями принимается со знаком минус) и допуском на смещение исходного контура  $T_H$  (рис. 13.2).





**Рис. 13.2. Смещение исходного контура:**

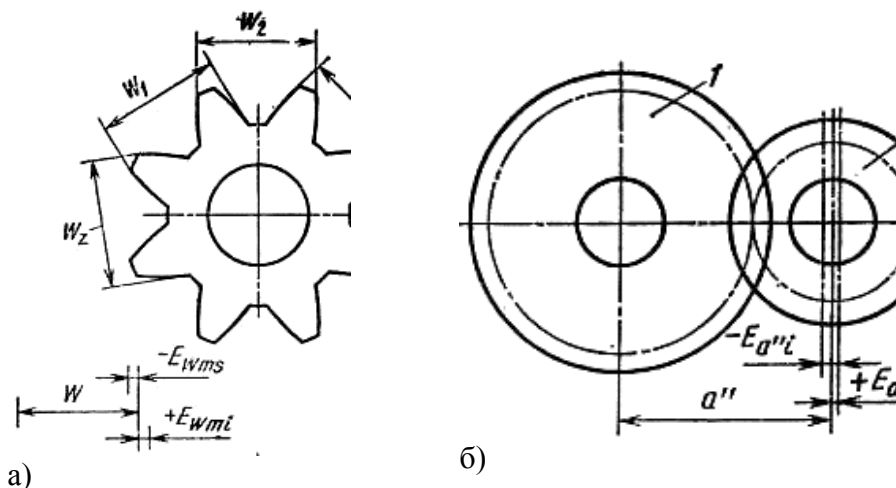
1 – номинальное положение; 2 – предельные дополнительные смещения

Значения  $E_{Hs}$  нормируются ГОСТом 1643-81 в зависимости от степени точности по нормам плавности и вида сопряжения. Допуск  $T_H$  устанавливается в зависимости от допуска на радиальное биение зубчатого венца  $F_r$  и вида сопряжения. Выписки из ГОСТа 1643-81 см. приложение табл. 13.1 и 13.2.

При смещении исходного контура уменьшается средняя длина общей нормали и толщина зуба по постоянной хорде.

Поэтому показателями, обеспечивающими гарантированный боковой зазор являются: для колёс – наименьшее дополнительное смещение исходного контура  $E_{Hs}$  или наименьшее предписанное отклонение средней длины общей нормали  $E_{Wms}$  или наименьшее предписанное отклонение толщины зуба по постоянной хорде в нормальном сечении  $E_{cs}$  или отклонения измерительного межосевого расстояния  $E_{a's}$ ,  $E_{a'i}$ ; для передач с нерегулируемым расположением осей – предельные отклонения межосевого расстояния  $fa$ , а с регулируемым – наименьший предписанный боковой зазор  $j_{n min}$ .

В связи с вышеизложенным ГОСТом 1643 – 81 регламентируется также наименьшее отклонение средней длины общей нормали  $E_{Wms}$  и допуск на среднюю длину общей нормали  $T_{Wm}$ , наименьшее отклонение толщины зуба  $E_{cs}$  и допуск на толщину зуба по постоянной хорде  $T_c$ ; предельные отклонения измерительного межосевого расстояния: верхнее  $E_{a's}$  и нижнее  $E_{a'i}$  (рис. 13.3).



**Рис. 13.3. Наименьшие предписанные отклонения средней длины общей нормали (а) и измерительного межосевого расстояния  $a''$  (б):**

1 – контролируемое зубчатое колесо; 2 – измерительное зубчатое колесо

Соотношение между величиной смещения исходного контура  $E_{Hs}$  с утонением зуба по постоянной хорде  $E_{cs}$  может быть выражено формулой (при  $\alpha_g = 20^\circ$ ):

$$E_{CS} \approx 0,73 \cdot E_{HS}, \quad (13.1)$$

$$T_C \approx 0,73 \cdot T_H, \quad (13.2)$$

Контролировать размеры зубьев, определяющие боковой зазор в передаче, можно несколькими путями: тангенциальными зубомерами или биениемерами, устанавливая смещение исходного контура; штангензубомерами, применяемыми для измерения толщины зубьев по постоянной хорде; нормалемерами, которыми измеряют длину общей нормали; межцентромерами, определяя измерительное межосевое расстояние.

При дефектовке зубчатых колес при ремонте тракторов и автомобилей, СХМ широко применяются штангензубомеры и нормалемеры.

#### 4.2. Устройство тангенциальных зубомеров и порядок измерения ими

Основным прибором для измерения смещения исходного контура рейки Енг зубчатых колес внешнего зацепления является зубомер смещения типа М, известный под названием тангенциальный зубомер. Тангенциальные зубомеры выпускаются четырех типоразмеров М1, М2, М3, М4 соответственно для модулей: 2 – 10, 4 – 16, 10 – 28 и 22 – 50 мм.

Тангенциальный зубомер (рис. 13.4) состоит из корпуса 1 с двумя симметрично расположенными измерительными губками 7 и 8, рабочие грани которых образуют угол, равный двум углам зацепления.

По биссектрисе угла расположена ось измерительного наконечника 6 измерительной головки 3. Губки 7 и 8 могут перемещаться вдоль корпуса зубомера при вращении винта 5 и фиксироваться в заданном положении стопорами 2.

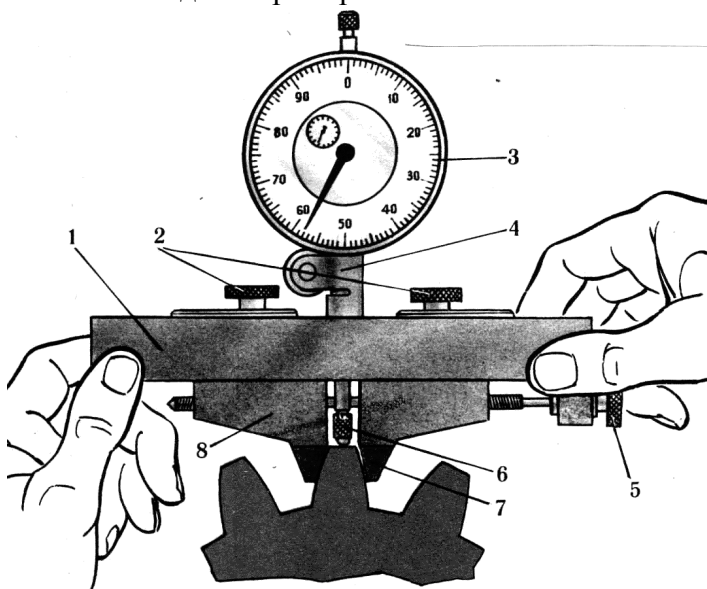
Базой для измерения является окружность выступов (вершин) колеса.

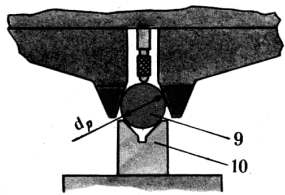
Настройку прибора и измерения им проводят в следующем порядке:

1. Подбирают установочный ролик 9 в соответствии с модулем проверяемого колеса, помещают его на призму 10.

2. Зубомер накладывают на установочный ролик 9 измерительными губками. Перемещая при этом винтом 5 измерительные губки 7 и 8 добиваются, чтобы соприкосновение их с роликом было примерно по середине измерительных поверхностей губок и по всей их ширине. В этом положении губки закрепляют стопорами 2.

3. Удерживая зубомер на ролике, перемещают индикатор 3 во втулке (при отпущенном стопорном винте) так, чтобы его малая стрелка была установлена на «1». В этом положении индикатор закрепляют зажимным винтом.





$$d_p = 1,2037 \cdot m,$$

где  $m$  – модуль

зацепления.

**Рис. 13.4. Измерение смещения исходного контура относительно окружности выступов тангенциальным зубомером:**

1 – корпус; 2 – стопоры; 3 – измерительная головка; 4 – цанга; 5 – винт установки губок; 6 – измерительный наконечник; 7, 8 – измерительные губки; 9 – установочный ролик; 10 – призматическая подставка

4. Покачивая зубомер на ролике в плоскости колеса, находят его оптимальное положение, которому соответствует наибольшее показание по шкале индикатора (большая стрелка занимает крайнее положение при вращении по часовой стрелке). Совмещают нулевой штрих циферблата с концом большой стрелки.

5. При измерении зубомер переносят на измеряемый зуб колеса и, покачивая его, определяют наибольшее отклонение стрелки индикатора. При данном положении прибора определяют показания индикатора. Показание индикатора больше чем при настройке означает смещение исходного контура в «минус», т.е. в «тело» колеса.

Измеренное смещение исходного контура

$$E_{nr} = Y - U, \quad (13.3)$$

где  $Y$  – показание индикатора при измерении,

$U$  – показание индикатора при настройке (1,0).

При  $Y > U$ ,  $E_{nr}$  берется со знаком минус.

При контроле смещения исходного контура тангенциальным зубомером в качестве измерительной базы используется наружный цилиндр колеса, и поэтому при переходе от основной базы (оси вращения колеса) на вспомогательную необходимо учитывать погрешности, вносимые этой базой, т.е. следует учитывать как биение наружного цилиндра относительно оси колеса  $F_a$ , так и отклонение размера диаметра от номинального расчетного значения, которое определяется допуском диаметра наружного цилиндра –  $T_a$ . Вносимые погрешности должны компенсироваться сокращением наименьшего предписанного смещения и допуска на смещение.

Производственные величины смещения и допуска на смещение определяются в этом случае из следующих соотношений:

наименьшее производственное дополнительное смещение:

$$E_{HS}^{PP} = |E_{HS}| + 0,35 \cdot F_a, \quad (13.4)$$

$$\text{допуск на смещение: } T_H^{PP} = T_H - \frac{T_a}{2} - 0,7 \cdot F_a, \quad (13.5)$$

$$\text{наибольшее смещение: } E_{HS \max}^{PP} = E_{HS}^{PP} + T_H^{PP}, \quad (13.6)$$

Для колес с внешним зацеплением  $E_{HS}^{PP}$  и  $E_{HS \max}^{PP}$  берут со знаком минус.

Допуск на диаметр окружности выступов принимают равным  $0,5 T_H$  ( $T_a = 0,5 \cdot T_H$ ). Полученную величину округляют до стандартного значения допусков для гладких цилиндрических соединений. Радиальное биение окружности выступов  $F_a \approx 0,25 \cdot T_H$ .

Измеренное смещение исходного контура  $E_{nr}$  для годного колеса должно находиться в

пределах от  $E_{HS}^{PP}$  до  $E_{HS\max}^{PP}$ .

## 5. ПРИЛОЖЕНИЯ

Выписка из ГОСТа 1643-81

Таблица 13.1

**Наименьшее дополнительное смещение исходного контура,  $E_{HS}$ , мкм**

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	Делительный диаметр, мм			
		до 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250
В	3 – 6	120	140	160	185
	7	140	160	180	200
	8	140	160	200	220
	9	160	180	200	250

Таблица 13.2

**Допуск на смещение исходного контура  $T_H$ , мкм**

Вид сопряжения	Вид допуска бокового зазора	Допуски на радиальное биение зубчатого венца, $F_r$ , мкм				
		св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 80	св. 80 до 100
		Допуски $T_H$ , мкм				
В	в	120	140	180	200	250

## 6. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Тангенсальный зубомер	Работа № 13
--------------------------	-----------------------	-------------

**Задание:** Измерить смещение исходного контура рейки, определить наименьшее отклонение средней длины общей нормали зубчатого колеса с модулем  $m=4$  мм, с числом зубьев  $Z = 27$ , степень точности и вид бокового зазора 8 – В. Измерение смещения исходного контура произвести для 4-х равностоящих друг от друга зубьев. Результаты измерения занести в таблицу 8.6 и дать заключение о годности

а) Измерение тангенциальным зубомером

Таблица 13.3

№ зубьев	Показания индикатора	Смещение исходного контура, мм	Заключение о годности
1			
2			
3			
4			

$$F_a = 0,25 \cdot T_H =$$

мкм

$$T_a = 0,5 \cdot T_H =$$

мкм

$$E_{HS}^{PP} = |E_{HS}| + 0,35 \cdot F_a = \text{мкм}$$

$$T_H^{PP} = T_H - \frac{T_a}{2} - 0,7 \cdot F_a = \text{мкм}$$

$$E_{HS \max}^{PP} = E_{HS}^{PP} + T_H^{PP} = \text{мкм}$$

Заключение о годности зубчатого колеса:

Примечание: при заключении о годности  $E_{HS}^{PP}$  и  $E_{HS \max}^{PP}$  принимают со знаком минус;  $E_{HS}$  и  $T_H$  определяются по таблицам ГОСТа 1643-81 (см. приложение) при  $F_r = 50 \text{ мкм}$

$$E_{HS} = \text{мкм} \quad T_H = \text{мкм}.$$

## 2.1 Лабораторная работа №14 (2 часа).

**Тема: «Устройство нормалемера и измерение средней длины общей нормали»**

### 2.1.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство нормалемера и методику измерения им.
2. Приобрести навыки в измерении элементов, характеризующих боковой зазор в зубчатой передаче.

