

**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: Технические системы в агробизнесе**

**Форма обучения: очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>6</b>
1.1 Лекция №1 Основы метрологии.....	6
1.2 Лекция №2 Средства измерения и контроля параметров деталей машин..	11
1.3 Лекция №3 Обработка результатов измерений.....	17
1.4 Лекция №4 Обеспечение единства измерений.....	21
1.5 Лекция №5 Метрологическое обеспечение с.х. предприятий.....	30
1.6 Лекция №6 Система стандартизации РФ.....	36
1.7 Лекция №7 Общие положения закона РФ «О техническом регулировании».....	44
1.8 Лекция №8 Стандартизация норм взаимозаменяемости.....	61
1.9 Лекция №9 Единая система допусков и посадок (ЕСДП).....	70
1.10-1.11 Лекция №10-11 Обоснование точностных параметров машин и оборудования.....	81
1.12 Лекция №12 Размерный анализ.....	91
1.13 Лекция №13 Стандартизация и управление качеством.....	99
1.14 Лекция №14 Международная деятельность по стандартизации.....	106
1.15 Лекция №15 Основные положения сертификации.....	116
1.16 Лекция №16 Нормативно-правовые основы работ по сертификации.....	127
1.17 Лекция №17 Российские региональные и международные схемы и системы сертификации.....	134
1.18 Лекция №18 Управление качеством продукции и услуг.....	165
<b>2. Методологические указания по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>173</b>
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Водное занятие к лабораторным работам. Назначение, устройство ПКМД, предельных калибров и правила пользования ими. Настройка регулируемых калибров-скоб для контроля заданного размера вала.....	173

2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Назначение, устройство и измерение штангенинструментами.....	194
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Назначение, устройство и измерение микрометрическими инструментами.....	208
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Назначение, устройство и измерение индикаторными приборами.....	223
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Назначение устройств измерения углов и измерения ими.....	230
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Назначение, устройство и измерение на горизонтальном оптиметре.....	235
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Назначение, устройство рычажно-механических приборов и измерение ими.....	244
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Измерение элементов, характеризующих боковой зазор в зубчатой передаче.....	251
2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Измерение элементов резьбы на инструментальном микроскопе ММИ-2.....	261
<b>3. Методологические указания по проведению практических занятий.....</b>	<b>275</b>
3.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Погрешности измерений и их классификация.....	275
3.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Выбор средств измерений.....	386
3.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Обработка результатов измерений...	292
3.4 Практическое занятие № ПЗ-4 Изучение закона «Об обеспечении единства измерений».....	300
3.5 Практическое занятие № ПЗ-5 Изучение закона «О техническом регулировании».....	303
3.6 Практическое занятие № ПЗ-6 Комплексная стандартизация, унификация, агрегатирование.....	306
3.7 Практическое занятие № ПЗ-7 Определение основных элементов сопряжения.....	315

3.8 Практическое занятие № ПЗ-8 Расчет и выбор посадок подшипников качения.....	327
---	-----

## **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

### **1.1 Лекция №1 (2 часа)**

## **Тема: «Основы метрологии»**

### **1.1.1 Вопросы лекции**

**1. Введение. Предмет, задачи и методика изучения курса «Метрология, стандартизация и сертификация».**

**2. Роль дисциплины в подготовке инженеров, связь с другими дисциплинами.**

**3. Основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерения (СИ).**

**4. Методы и принципы измерения. Погрешности измерения и их анализ .**

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

**1. Введение. Предмет, задачи и методика изучения курса «Метрология, стандартизация и сертификация».**

Целями освоения дисциплины «Б.1Б.13 Метрология, стандартизация и сертификация» является:

- получить знания и практические навыки по решению задач в области метрологического обеспечения использования с.-х. техники, стандартных и сертификационных испытаниях с.-х. техники, электрооборудования и средств автоматизации;
- познакомить студентов с основными положениями по управлению качеством продукции;
- правильно оформлять сборочные и рабочие чертежи с указанием норм точности геометрических параметров, работать с нормативно – технической документацией.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- законодательные и нормативные акты, методические материалы по стандартизации, метрологии и управлением качеством;
- методы и средства контроля качества продукции, организацию и технологию стандартизации и сертификации продукции;

- технические средства для измерения угловых и линейных размеров.

## **2. Роль дисциплины в подготовке инженеров, связь с другими дисциплинами.**

Переход России к рыночной экономике определил новые условия для деятельности отечественных фирм, предприятий и организация не только во внутреннем рынке, но и на внешних.