### 2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить конструкцию нормалемера, произвести его настройку и определить отклонение средней длины общей нормали. Полученные данные занести в форму отчета и дать заключение о годности колеса.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Нормалемер типа КН.
2. Шестрени

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### 4.1. Измерение средней длины общей нормали

Общей нормалью  $W$  называют прямую, соединяющую точки касания двух разноименных профилей с охватывающими их параллельными касательными к ним плоскостями.

Средняя длина общей нормали определяется как средняя арифметическая из всех действительных длин общих нормалей по зубчатому колесу:

$$W = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_z}{z}, \quad (14.1)$$

где  $z$  – число зубьев; длину общей нормали измеряют последовательно по всем зубьям.

Номинальная длина общей нормали для прямозубых колес определяется по формуле:

$$W_m = m \cdot \cos \alpha \cdot [\pi \cdot (z_n - 0,5) + 2 \chi \cdot \operatorname{tg} \alpha + z \cdot \operatorname{inv} \alpha], \quad (14.2)$$

где  $z$  – число зубьев колеса;

$\chi$  – коэффициент корригирования;

$z_n$  – число зубьев, захватываемых при измерении,

$z_n = 0,111 \cdot z + 0,5$  (округляется до целого числа);

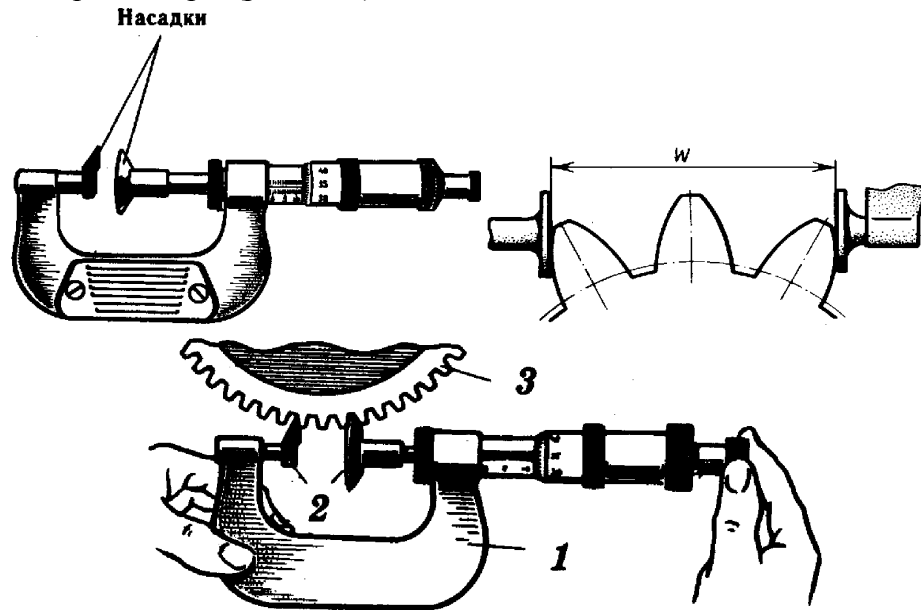
$\alpha$  – угол зацепления ( $\alpha = 20^\circ$ );

$\text{inv}\alpha$  определяется по специальным таблицам.

При  $\alpha = 20^\circ$   $\text{inv}\alpha = 0,014904$ ;  $\cos\alpha = 0,939693$ ;  $\pi = 3,14159$ .

Предельные отклонения средней длины общей нормали задаются в «тело» зуба наименьшим отклонением  $E_{Wms}$  и допуском  $T_{Wm}$ .

Для измерения длины общей нормали используются микрометр зубомерный (рис. 14.1) или нормалемеры (рис. 14.2).



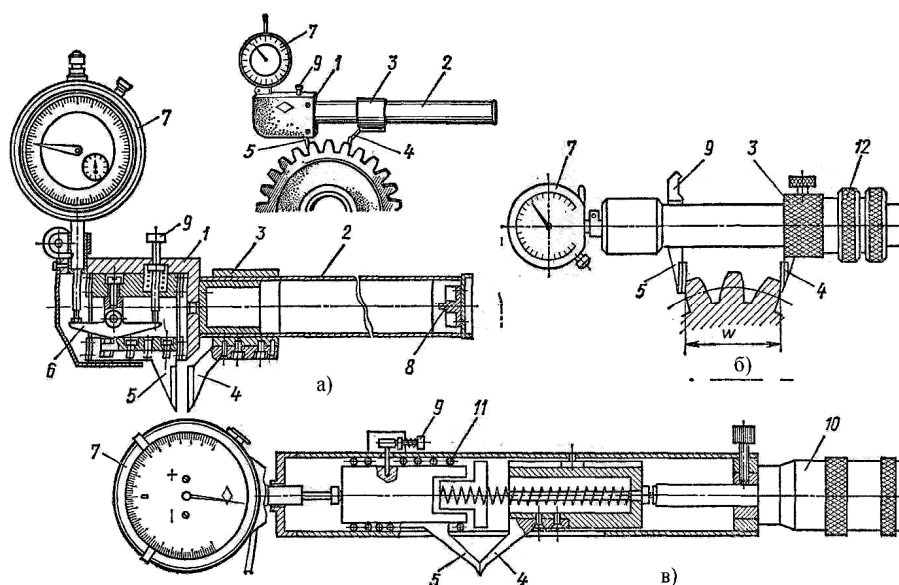
**Рис. 14.1 Микрометр зубомерный и измерение им длины общей нормали:**

1 – микрометр; 2 – насадки; 3 – зубчатое колесо; W – длина общей нормали

Зубомерный микрометр типа МЗ отличается от гладкого микрометра наличием двух измерительных насадок.

Индикаторный нормалемер типа КН представлен на рис. 8.6,а. По трубке 2 корпуса 1 нормалемера после установки в отверстие разрезной втулки 3 специального разжимного ключа 8 можно перемещать втулку 3 с неподвижной измерительной губкой 4.

При удалении из отверстия ключа втулка самозажимается на штанге и фиксируется в заданном положении. Вторая подвижная измерительная губка 5 с помощью рычажной передачи 6 воздействует на стержень индикатора часового типа 7, цена деления которого с учетом передаточного отношения рычажной системы составляет 0,005мм. При нажатии на кнопку 9 арретира подвижная губка 5 отводится от боковой поверхности зуба измеряемого колеса.



**Рис. 14.2 Нормалемеры типа КН (а), типов БВ – 5045 и БВ – 5046 (б), мелко – модульные (в):**

1 – корпус; 2 – штанга (трубка); 3 – разрезная втулка; 4 – неподвижная измерительная губка; 5 – подвижная измерительная губка; 6 – рычаг; 7 – индикатор часового типа; 8 – разжимной ключ; 9 – арретир; 10 – барабан микрометрической головки; 11 – шариковая направляющая; 12 – механизм микроподдачи

В конструкции современных нормалемеров типов БВ – 5045 и БВ – 5046 (рис. 14.2, б) предусмотрена шариковая направляющая, в которой перемещается подвижная губка 5, оснащенная твердым сплавом. Неподвижная губка 4 соединена с механизмом 12 микроподдачи, что облегчает настройку нормалемера по плоскопараллельным концевым мерам длины (ПКМД).

Особенностью мелкомодульных нормалемеров (рис.14.2,в) является поступательное (без поворота) перемещение неподвижной (установочной) губки 4 при вращении барабана 10 отсчетной микрометрической головки и перемещение измерительной губки 5 в шариковой направляющей 11 с непосредственной передачей величины перемещения на рычажно – зубчатую головку 7 с ценой деления 0,001 мм с пределами измерения по шкале  $\pm 0,05$  мм.

#### **4.2. Настройка нормалемера и измерения им**

Проводят в следующей последовательности:

1. По вышеприведенной формуле определяют номинальную длину общей нормали  $W$ .

2. По значению длины общей нормали  $W$  рассчитывают и составляют блок ПКМД.

3. Блок ПКМД вводят между губками 4 и 5 (рис. 14.2,а). Перемещая подвижную губку 4, добиваются соприкосновения губок с ПКМД и далее, чтобы малая стрелка индикатора была установлена на «1». Поворотом шкалы индикатора большую стрелку устанавливают на «0». Нажав на арретир 9, удаляют блок ПКМД.

4. Настроенный нормалемер переносят на контролируемое колесо. При измерении нормалемер следует слегка покачивать в горизонтальной плоскости и обкатывать губки по профилям зубьев. Оптимальному положению прибора соответствует самое малое показание индикатора (большая стрелка занимает крайнее левое положение). Действительный размер длины общей нормали определяется по формуле:

$$W_d = W + \Delta, \quad (14.3)$$

где  $\Delta$  – отклонение, полученное при измерении.

В свою очередь отклонение  $\Delta$  может быть получено из выражения

$$\Delta = U - y, \quad (14.4)$$

где  $U$  – показание индикатора при измерении;

$y$  – показание индикатора при настройке (1,0)

За действительный размер длины общей нормали принимают среднее арифметическое из трёх измерений. Измерения осуществляют по всему колесу, переходя от зуба к зубу по всей окружности.

5. По формуле определяют среднюю длину нормали  $W_m$ . Рассчитывают действительное отклонение средней длины общей нормали

$$E_{Wmr} = W_m - W, \quad (14.5)$$

По ГОСТ 1643-81 определяют наименьшее отклонение средней длины общей нормали  $E_{WmS}$  и допуск на среднюю длину общей нормали  $T_{Wm}$  (табл. 8.3, 8.4).

Наибольшее отклонение средней длины общей нормали:

$$E_{WmS}^{\max} = |E_{WmS}| + T_{Wm}, \quad (14.6)$$

$E_{WmS}$  принимается со знаком минус.

Для годного зубчатого колеса  $E_{Wmr}$  должно находиться между  $E_{WmS}$  и  $E_{WmS}^{\max}$ .

## 5. ПРИЛОЖЕНИЯ

Выписка из ГОСТа 1643-81

Таблица 14.1

**Наименьшее отклонение средней длины общей нормали  $E_{WmS}$ , мкм**

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	Делительный диаметр, мм			
		до 80	св.80 до 125	св.125 до 180	св.180 до 250
		Отклонение $E_{WmS}$ (слагаемое I), мкм			
В	7	100	110	120	140
	8	100	110	140	140
	9	100	120	140	160

Таблица 8.4

Модуль	Слагаемое II для определения – $E_{WmS}$				
	Допуски на радиальное биение зубчатого венца $F_r$ , мкм				
	Св. 25 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80
	Отклонение $E_{WmS}$ (слагаемое II), мкм				
$m > 1$	7	9	11	14	18

Примечание: Для определения  $E_{WmS}$  необходимо к слагаемому I прибавить слагаемое II.

Таблица 14.2

**Допуски на среднюю длину общей нормали  $T_{Wm}$ , мкм**

Модуль, $m$ , мм	Вид сопряжения	Вид допуска бокового зазора	Допуски на радиальное биение, мкм				
			Св. 25 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80
			Допуски $T_{Wm}$ , мкм				
$m \geq 1$	В	в	55	60	70	100	100

## 6. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ



Кафедра ремонта машин	Нормалемер	Работа № 14
--------------------------	------------	-------------

**Задание 1.** Измерение средней длины общей нормали нормалемером  
Номинальная длина общей нормали

$$W = m \cdot \cos \alpha \cdot [\pi \cdot (z_n - 0,5) + 2\chi \cdot \operatorname{tg} \alpha + z \cdot \operatorname{inv} \alpha] = 42,46 \text{ мм}$$

Измеренные значения длин общей нормали (число измерений равно числу зубьев):  
Средняя длина общей нормали

$$W_m = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_z}{z} = \text{мм}$$

Действительное отклонение средней длины общей нормали

$$E_{Wmr} = W_m - W = \text{мм}$$

$E_{Wms}$  и  $T_{Wm}$  определяются по таблицам ГОСТа 1646 – 81 (см. приложение).

$$E_{Wms} = \quad ; \quad T_{Wm} =$$

$$E_{Wms}^{\max} = |E_{Wms}| + T_{Wm}$$

Заключение о годности зубчатого колеса:

## 2.1 Лабораторная работа №15 (2 часа).

**Тема: «Измерение элементов резьбы на микроскопе малом инструментальном ММИ-2»**

### 2.1.1 Цель работы:

1. Изучить назначение и устройство микроскопа малого инструментального ММИ-2.
2. Приобрести навыки в измерении элементов резьбы на нем.

### 2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить общие положения, связанные с измерением элементов резьбы.
2. Изучить назначение и устройство микроскопа ММИ-2.
3. Настроить микроскоп для измерения параметров резьбы.
4. Измерить собственно средний диаметр резьбы в пределах одной впадины.
5. Измерить шаг резьбы методом охвата при измерении нескольких ее витков.
6. Измерить половину угла профиля резьбы.
7. Определить величину приведенного среднего диаметра резьбы и дать заключение об ее годности.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскоп малый инструментальный ММИ – 2.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

**4.1. Изучить общие положения, связанные с измерением элементов резьбы и назначение и устройство микроскопа ММИ-2**

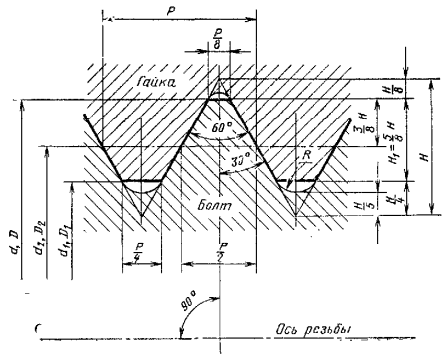
#### Общие положения

Взаимозаменяемость резьбовых соединений состоит в том, чтобы болт данного размера смог свинчиваться с любой гайкой того же номинального размера по всей длине

свинчивания. К основным элементам резьбового соединения относятся (табл. 9.1):  $d$  и  $D$  - наружный диаметр резьбы соответственно болта и гайки;  
 $d_1$  и  $D_1$  – внутренний диаметр болта и гайки;  $d_2$  и  $D_2$  - средний диаметр болта и гайки;  $P$  - шаг резьбы - угол профиля резьбы (для метрических резьб  $\alpha=60^\circ$ ).

Таблица 15.1

**Элементы резьбового соединения**

Профиль резьбы	Основные геометрические зависимости	Стандарты на основные размеры и допуски
<p>Метрическая</p> 	$H = 3/2 P = 0,8660254 P$	Для диаметров менее 1 мм
	$H_1 = 5/8 H = 0,541265877 P$	Допуски ГОСТ 9000 - 81
	$R = H/6 = 0,144337565 P$	Для диаметров от 0,25 до 600 мм: профиль ГОСТ 9150 - 81
	$3/8 H = 0,324759526 P$	шаги резьб ГОСТ 8724 - 81
	$d_2 = D_2 = d - 2 \cdot 3/8 H = d - 0,649519053 P$	Допуски, посадки с зазором ГОСТ 16093 - 81
	$d_1 = d - 2 \cdot 17/24 H = d - 1,226869322 P$	Посадки с натягом ГОСТ 4608 - 81 Переходные посадки ГОСТ 21834 - 81

Так как резьбы болта и гайки сопрягаются по бокам профиля, то на свинчиваемость их оказывают влияние не только погрешности среднего диаметра, но и погрешности шага резьбы и половины угла наклона профиля. Поэтому условием обеспечения взаимозаменяемости резьбовых деталей (болта, гайки) является соблюдение определенной точности элементов резьбы  $d_2$  ( $D_2$ ),  $P$  и  $\alpha/2$ .

При наличии погрешностей этих элементов для обеспечения свинчиваемости гайки и болта необходимо уменьшить средний диаметр болта и увеличить средний диаметр гайки. В результате этого по среднему диаметру между болтом и гайкой создается дополнительный зазор, который компенсирует погрешности шага и угла профиля резьбы сопрягаемых деталей.

Под средним диаметром понимается диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, образующая которого пересекает профиль резьбы в точках, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы.

Основным параметром, определяющим точность и характер соединения резьбовой пары, является средний диаметр  $d_2$  ( $D_2$ ). Допуски среднего диаметра резьбы являются суммарными и ограничивают сумму отклонений собственного среднего диаметра, шага и половины угла профиля резьбы. В связи с этим

отклонения шага и половины угла профиля, влияющие на взаимозаменяемость, стандартом не нормируются.

Значение среднего диаметра резьбы, увеличенного у наружной резьбы и уменьшенного у внутренней на величину действительных (т.е. полученных в результате изготовления и измерения) диаметральных компенсаций шага  $P$  и половины угла профиля  $\alpha/2$ , называют приведенным средним диаметром.

Приведенный средний диаметр наружной резьбы:

$$d_{2np} = d_{2bpv} + (f_p + f_\alpha), \quad (15.1)$$

Приведенный средний диаметр внутренней резьбы:

$$D_{2np} = D_{2bpv} - (f_p + f_\alpha), \quad (15.2)$$

где  $d_{2изм}$  и  $D_{2изм}$  - измеренные размеры соответственно наружной и внутренней резьбы, мм;

$f_p$  - величина диаметральной компенсации погрешностей шага;

$f_\alpha$  - величина диаметральной компенсации погрешности половины угла профиля.

Для метрической резьбы ( $\alpha=60^\circ$ ):

$$f_p = 1,732 \Delta P_n, \quad (15.3)$$

$$f_\alpha = \frac{0,36 \cdot P \Delta \alpha}{2}, \quad (15.4)$$

где  $\Delta P_n$  – абсолютная величина накопленной погрешности шага, мкм.

$$\Delta P_n = P_n - nP, \quad (15.5)$$

где  $P_n$  – действительное (измеренное) значение  $n$  – шагов;

$n$  – число шагов на длине свинчивания;

$P$  – номинальное значение шага.

При анализе погрешностей угла профиля резьбы обычно измеряют половину угла профиля  $\alpha/2$ , которая для метрической резьбы равна  $30^\circ$ .

Величину  $\Delta \alpha/2$  (в мин) при симметричном профиле резьбы находят как среднее арифметическое из абсолютных величин отклонений  $\alpha/2$  пр. и  $\alpha/2$  лев.;

$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} пр \right| + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} лев \right|}{2}, \quad (15.6)$$

При определении  $f_\alpha$  (мкм)  $P$  подставляют в мм,  $\Delta \alpha/2$  в угловых минутах.

Приведенный средний диаметр для наружной резьбы

$$d_{2np} = d_{2bpv} + (1,732 \Delta P_n + \frac{0,36 P \Delta \alpha}{2}) \cdot 10^{-3}, \quad (15.7)$$

$\Delta P_n$  и  $\Delta \alpha/2$  подставляются по абсолютным значениям. О годности резьбовых деталей по среднему диаметру судят по приведенному среднему диаметру (подсчитанному по результатам измерения) и по собственно измеренному среднему диаметру.

Резьба будет считаться годной, если для болтов  $d_{изм} > d_2 - b$ ;

для гаек  $D_{2изм} < D_2 + b$ ;

$$d_2 = D_2 \approx d - 0,6495P, \quad (15.8)$$

где  $b$  – допуск среднего диаметра резьбы.

Для годного болта должно также выполняться условие  $d_{2пр} \leq d_2$ , для годной гайки  $D_{2пр} \geq D_2$ .

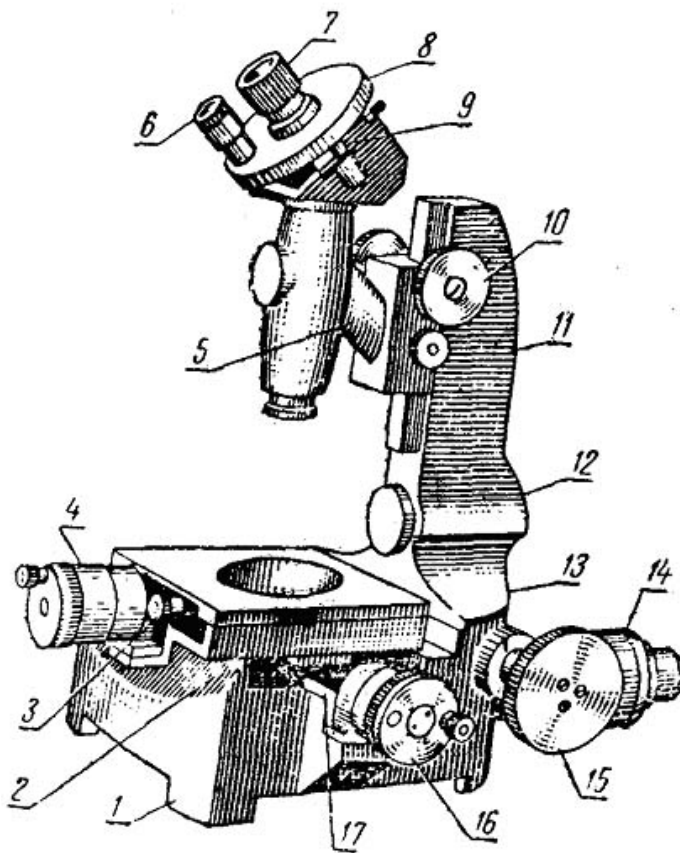
Приведенный средний диаметр является основным параметром, определяющим точность и характер сопряжения резьбовой пары. Он может быть получен только после измерения отдельных элементов резьбы. При данном методе контроля получают более точные результаты, и его применяют для точных резьбовых изделий (резьбовые калибры, резьбонарезные инструменты, ходовые винты станков и др.). Необходимость поэлементного контроля может возникнуть при контроле шатунных болтов, шпилек блока и тому подобных деталей. Качество резьбы изделий общего назначения оценивается измерением только собственно среднего диаметра. Грубую проверку шага резьбы проводят резьбовыми шаблонами.

### **Назначение и устройство микроскопа ММИ-2**

Инструментальные микроскопы подразделяются на малые и большие. Микроскоп малый инструментальный типа ММИ-2 предназначен для измерения линейных размеров в

прямоугольных координатах, элементов профиля наружных резьб, углов, конусов, радиусов, рабочих размеров различных шаблонов и других элементов.

Общий вид и устройство микроскопа ММИ-2 представлены на рис.15.1.



**Рис. 15.1. Общий вид микроскопа ММИ – 2:**

1 – основание; 2 – измерительный стол; 3 – маховичок поворота стола; 4, 16 – микрометрические головки поперечного и продольного перемещений; 5 – кронштейн; 6 – угломерный микроскоп; 7 – окуляр; 8 – окулярная угломерная головка; 9 – головка для поворота угломерной шкалы; 10 – маховичок для вертикальной подачи тубуса; 11 – колонка (стойка); 12 – ось стойки; 13 – опора стойки; 14 – осветитель; 15 – маховичок установки стойки под углом; 17 – площадка для укладки концевых мер

Микроскоп состоит из чугунного основания 1, на котором смонтирован измерительный стол 2 с микрометрическими головками продольного 16, поперечного 4 перемещений и колонки 11 (с опорой 13), по направляющим которой при помощи маховичка 10 перемещается кронштейн 5 с тубусом и с окулярной угломерной головкой 8. Колонка 11 микроскопа может поворачиваться относительно горизонтальной оси в пределах  $\pm 10^\circ$ . Угловое отклонение колонки устанавливают маховичком 15.

Цена деления обеих микрометрических головок 0,005 мм. Пределы перемещения каждой головки 25 мм. Предел перемещения в продольном направлении может быть увеличен до 75 мм путем введения между столом 2 и микрометрической головкой 16 концевой меры размером до 50 мм. Стол микроскопа находится под действием сильных пружин, что обеспечивает необходимый контакт между торцом штока микровинта и доведенным упором стола. Во избежание ударов движение стола слева направо замедляется специальным механизмом – амортизатором. Измерительный стол можно поворачивать вокруг вертикальной оси на угол  $\pm 5^\circ$  с помощью маховичка поворота стола 3. В центре стола имеется круглое отверстие, закрытое стеклом, через которое проходит свет от осветителя 14, расположенного в задней части основания 1. Проверяемую деталь укладывают на стекло или помещают над ним на опорах. В верхней части тубуса

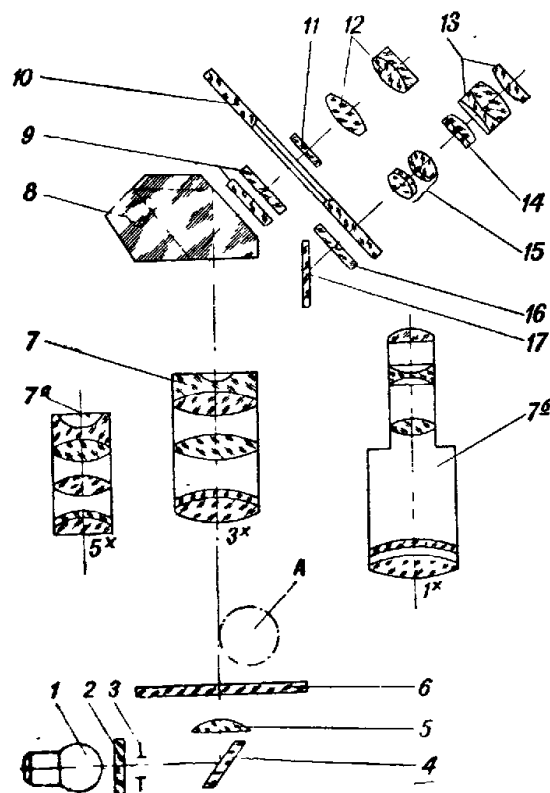
устанавливается одна из четырех окулярных головок. В комплект прибора могут входить четыре окулярные головки: окулярная угломерная головка 8, радиусная головка, резьбопрофильная головка и головка двойного изображения. Окулярная угломерная головка предназначена для выполнения линейных и угловых измерений и является основной. Она имеет окуляр 7 и угломерный микроскоп 6.

Принципиальная оптическая схема инструментального микроскопа представлена на рис. 9.2.

Пучок лучей от источника света 1, пройдя светофильтр 2 и диафрагму 3, попадает на зеркало 4, которое изменяет направление его на  $90^\circ$  от первоначального, проходит затем через конденсатор 5, предметное стекло столика 6 и освещает измеряемый объект А. Если объект прозрачный, то пучок освещает отдельные элементы объекта и поступает в микроскоп, а если непрозрачный, то в микроскоп попадают лучи, идущие касательно к боковым поверхностям объекта, и в поле зрения микроскопа наблюдается теневой контур объекта.

От измеряемого объекта лучи попадают в объектив микроскопа. Для получения различных увеличений каждый микроскоп снабжается тремя сменными объективами 7; 7а и 7б.

Пройдя линзы объектива, лучи проходят призму 8, защитные стекла 9, сетку 11 соответствующей сменной головки и окуляр 12.



**Рис. 15.2. Оптическая схема ММИ-2:**

1 – источник света; 2, 16 – светофильтр; 3 – диафрагма; 4 – зеркало; 5 – конденсатор; 6 – предметное стекло столика; 7, 7а, 7б – сменные объективы; 8 – призма; 9 – защитные стекла; 10 – лимб; 11 – пластина со штриховой сеткой; 12, 13 – окуляр микроскопа; 14 – минутная шкала; 15 – объектив микроскопа; 17 – зеркало для освещения градусной и минутной шкал

Изображение измеряемого объекта рассматривается в увеличенном виде через окуляр. Благодаря наличию призмы 8, изображение рассматриваемого объекта видно через окуляр в прямом (не перевернутом) виде.

Внутри корпуса окулярной угломерной головки имеется стеклянная пластина со штриховой сеткой 11 и лимб 10, разделенный по окружности на 360

равных частей. Пластина со штриховой сеткой и лимб градусной шкалы жестко связаны между собой и имеют общий центр вращения, который находится на оптической оси микроскопа. Штриховая сетка, наблюдается в окуляре основного микроскопа (рис. 15.3), а градусная и минутная шкалы в отсчетном угломерном микроскопе (рис. 15.4).

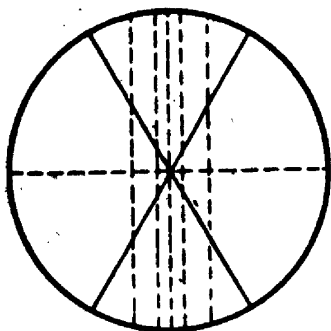


Рис. 15.3. Штриховая сетка окуляра основного микроскопа

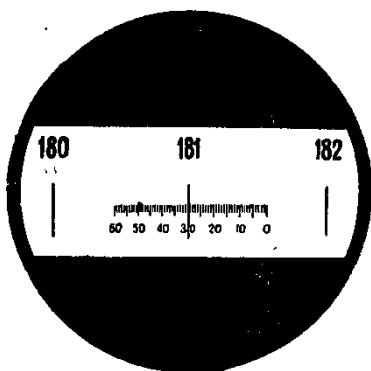


Рис. 15.4. Градусная и минутная шкалы угломерного микроскопа (181°)

Инструментальный микроскоп ММИ-2 позволяет измерять следующие элементы резьбы болтов: наружный диаметр  $d$ , внутренний диаметр  $d_1$ , средний диаметр  $d_2$ , шаг  $P$  и половину угла профиля  $\alpha/2$ .

### Измерение элементов резьбы болтов на микроскопе ММИ-2

Измерение собственно среднего диаметра. Для измерения среднего диаметра резьбы изделие закрепляют в центрах или устанавливают на V-образных подставках так, чтобы ось изделия была примерно параллельна продольному ходу стола, фокусируют тубус микроскопа на измеряемый объект, добиваясь четкого, изображения профиля резьбы. Точную фокусировку осуществляют путем микроперемещения тубуса маховичком 10. Затем проверяют установку изделия параллельно продольному ходу предметного столика. Для этого угломерная шкала устанавливается на нуль и с помощью микровинта поперечного перемещения горизонтальную штриховую линию сетки окулярной головки совмещают с изображением вершин профиля резьбы и проверяют совмещение по всей длине, перемещая стол в продольном направлении. Правильной установки изделия добиваются поворотом стола маховичком 3 (рис. 15.1). Для получения четкого изображения левого и правого профилей резьбы колонка микроскопа наклоняется на угол, равный углу подъема резьбы изделия -  $\psi$ .

Угол подъема определяют по формуле:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{P}{\pi \cdot d}, \quad (15.9)$$

При правильном наклоне колонки резкость как правой, так и левой стороны профиля будет одинакова.

При измерении среднего диаметра резьбы перекрестие сетки с помощью микрометрических головок, устанавливают на какую – либо точку примерно на середине профиля (рис. 9.5,д). Вращением маховика угломерной головки совмещают среднюю вертикальную штриховую линию сетки окулярной головки с измеряемой стороной профиля резьбы. Проводят отсчет по микроголовке поперечного перемещения стола (для повышения точности эту операцию повторяют до 3-х раз и за действительный размер принимают среднее арифметическое значение –  $A_{cp}$ ).

Перемещают стол в поперечном направлении до появления диаметрально противоположной параллельной стороны профиля резьбы, и далее совмещают профиль с перекрестием сетки, не изменяя положения (угла) вертикальной штриховой линии, которая должна совпасть с противоположной стороной профиля (рис. 15.5,е).

Осуществляют второй отсчет ( $B_{cp}$ ). Разность двух отсчетов определяет действительный средний диаметр.

Средний диаметр измеряют также по другой левой стороне профиля (рис. 15.5, ж и з). Осуществляют отсчеты по микрометрической головке  $B_{cp}$  и  $\Gamma_{cp}$ . Измерение среднего диаметра по двум сторонам профиля позволяет исключить погрешности от перекоса оси относительно направления продольного хода измерительного стола.

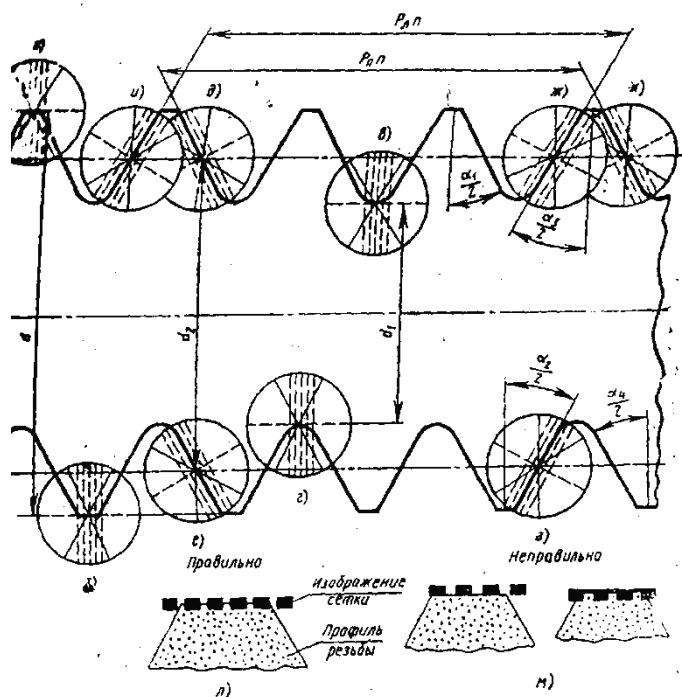
Средний диаметр вычисляют как среднее арифметическое действительных размеров среднего диаметра по правой и левой сторонам профиля.

### **Измерение шага резьбы**

Шаг резьбы измеряют между одноименными профилями. Можно вести измерение или на одном шаге резьбы или на определенном числе ее витков  $B$  в последнем случае шаг резьбы измеряют на длине свинчивания и обозначают  $P_n$ .

При измерении колонка прибора наклоняется на угол подъема резьбы. Так же, как при измерении среднего диаметра, перекрестие и среднюю вертикальную штриховую линию сетки окулярной головки совмещают с правой стороной профиля (рис. 15.5,д) и осуществляют отсчет по микрометрической головке продольного перемещения стола ( $A_{cp}$ ).

Перемещают в продольном направлении стол на выбранное число витков  $n$ , совмещают с перекрестием сетки правый профиль резьбы (не меняя положение средней штриховой линии), осуществляют второй отсчет ( $B_{cp}$ ).



**Рис. 15.5. Положение сетки со штрихами окулярной головки при измерении параметров наружной резьбы на инструментальном микроскопе**

Размер шага  $P_n$  пр. на длине свинчивания определяют как разность второго и первого отсчётов. Повторяют те же измерения по левой стороне профиля (отсчет –  $B_{ср.}$ ,  $\Gamma_{ср.}$  и размер шага  $P_n$  л.) Действительное значение  $P_n$  определяется как среднее арифметическое двух значений  $P_n$  пр. и  $P_n$  л.

Измерение половины угла профиля. Угол профиля измеряют отдельно по двум его половинам, чтобы проверить не только величину угла, но и перпендикулярность биссектрисы угла к оси резьбы. Половину угла измеряют на двух соседних витках в диаметрально противоположных сторонах контура резьбового изделия (рис. 15.5, ж и з) в следующем порядке.

1. Проводят фокусировку, диафрагмирование и установку оси центров микроскопа. Колонка микроскопа устанавливается без наклона.

2. Совмещают нулевой штрих градусной шкалы с нулевым штрихом отсчетного микроскопа.

3. Совмещают центр перекрестия сетки окуляра с серединой левого профиля резьбы и центральную пунктирную линию с боковой стороной левого профиля (рис 9.5, ж). В этом положении по штрихам градусной и минутной шкалы микроскопа производят отсчет ( $0,5\alpha_1$ ). Измерение угла проводят не менее трех раз и из полученных данных определяют среднее их значение.

4. Путем перемещения стола совмещают перекрестие с серединой левого профиля в нижней стороне изделия. Далее поступают так, как указано в пункте 3, но только половина угла профиля будет определяться как  $360^\circ$  минус показания угломерной шкалы микроскопа. Таким образом, устанавливают значение  $0,5\alpha_2$ .

5. Определяем среднее арифметическое значение:

$$0,5\alpha_{лев} = 0,5\left(\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\alpha_2}{2}\right), \quad (15.10)$$

6. Переводят перекрестие окуляра на правый профиль верхней стороны объекта (рис. 9.5,к). Все операции, связанные с определением половины угла профиля резьбы ( $0,5\alpha_3$ ), проводят так, как указано в пункте 3.

7. Измеряют половину угла профиля по правому профилю нижней стороны изделия ( $0,5\alpha_4$  – рис. 9.5, з).



8. Определяют значение:

$$0,5\alpha_{np} = 0,5\left(\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\alpha_2}{2}\right), \quad (15.11)$$

9. Измеренное значение половины угла профиля резьбы находят по формуле:

$$0,5\alpha = 0,5\left(\frac{\alpha_{np}}{2} + \frac{\alpha_{лев}}{2}\right), \quad (15.12)$$

Отклонение  $\Delta 0,5\alpha$  половины угла профиля для метрических резьб определяется по формуле:

$$\Delta 0,5\alpha = 0,5\alpha - 30^\circ, \quad (15.13)$$

Годность резьбовых изделий устанавливают, как указывалось выше, по приведенному среднему диаметру и по отклонениям в соответствии с ГОСТ 16093-81.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Измерение элементов резьбы на малом инструментальном микроскопе	Работа №15
-----------------------	---	------------

**Задание:** Определить величину приведенного среднего диаметра резьбы болта и дать заключение о годности резьбы.

Угол наклона стойки микроскопа, необходимый для измерения резьбы,

$\psi = \dots\dots\dots$

Таблица 15.2

### Результаты измерения собственно среднего диаметра резьбы (в мм)

Результаты измерения по правому профилю		Значение $d_{2\text{прав.}}$	Результаты измерения по левому профилю		Значение $d_{2\text{лев}}$	Искомая величина $d_{2\text{изм}}$
Аср.	Бср.		Вср.	Гср		

Таблица 15.3

### Результаты измерения шага резьбы (мм)

Результаты измерения по правому профилю		$P_n$ по правому профилю.	Результаты измерения по левому профилю		$P_n$ по левому профилю	Искомая величина	
Аср.	Бср.		Вср.	Гср		$P_n$	$\Delta P_n$

Таблица 15.4

### Результаты измерения половины угла профиля резьбы

Результаты измерения		Значение $0,5\alpha_{лев}$	Результаты измерения		Значение $0,5\alpha_{пр}$	Искомые величины	
$0,5\alpha_1$	$0,5\alpha_2$		$0,5\alpha_3$	$0,5\alpha_4$		$0,5\alpha$	$\Delta 0,5\alpha$

Для метрических резьб  $\Delta 0,5\alpha = 0,5\alpha - 30^\circ$

Приведённый средний диаметр  $d_{пр} = \dots\dots\dots$  мм

Заключение о годности:

## **2.1 Лабораторная работа №16 (2 часа).**

**Тема: «Измерение точных размеров валов электронными показывающими приборами с индуктивными преобразователями»**

### **2.1.1 Цель работы:**

1. Изучить назначение, устройство электронных показывающих приборов с индуктивными преобразователями и методику измерения ими.
2. Приобрести навыки в измерении точных размеров валов электронными показывающими приборами.

### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, устройство электронных показывающих приборов и принципы их работы.
2. Изучить назначение, устройство вертикальной стойки тяжелого типа с регулируемым столом.
3. Изучить методику измерения точных размеров валов электронными показывающими приборами с использованием стойки тяжелого типа.
4. Измерить размеры заданных деталей и представить отчет по прилагаемой форме.

### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Электронный показывающий прибор с индуктивным преобразователем модели 276.
2. Вертикальная стойка тяжелого типа с регулируемым столом.
3. Плоскопараллельные концевые меры длины.
4. Изделия для измерения.

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

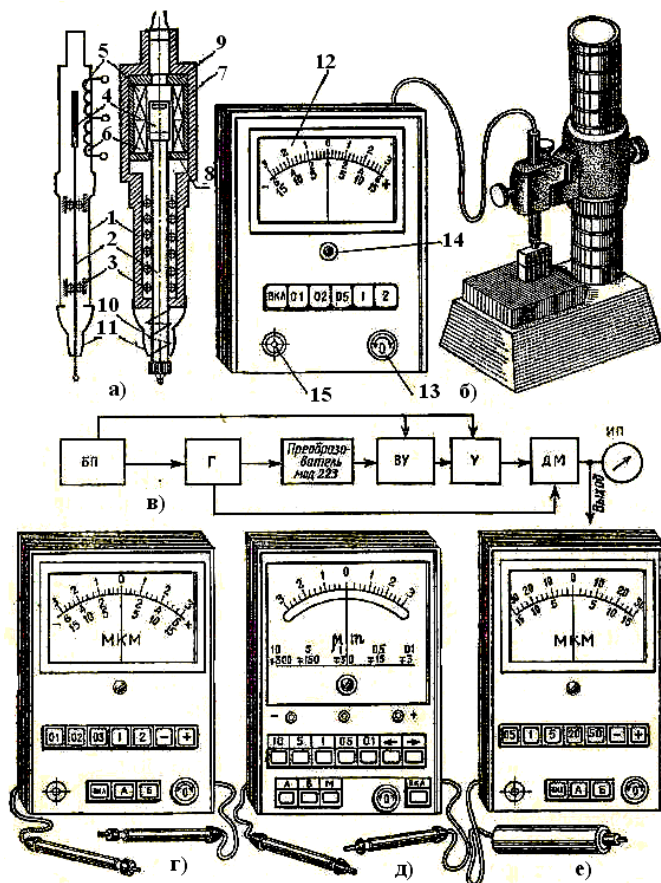
**4.1. Изучить назначение, устройство электронных показывающих приборов с индуктивными преобразователями и методику измерения ими**

Завод «Калибр» выпускает электронные показывающие приборы с индуктивными преобразователями для измерения размеров, отклонений формы и расположения поверхностей с высокой точностью и быстродействием. Принцип работы приборов состоит в преобразовании перемещения измерительного стержня с наконечником в пропорциональное ему изменение напряжения, подаваемого на отсчетное или записывающее устройство.

**Индуктивный преобразователь** состоит из одной – двух катушек индуктивности с магнитопроводом, образующих постоянную, т.е. неподвижную часть преобразователя, и соединенного с измерительным стержнем якоря (тоже магнитопровода), перемещаемого в процессе измерений относительно неподвижной катушки или катушек, в которых создается магнитный поток. При этом изменяется реактивное сопротивление катушек. Так как они включены в электросхему, то перемещение измерительного стержня преобразуется в перемещение указателя (стрелки) относительно неподвижной шкалы прибора. На рис. 16.1,а показано устройство одного из индуктивных преобразователей мод. 223, применяемого в электронных показывающих приборах мод. 212 и мод. 214 (рис. 16.1,б).

В стальном корпусе 1 (рис. 16.1,а) на шариковых направляющих 3 установлен стержень 2 с измерительным наконечником. Трубчатый ферритовый якорь 4 со стержнем 2 перемещается внутри двух индуктивных катушек 5 и 6, закрепленных в корпусе преобразователя. Постоянная часть магнитопровода состоит из втулки 7 и двух

ферритовых шайб 8 и 9, расположенных сверху и снизу втулки. Магнитопровод смонтирован в латунном корпусе и зажат гайкой. Силу измерения создает пружина 10. Измерительный стержень с шариковыми направляющими защищен гофрированной резиновой втулкой 11.



**Рис. 16.1. Индуктивный преобразователь мод. 223 (а) и электронные показывающие приборы моделей 214 (б и в), 212 (г), 276 (д) и 217 (е):**

1 – корпус; 2 – стержень; 3 – шариковые направляющие; 4 – ферритовый якорь; 5, 6 – индуктивные катушки; 7 – втулка; 8, 9 – ферритовые шайбы; 10 – пружина; 11 – резиновая втулка; 12 – показывающий прибор; 13 – ручка электрической установки нуля; 14 – отверстие для корректировки нулевого положения указателя прибора; 15 – сигнальная лампа

Закрепленный в стойке индуктивный преобразователь кабелем соединен с электронным блоком, на передней панели которого расположены: клавиша «ВКЛ» (рис. 16.1, б) с сигнальной лампой 15; показывающий прибор 12; ручка 13 электрической установки нуля; отверстие 14 для корректировки нулевого положения указателя показывающего прибора и пять клавиш с цифрами 01; 02; 05; 1 и 2. Включение выбранной клавиши соответствует цене деления 0,1; 0,2; 0,5; 1 и 2 мкм.

На задней панели расположены гнезда для подключения преобразователя, шланг питания прибора, клемма заземления и предохранитель. В структурную схему электронного блока (рис. 16.1, в) входят: блок питания (БП); генератор (Г) питания преобразователя; входное устройство (ВУ); сумматор; усилитель (У) и демодулятор (ДМ). Блок питания БП состоит из силового трансформатора и стабилизатора. Он является источником выпрямленного постоянного стабилизированного напряжения 30 В. Генератор Г обеспечивает питание индуктивного преобразователя переменным напряжением частотой 2...5 кГц. Входное устройство ВУ предназначено для согласования выходного сигнала с преобразователя со входом сумматора. Усилитель У усиливает сигнал, поступающий с входного устройства. Его схема выполнена на трех транзисторах. Усиленное напряжение от преобразователя подается на вход демодулятора ДМ. Сущность

работы схемы демодулятора состоит в прохождении малых токов через коммутируемые ключи. Здесь же осуществляется ограничение выходного напряжения. К выходу демодулятора подсоединен показывающий прибор ИП. Одновременно выходное напряжение выводится на розетку «ВЫХОД», установленную на задней панели блока.

Характеристики некоторых электронных показывающих приборов приведены в таблице 16.1.

Более точным и совершенным является электронный показывающий прибор мод. 276 (рис. 16.1, д), предназначенный для контроля линейных перемещений и формирования команд о выходе контролируемого размера за границы установленного поля допуска. Прибор снабжен светофорным устройством, состоящим из трех цветных сигнальных ламп: зеленой (деталь по данному размеру годна) и двух красных (брак «+»; брак «-»). Если размеры контролируемого изделия находятся в поле допуска, то загорается зеленая лампа. Выходной сигнал поступает на прибор и одновременно на розетку для подключения, например, самописца. Прибор мод. 276 имеет по сравнению с аналогом (прибор мод. 212) следующие преимущества: в 5 раз больший диапазон показаний (600 вместо 120 мкм); меньшая погрешность вследствие применения микроамперметра М2027 с зеркальной шкалой класса точности 0,5 (вместо прибора М906 класса точности 1,5); большая амплитуда выходного сигнала (0,7 – 1,3 В вместо 0,1 В); возможность автоматизации предельного контроля (путем введения пороговых устройств и световой сигнализации).

Таблица 10.1.

**Характеристики электронных показывающих приборов. Размеры, мкм**

Модел ь	Диапазон измерени й	Цена делен ия	Модель преобра- вателя	Число преобра- зователей	Допускаемая погрешность в делениях шкалы при числе преобра- зователей		Масса кг
					1	2	
212 и 214	±3 ±6 ±15 ±30 ±60	0,1 0,2 0,5 1 2	223	1 для мод.214; 1; 2 для мод. 212	1	2	5
213	±1 ±2,5 ±5 ±10 ±25	0,02 0,05 0,1 0,2 0,5	222	1; 2	1	2	5
276	±3 ±15 ±30 ±150 ±300	0,1 0,5 1 5 10	221	1; 2	1	2	6

Изменение границ поля допуска осуществляется с помощью двух потенциометров, выведенных на боковую панель прибора.

Выпускается электронный показывающий прибор мод. 275, у которого по сравнению с мод. 276 увеличен диапазон измерения до 5000 мкм, повышена надежность благодаря применению новой элементной базы и улучшенной конструкции; увеличена амплитуда выходного сигнала до 5 В.

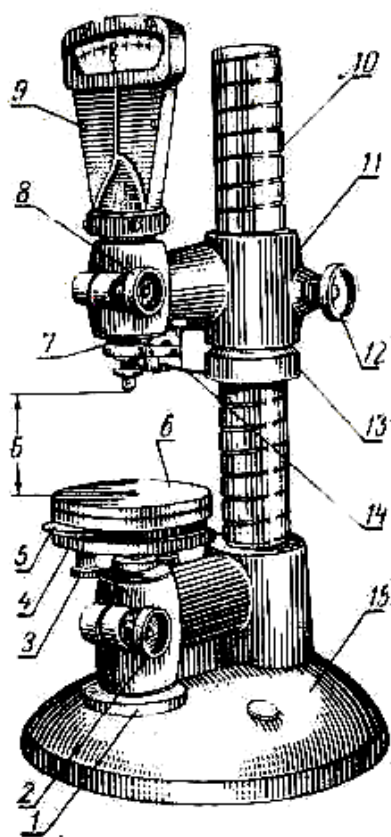
При измерении наружных размеров индуктивные преобразователи закрепляются в штативах или стойках (рис. 16.1, б).

При присоединительном размере индуктивных преобразователей Ø28h7 для измерения точных наружных размеров может использоваться стойка тяжелого типа с регулируемым столом, которая представлена на рис. 16.2 (вместо измерительной головки 9 в кронштейне 11 закрепляется индуктивный преобразователь).

Стойка тяжелого типа предназначена для измерения наружных размеров до 180 мм и диаметром не более 150 мм. Стойка имеет массивное чугунное основание 15, на котором установлены колонка 10 и регулируемый стол 6. Вдоль колонки 10 перемещается кронштейн 11, в отверстии которого закрепляется измерительная головка (миниметр, микрокатор, трубка оптиметра) или индуктивный преобразователь. Кронштейн на колонке крепят стопорным винтом 12, а измерительную головку или индуктивный преобразователь – стопорным винтом 8. Грубую установку наконечника измерительной головки относительно стола 6 осуществляют кольцом 13, которое может перемещаться вдоль колонки.

Для точной установки прибора на размер служит микровинт 1, который связан с подвижным столом. Положение стола фиксируется стопорным винтом 2. Рабочая плоскость стола должна иметь зеркальную поверхность и быть такой, чтобы можно было притирать концевые меры.

При измерениях плоских деталей применяют сферические наконечники; при измерениях цилиндрических деталей до 10 мм – ножевидные наконечники, «лезвие» которых устанавливают перпендикулярно к оси измеряемого изделия; при измерениях цилиндрических деталей диаметром более 10 мм – сферические наконечники; при измерениях деталей, ограниченных сферическими поверхностями (шарики, штихмассы и т.д.), – плоские наконечники.



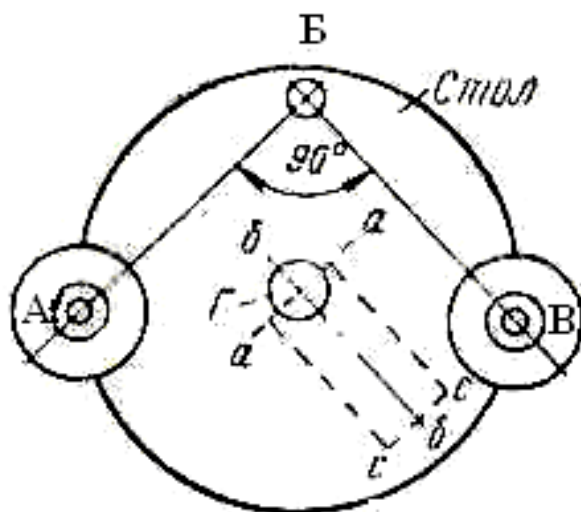
**Рис. 16.2. Вертикальная стойка тяжелого типа с регулируемым столом:**

1 — микровинт для точной настройки; 2 — стопорный винт стола; 3 — стопорный винт регулировочной гайки; 4 — основание стола; 5 — гайка регулировки стола; 6 — стол; 7 — хомут; 8 — стопорный винт измерительной головки; 9 — измерительная головка; 10 — колонка; 11 — кронштейн; 12 — стопорный винт кронштейна; 13 — установочное кольцо;

14 — отводной рычаг; 15 — основание

Регулируемый стол состоит из двух основных частей: собственно стола 6 и основания 4. Стол имеет три точки опоры. Две точки опоры А и В (рис. 10.3) могут

перемещаться по высоте, а неподвижная третья опора Б представляет собой шарик, относительно которого стол может занимать различные положения.



**Рис. 16.3. Опорные точки измерительного стола стойки тяжелого типа:**

А и В — рифленые гайки; Б — стальной шарик; Г — плоский наконечник измерительного стержня

Чтобы исключить люфт, измерительный стол связан с основанием сильной спиральной пружиной. При измерении деталей плоскость измерительного стола устанавливается перпендикулярно к оси измерительного стержня. Для установки стола в такое положение используют плоский наконечник. Поверхность стола должна быть параллельна плоскости наконечника.

#### **Методика измерения точных размеров валов электронным показывающим прибором с использованием тяжелой стойки.**

1. Индуктивный преобразователь с плоским наконечником закрепляется в кронштейне стойки и соединяется кабелем с показывающим прибором 2 (рис. 16.1, б; прибор мод. 214).

2. К столику стойки слегка притирается плоскопараллельная мера небольшого размера (10 – 20 мм).

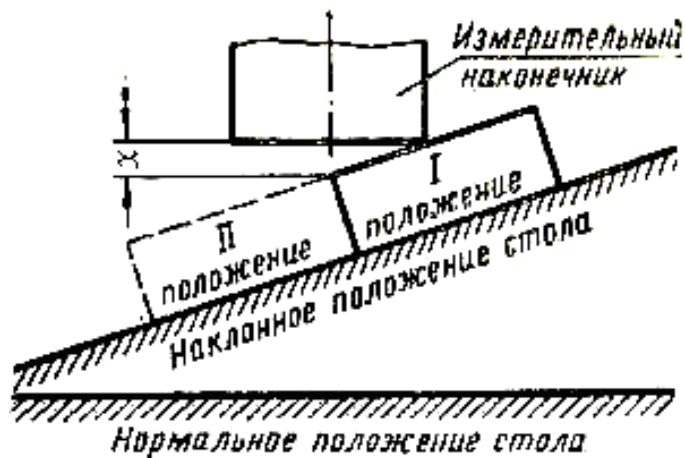
3. Нажимают на клавишу «ВКЛ» показывающего прибора (при этом загорается сигнальная лампа 1), прибор прогревают в течение 10 – 20 мин. Предварительно устанавливают цену деления прибора, равную наибольшей цене деления (для мод. 214 – 2 мкм, т.е. нажимают на клавишу, обозначенную цифрой 2). Стрелка прибора должна плавно переместиться в направлении знака «–».

4. Отпускают стопорный винт 12 кронштейна стойки (рис. 10.2). Перемещают кронштейн с индуктивным преобразователем вниз вращением гайки 13 так, чтобы между измерительным наконечником и мерой был зазор 1 – 1,5 мм.

5. Окончательно доводят до соприкосновения измерительный наконечник преобразователя с поверхностью меры вращением винта 1 для точной настройки при отпущенном стопорном винте 2 (рис. 16.2), а затем вращением винта 1 совмещают указатель (стрелку) прибора с нулевым делением шкалы.

6. Устанавливают стол стойки так, чтобы его плоскость была перпендикулярна к оси измерительного стержня. Выверяется стол по направлениям АБ и БВ следующим образом: концевая мера устанавливается на столе так, чтобы ее ось бб была параллельна оси БВ или АБ (рис. 16.3). Меру (контур ее обозначен пунктиром) подводят под наконечник так, чтобы ее ребро аа проходило примерно через середину (центр)

наконечника, что соответствует положению I концевой меры (рис. 16.4). Отводным рычагом 14 освобождают концевую меру и передвигают ее вдоль оси параллельно линии БВ так, чтобы грань сс концевой меры заняла положение грани аа (положение II, рис. 16.4). Отпускают отводным рычагом измерительный наконечник на концевую меру.



**Рис. 16.4. Положение концевой меры относительно плоскости измерительного наконечника при наклонном положении**

Если стол имеет наклон (рис. 16.4), то стрелка шкалы не остановится на нуле, а покажет какое – то значение  $x$ . Таким образом, при наличии перекоса стола изменение положения меры вызовет изменение в показании по шкале прибора и стол в этом случае выверяют изменением высоты опор А и В. При выверке стола указание положения мер устанавливаются при перемещении меры по направлениям от Б к В и от В к Б (или соответственно от Б к А и от А к Б). Например, при перемещении меры по направлению от Б к В установлено изменение по шкале прибора. Следовательно, высоту опоры В нужно увеличить. Если же обнаружено изменение по шкале прибора при перемещении меры от В к Б, то высоту опоры В нужно уменьшить. Выверку повторяют до тех пор, пока при различных положениях меры по направлениям АВ и ВВ разность показаний по шкале не будет превышать 0,5 мкм.

7. После того как столик выверен, кронштейн 11 вращением гайки 13 (рис. 16.2) поднимается вверх. Плоский наконечник снимается и заменяется в случае измерения плоских и цилиндрических объектов сферическим наконечником. По номинальному размеру измеряемого изделия подбираются меры для составления блока. Концевые меры промывают бензином, протирают чистой тканью, притирают друг к другу и затем к столу стойки. Поверхность столика так же должна быть промыта бензином и протерта тканью. Установка прибора на ноль производится так, как это описано в пунктах 4 и 5.

Нулевую установку прибора следует проверить, прижимая и отпуская 2 – 3 раза наконечник арретиром (отводным рычагом 14).

Установив окончательно шкалу на ноль, арретиром приподнимают наконечник и, удалив со столика блок концевых мер, заменяют его объектом измерения.

Если объект измерения имеет цилиндрическую форму, то во избежания перекоса следует плотно прижимать его двумя пальцами к столику и, прокатывая его под наконечником, следить за показаниями по шкале прибора. Наибольшее показание будет соответствовать размеру диаметра.

Действительный размер диаметра будет равен сумме размера блока и показания прибора с учетом знака этого показания.

После окончания измерений проверяется нулевая установка прибора. Ошибка не должна превосходить одного деления шкалы.

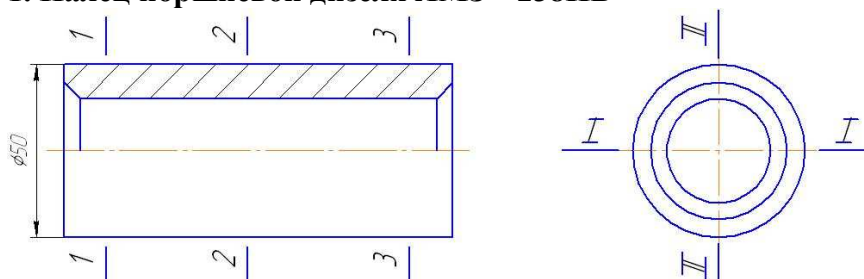
Результаты измерений представляются в отчете установленной формы.



## 4.2. Приобрести навыки в измерении точных размеров валов электронными показывающими приборами

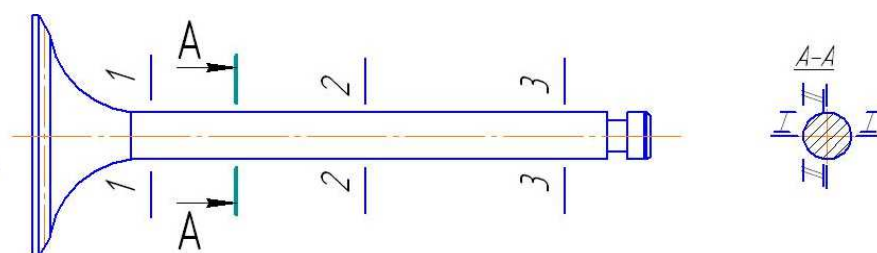
Эскизы деталей и схемы измерений

### 1. Палец поршневой дизеля ЯМЗ – 238НБ



Технические условия на дефектовку. Износ рабочей поверхности по Ø50:  
 размер по чертежу –  $\text{Ø}50_{-0,008}^{0}$ ;  
 допустимый без ремонта – 49,97 мм;  
 овальность и конусообразность не более: по чертежу – 0,0035 мм, допустимые без ремонта – 0,015 мм.

### 2. Клапан впускной дизеля ЯМЗ – 8423



Технические условия на дефектовку. Износ стержня клапана:  
 размер по чертежу –  $\text{Ø}10_{-0,09}^{-0,07}$ ;  
 допустимый без ремонта – 9,89 мм;  
 овальность и конусообразность (полуразность диаметров) не более: по чертежу – 0,005 мм, допустимые без ремонта – 0,01 мм.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Измерение точных размеров валов электронными показывающими приборами с индуктивными преобразователями	Работа №16
-----------------------	---	------------

**Задание:** 1. Изучить назначение, устройство электронных показывающих приборов и принцип их работы.

2. Изучить назначение, устройство вертикальной стойки тяжелого типа с регулируемым столом.

3. Изучить методику измерения точных размеров валов электронными показывающими приборами с использованием стойки тяжелого типа.

4. Измерить размеры поршневого пальца дизеля ЯМЗ 238НБ и выпускного клапана дизеля ЯМЗ 8423, дать заключение о их годности и представить отчет по прилагаемой форме.

Таблица 16.1

**Характеристики электронного показывающего прибора.**



### Размеры, мкм

Модель	Диапазон измерений	Цена деления	Число преобразователей	Допускаемая погрешность в делениях шкалы

Таблица 10.2

Результаты измерения размеров поршневого пальца								
Номин. размер	Направл. измерен.	Сечения			Пред. размеры по черт.		Допустимый размер	Заключение о годности
		1-1	2-2	3-3	наиб.	наим.		
	I – I							
	II – II							

Отклонения от правильной геометрической формы: овальность и конусообразность не более по чертежу – ....., допустимые – .....

Заключение о годности по отклонениям формы – .....

Таблица 16.3

Результаты измерения диаметра стержня клапана								
Номин. размер	Направл. измерен.	Сечения			Пред. размеры по черт.		Допустимый размер	Заключение о годности
		1-1	2-2	3-3	наиб.	наим.		
	I – I							
	II – II							

Отклонения от правильной геометрической формы: овальность и конусообразность не более по чертежу – ....., допустимые – .....

Заключение о годности по отклонениям формы – .....

## 2.1 Лабораторная работа №17 (2 часа).

**Тема: «Контроль шероховатости при проверке деталей на пригодность профилометром модели 253»**

### 2.1.1 Цель работы:

- Изучить назначение, устройство профилометра модели 253.

### 2.1.2 Задачи работы:

- Изучить назначение, устройство профилометра модели 253.
- Измерить шероховатость заданных деталей и представить отчет по прилагаемой форме.

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- Профилометр модели 253.

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

#### 4.1. Изучить назначение, устройство профилометра модели 253

Количественный контроль параметров шероховатости осуществляют контактными методами с помощью щуповых приборов (профилометров и профилографов) и бесконтактными методами (с помощью микроскопов и микроинтерферометров и т.д.).

Контактные профилометры и профилографы, имеющие высокую точность, применяют для контроля наиболее ответственных измерений.

Профилометр - прибор для измерения неровностей поверхности с отсчитыванием результатов измерения на шкале в виде значений одного из параметров, используемых для оценки этих неровностей,— шероховатости поверхности. В профилометре сигнал получается от датчика с алмазной иглой, перемещающейся перпендикулярно контролируемой поверхности. После электронного усилителя сигнал интегрируется для выдачи усреднённого параметра, количественно характеризующего поверхностные неровности на определённой длине.

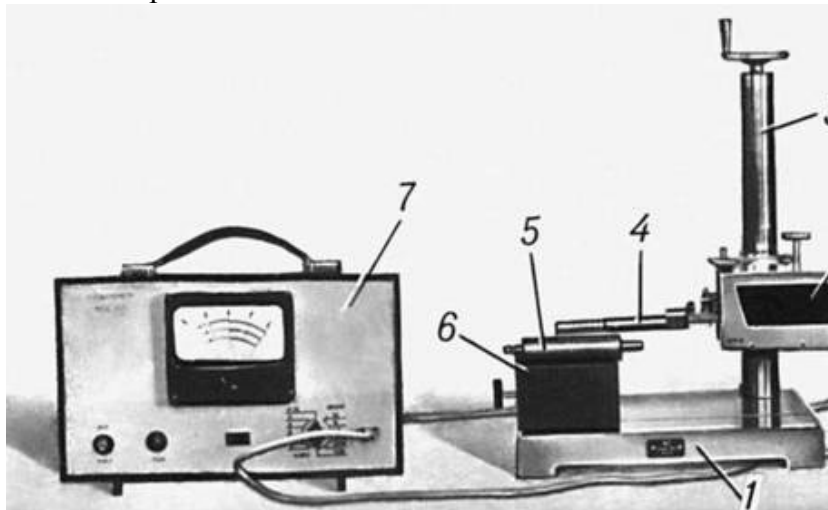


Рисунок 17.1 - Профилометр (модель 253) 1 — станина; 2 — привод; 3 — стойка; 4 — датчик; 5 — деталь; 6 — измерительный столик; 7 — электронный блок с показывающим устройством.

#### 4.2. Изучить параметры для нормирования и оценки шероховатости поверхностей.

Согласно ГОСТ 2789-73 шероховатость поверхности изделий независимо от материала и способа изготовления (получения поверхности) можно оценивать количественно одним или несколькими параметрами.

##### Высотные параметры:

$R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля

$R_z$  – высота неровностей профиля по 10 точкам

$R_{max}$  – наибольшая высота неровностей профиля.

Параметр  $R_a$  является предпочтительным.

Параметр  $R_a$  характеризует среднюю высоту всех неровностей.

$R_z$  – характеризует среднюю высоту наибольших неровностей.

$R_{max}$  – характеризует наибольшую высоту профиля.

##### Шаговые параметры $S_m$ , $S$ .

$S_m$  – средний шаг неровностей.

$S$  – средний шаг неровностей по вершинам.

##### Опорный параметр $t_r$

$t_r$  – относительная опорная длина профиля.

Шаговые параметры  $S_m$ ,  $S$ , и  $t_r$  – введены для учета различной формы и взаимного расположения характерных точек неровностей. Эти параметры позволяют также нормировать спектральные характеристики профиля.

Стандартом ГОСТ 25142-82 предусмотрен ряд параметров для количественной оценки шероховатости, причем отсчет ведется от единой базы, за которую принята средняя линия профиля  $m$ .

Представим профилограмму поверхности детали.

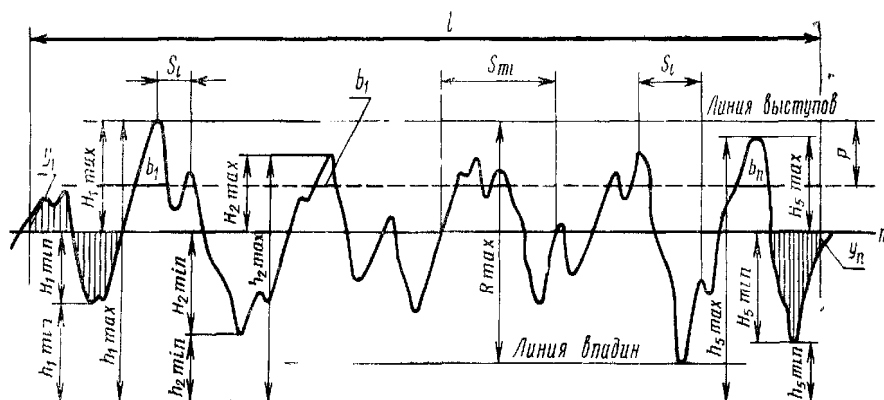


Рисунок 17.2- Профилограмма

Профилограмма – изображение реальной поверхности, полученное измерением на базовой длине  $L$ .

Средняя линия – среднеквадратическое отклонение профилей (сумма площадей над линией равна сумме площадей под линией).

Количественную оценку шероховатости проводят по следующим параметрам:

Параметры шероховатости, связанные с высотными свойствами неровностей:

$R_a$  – среднее арифметическое значение из абсолютных величин отклонений профиля – среднее арифметическое отклонение профиля

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i|$$

$y_i$  – расстояние от любой точки профиля по нормали к средней линии,

$n$  – количество замеров профиля, шт.

$R_a$  – на профилограмме показаны параллельные линии  $Y_i$ .

$R_z$  – высота неровностей профиля по 10 точкам (сумма средних значений 5 самых высших точек профиля и 5 самых низших точек профиля)

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^5 h_i \max - \sum_{i=1}^5 h_i \min \right)$$

где,  $h_i \max$  – расстояние от высших точек пяти наибольших максимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;

$h_i \min$  – расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до этой же линии.

$R_{\max}$  – расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой длины  $L$ .

обозначение параметров  $R_z$  и  $R_{\max}$

Параметры шероховатости, связанные со свойствами неровностей в направлении длины профиля:

средний шаг неровностей:

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

$S_{mi}$  – длина отрезка средней линии, пересекающего профиль в трех соседних точках и ограниченного крайними точками.

Средний шаг неровностей по вершинам:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

$S_i$  – длина отрезка средней линии между проекциями на нее двух высших точек соседних выступов.

Параметры шероховатости, связанные с формой неровностей:

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{L} \cdot 100\%$$

$r$  – уровень сечения (выбирается в % от  $R_{max}$ ).

Применение параметров шероховатости:

4. Для деталей, которые испытывают трение и износ

$R_a$  ( $R_z$ ),  $t_p$ , причем параметру  $R_a$  отдается предпочтение.

5. Виброустойчивость и циклическая прочность

$R_{max}$ ,  $t_p$

6. Для неподвижных деталей

$R_a$  ( $R_z$ )

Требования к шероховатости устанавливают указанием числовых значений (наибольших или номинальных с отклонениями в % или диапазона значений) параметра или параметров на базовой длине  $L$ .

Числовые значения параметров шероховатости:

$R_a$  – 0,008...100 мкм;

$R_z$  – 0,025...1600 мкм;

$S_m$ ,  $S$  – 0,002...12,5 мм;

Значение уровня сечения  $r$ :

5;10;15;20;25;30;40;50;60;70;80;90

Требования к шероховатости должны быть обусловлены и должны исходить от функционального назначения поверхности детали.

Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах регламентируется ГОСТом 2.309-73 ЕСКД. «Обозначение шероховатости поверхностей»

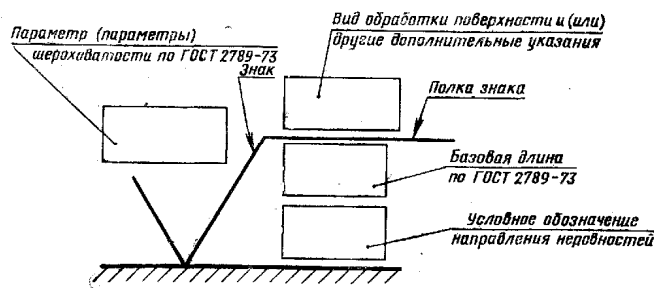
Данный ГОСТ 2.309-73 регламентирует:

3. Обозначение шероховатостей;

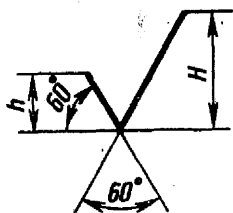
4. правила нанесения и обозначения шероховатости на чертежах.

5. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах.

В общем виде структура обозначения шероховатостей следующая:



Размеры знака шероховатости:



$h$  – высота цифр размерных чисел;

$H = (1,5 \dots 3) h$

Толщина линий знака  
приблизительно равна  $\frac{1}{2}$  толщины  
сплошной основной линии

Направление неровностей


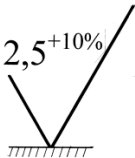
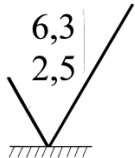
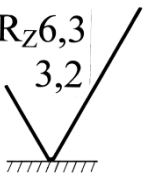
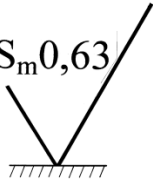
Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать приведенным в таблице

Схематическое изображение неровностей	Обозначение

Структура обозначения шероховатости:

	Для обозначения шероховатости поверхностей, вид обработки которых конструктором не нормируется
	Для обозначения шероховатости поверхностей, которые должны быть образованы снятием слоя материала
	Для обозначения шероховатости поверхностей, которые должны быть образованы без снятия слоя материала (ковка, литье, штамповка, протягивание и т.д.)

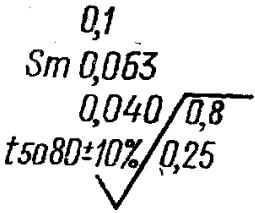
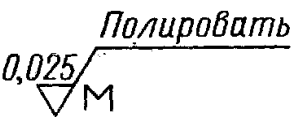
Значения параметров шероховатости по ГОСТ 2789-73 указывают:

- для параметра $R_a$ – без символа			
			
- для остальных параметров – после соответствующего символа			
			

Расшифровка обозначения шероховатости:

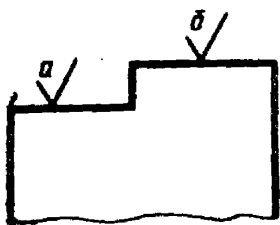
При указании двух и более параметров шероховатости в обозначении шероховатости значения параметров записывают сверху вниз в следующем порядке:

- параметр высоты неровностей профиля;
- параметр шага неровностей профиля;
- относительная опорная длина профиля.

	$R_a \leq 0,1$ мкм; $0,040 \leq S_m \leq 0,063$ мкм. $t = 80 \pm 10\%$ при $p=50\%$ $L = 0,25 \dots 0,8$ мм направление неровностей (C) - кругообразное
	$R_a \leq 0,025$ мкм; направление неровностей (M) - произвольное поверхность - полировать

Упрощенное обозначение шероховатости:

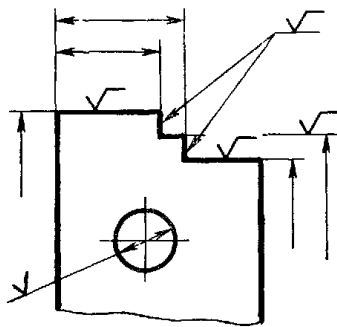
Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа.



$$a/ = \sqrt[0,32]{\frac{0,25}{0,08}} \text{ Полировать } M$$

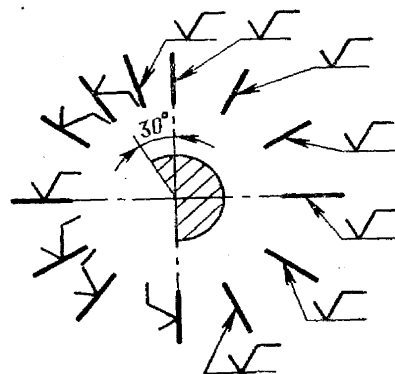
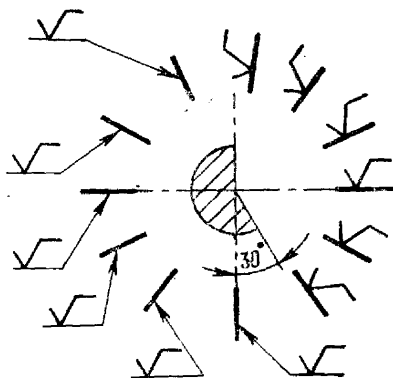
$$б/ = \sqrt[0,63]{\frac{0,40}{0,25}} \text{ } t_{50} 60 \text{ } 2,5$$

Обозначение шероховатости на изображении детали располагают:

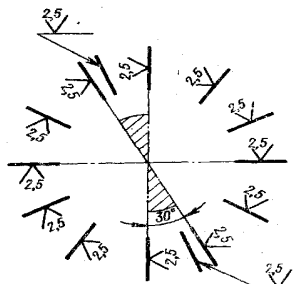


На контурных линиях;  
на выносных линиях (ближе к размерной);  
на полках линий выносок;  
при недостатке места на размерных линиях

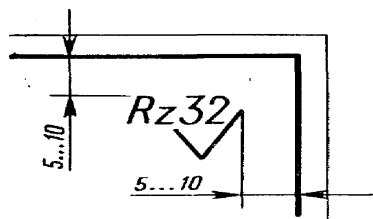
Обозначение шероховатости поверхности, в которой знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на чертеже



и в которых знак не имеет полки

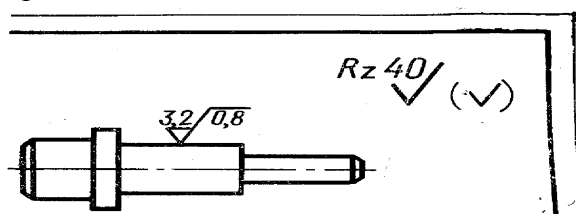


При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правый верхний угол чертежа и на изображении не наносят



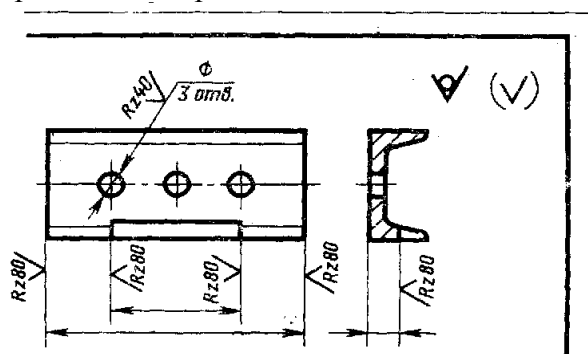
Размеры знака и толщина линий  
увеличиваются в 1,5 раза

При одинаковой шероховатости части поверхности обозначение шероховатости также выносится в правый верхний угол чертежа и в скобках указывается знак шероховатости



Размер и толщина знака в скобках должны  
соответствовать знаку на изображении

Если поверхности образованы без снятия слоя материал или по которым не проводится обработка



Шероховатость остальных поверхностей сохраняется в соответствии поставки

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Профилометр модели 253	Работа №17
-----------------------	------------------------	------------

**Задание:** 1. Изучить назначение, устройство профилометра модели 253 и принцип работы.

2. Изучить методику измерения шероховатости.

Параметры		Изображение реальной поверхности, полученное измерением на базовой длине L.
y1 =	Ra –мкм;	
y2 =		
y3 =		
h1 max =	Rz – мкм;	
h2 max =		
h3 max =		
h1 min =		
h2 min =		
h3 min =		
Sm1 =	Sm - мм	
Sm2 =		
Sm3 =		
S1 =	S–мм;	
S2 =		
S3 =		
b1=	ttp – мкм;	
b2=		
b3=		
P=		
L=		
Rmax=		



## **2.1 Лабораторная работа №18 (2 часа).**

### **Тема: «Устройство и эксплуатация твердомера ТЕМП-2»**

#### **2.1.1 Цель работы:**

1. Изучить назначение, устройство твердомера ТЕМП-2.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, устройство твердомера ТЕМП-2.
2. Измерить размеры твердость заданных деталей и представить отчет по прилагаемой форме.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Твердомер ТЕМП-2.
2. Изделия для измерения.

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **4.1. Общие сведения о приборе твердомере ТЭМП -2**

Твердомер представляет собой портативный электронный программируемый прибор динамического действия. Состоит из электронного блока и датчика с экранированным кабелем (рис. 18.1).

На корпусе прибора расположены дисплей (жидкокристаллический индикатор) и кнопки управления, на правой боковой поверхности – толкатель, служащий для «загрузки» ударника – перемещения его в исходное рабочее положение и сжатия пружины.

Принцип измерения твердости прибором основан на определении соотношения скоростей падения и отскока ударника со стальным шариком (диаметром 3 мм и твердостью HV 1600).

Твердомер предназначен для экспрессного (за 5 с) измерения твердости сталей, сплавов и их сварных соединений по шкалам Бринелля, Роквелла (С), Шора (HSD) и Виккерса, а также определения предела прочности  $R_m$  (т.е.  $\sigma_b$ , кгс/мм<sup>2</sup>) углеродистых сталей. Кроме того в память прибора можно записать дополнительно пять шкал твердости для других материалов (чугун, резина и др.).

##### **4.2. Требования к образцам и их установке**

К испытываемой поверхности предъявляются высокие требования – шероховатость не более  $R_a$  2,5 мкм. Поэтому при необходимости в зоне измерения нужно зачистить шлифовальной машинкой площадку диаметром не менее 20 мм. Предварительно поверхность очищают, а перед замером протирают ветошью.

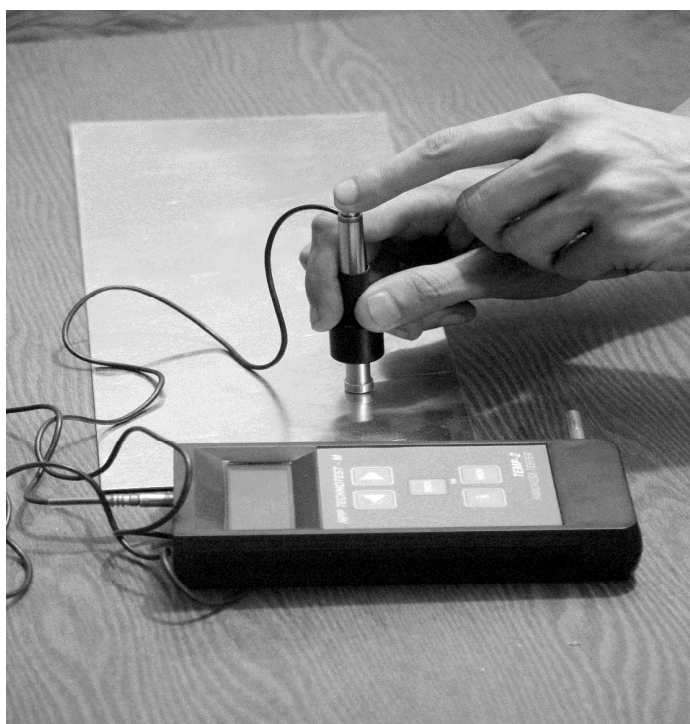


Рис. 18.1. Твердомер ТЭМП-2  
и измерение твердости прибором

Допустимо измерение твердости на вогнутых и выпуклых образцах ( $R$  кривизны  $\geq 15$  мм).

1      2      3      4      5      6

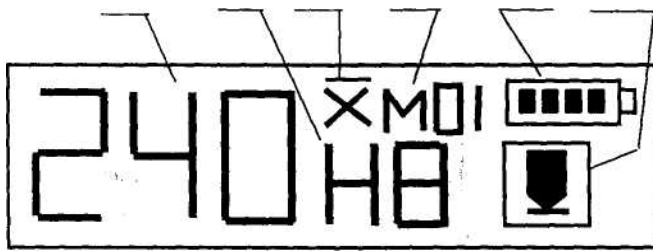


Рис.18.2. Схема индикации дисплея:

- 1 – значение твердости;
- 2 – шкала твердости или прочности;
- 3 – индекс усредненного результата;
- 4 – число измерений;
- 5 – указатель разряженности батареи;
- 6 – указатель положения датчика.

Расстояние между отпечатками не менее 3 мм. Число измерений от 3 до 99. Минимальная масса контролируемого изделия 1.5 кг. Легкие изделия необходимо притирать на массивную плиту.

#### 4.3. Порядок работы

- Включить прибор кнопкой «MOD» - на дисплее появится индикация (рис. 7).
- Повторным нажатием кнопки «MOD» перейти в режим выбора шкалы твердости.
- Выбрать шкалу кнопками «◀▶».
- Выбрать положение датчика (горизонтально, сверху вниз, снизу вверх) дополнительным нажатием кнопки «MOD» и кнопок «◀▶».

Подобным образом можно выбрать режим подсветки («OFF» - выключена, «ON» - включена и т.д.).

Индикация дисплея сохраняется 3-4 с, поэтому **режимы выбирать быстро.**

- В корпус датчика вставить толкатель и плавно переместить его до защелкивания (сжатия пружины).
- Установить датчик нормально к испытываемой поверхности, плотно прижать его и другой рукой нажать на спусковую кнопку.

На дисплее появится значение твердости по выбранной шкале.

- Повторить замеры твердости.
  - Среднее значение результатов измерений определить нажатием кнопки «X».
- Прибор отключается автоматически чрез 2 минуты после окончания работы.

Специальным кабелем можно соединить твердомер с компьютером и, используя соответствующую программу, вывести результаты измерений на его дисплей, сохранить и распечатать их.

#### 5. Общая характеристика методов измерения твердости материалов

Твердость измерить проще, в том числе на деталях. Прочность - важнейший показатель механических свойств материала, определить сложнее. Для этого необходимы специальные образцы и более сложное оборудование.

Зная значение твердости можно ориентировочно найти прочность по зависимости

$$\sigma_b = K \cdot HВ, \text{ МПа,}$$

где К: для сталей

3,4 - 3,5;

для алюминия и сплавов

3,5 - 3,6;

для меди и сплавов

4,0 - 5,5.

Возможности разных методов различны, что следует учитывать при выборе наиболее эффективного способа с учетом материала, ожидаемого значения твердости, размеров и формы изделия.

Форма и размеры индентора, прилагаемая нагрузка должны соответствовать целям испытания, состоянию поверхности, структуре и свойствами материала. Так, для сплавов, состоящих из крупных структурных составляющих различных по свойствам (серый чугун, подшипниковые сплавы), нужно использовать шарик большого диаметра. Если структура металла мелкозернистая и однородная, то можно вдавливать тела меньших размеров (шарик, конус, пирамиду) и на меньшую глубину.

Наиболее предпочтительным является метод Виккерса, дающий твердость в широком диапазоне значений по одной шкале.

Сравнительные параметры по основным современным методам измерения твердости материалов приведены в табл. 18.1.

Таблица 18.1. Характеристика основных методов измерения твердости

Метод (твердомер)	ГОСТ	Ограничения: S – толщина изделия, Sc – толщина поверхностного слоя, мм; Ra – шероховатость, мкм	Пределы измерения, ед. твердости	Точность измерения отпечатка, мм
Бринелля	9012-59	$S > 1-2$ , мелкие детали и образцы	$HB \leq 450$	0,05
Роквелла	9013-59	$S = 0,3-0,5$ $S = 0,8-2,0$ $Sc > 0,5$ $Ra \approx (1,25)$	A: 70-85 B: 25-100 C: 20-67	0,002
Виккерса	2999-75	$S = 0,3-0,5$ $S = 0,03-0,05$ $Ra \leq 1,25$	HV от 100 ... HV от 8 до 2000	0,001
ИТ 5010 ТЭМП-2		$Ra \leq 2,5$ мкм Масса изделия от 1,5 кг	HB: 100-450 HRC: 22-68 HV: 100-950 HSD: 22-99	--

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Кафедра ремонта машин	Твердомер ТЭМП-2	Работа №18
-----------------------	------------------	------------

- Задание:** 1. Изучить назначение, устройство твердомера ТЭМП-2;  
2. Измерить твердость материала некоторых образцов.

Таблица. Результаты испытания образцов

Материал образца	Результаты испытания образцов		
	D, мм	HB	HR
1.			
2.			
3.			
и т.д.			