Международное сотрудничество по любым направлениям и на любом уровне требует гармонизации этих правил с международными и национальными нормами. Стандартизация, сертификация и метрология в том виде, как это было в плановой экономике, не только не вписывалась в новые условия труда, но и тормозили либо просто делали невозможным интеграцию России в цивилизованное экономическое пространство. Особенно ярким примером тому служит условие вступления нашего государства в ГАТТ/ВТО.

Механическое перенесение зарубежного опыта в отечественные условия невозможно, но инженерам необходимо знать его и иметь достаточно широкий кругозор, чтобы творчески подходить к выработке и принятию новых прогрессивных решений, позволяющих производить продукции, услуги и реализовать их в стране или за рубежом на должном уровне. Знания в области стандартизации и сертификации в одинаковой степени важны для специалистов по реализации продукции, менеджеров, маркетологов, которые по-новому, осознанно и цивилизованно могут использовать возможности и преимущества стандартизации и сертификации в качестве весомых составляющих конкурентоспособности товара.

## **3.Основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерения (СИ).**

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

- **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 была принята XI Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 году. На территории нашей страны система единиц СИ установлена соответствующим ГОСТом **«ГСИ. Единица физических величин»**

**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  $2 \cdot 10^{-7}$  Н.

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

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

**Эталон**-средство измерение, 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.

#### **4.Методы и принципы измерения. Погрешности измерения 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, пытаясь 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.

**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.

## **1.2 Лекция №2 (2 часа)**

**Тема: «Средства измерения и контроля параметров деталей машин»**

### **1.2.1 Вопросы лекции**

- 1.Принципы построения средств измерения и контроля.
- 2.Основные метрологические показатели средств измерения.
- 3.Оптимизация точности и выбор средств измерения.
4. Классы точности средств измерений. Погрешности средств измерения.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1.Принципы построения средств измерения и контроля.**

*Средство измерений (СИ)*-это техническое средство (или их комплекс) , предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или)храняющее единицу физической величины, размер которой принимается неизвестным( в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

*Средства измерений подразделяют на элементарные и комплексные.*

Элементарные средства измерения:

1. Меры
- 2.Устройства сравнения-компараторы
- 3.Измерительные преобразователи

Комплексные средства измерения:

- 1.Измерительные приборы
- 2.Измерительные установки
- 3.Измерительные системы

#### **2.Основные метрологические показатели средств измерения.**

Классификация измерений по общим приемам получения результатов измерений:

- 1.прямые измерения
- 2.косвенные измерения

3.совместные измерения

4.совокупные измерения

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

Косвенным- 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 неодноименных 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.

$D\pi > L$

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 смешение 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.Оптимизация точности и выбор средств измерения.**

При выборе СИ чаще всего учитывают совокупность метрологических, эксплуатационных и экономических показателей. При выполнении производственных измерений в первую очередь учитывают следующие

метрологические показатели: пределы измерения, цену деления, измерительное усилие, точность СИ и предельную погрешность измерений. К экономическим и эксплуатационным характеристикам при выборе СИ относят: стоимость средств измерений, продолжительность их работы до повторной установки, продолжительность их работы до ремонта, время, затрачиваемое на установку и на процесс измерения, и необходимая квалификация оператора.

Правильный выбор средств измерения не только обеспечивает требуемую точность изготовления детали, но и ускоряет процесс измерений, сокращает время обработки и сборки и, следовательно, уменьшает себестоимость выпускаемой продукции. Применение неправильно выбранного по точности и предельной погрешности средства измерений отрицательно сказывается на долговечности соединения и его деталей.

На выбор СИ влияет и программа производства. При массовом производстве целесообразнее применять специальные СИ с высокой производительностью и автоматизацией, а при мелкосерийном и единичном - универсальные СИ.

Выбор СИ для обеспечения необходимой точности - комплексная задача, и проводят ее в соответствии с требованиями ГОСТ 8.051- 81 и РД 50-98- 86.

Конкретное СИ выбирают таким, чтобы предельная погрешность измерения  $\Delta_{lim}$  не превышала установленную допускаемую погрешность измерения  $\Delta$ , т. е.

$$\Delta_{lim} \leq \delta_{izm}$$

При отсутствии рекомендаций в НТД допуск на измерение принимают

$$\delta_{izm} = 0,33T$$

Где. Т- допуск контролируемого параметра

Исходными данными для выбора средств измерений являются указанные в конструкторской (технологической) документации наименьшие и наибольшие размеры физической величины или допуск (например, задание условий: «температура стенки может изменяться в диапазоне от 400 до 800 градусов Цельсия или «давление в трубопроводе не должно превышать  $15^{+0,2}$  МПа»).

#### **4. Классы точности средств измерений. Погрешности средств измерения.**

Согласно ГОСТ 8.401-80 класс точности- это обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемой основной и дополнительной погрешности, а так же другими свойствами, влияющими на точность осуществляемых с их помощью измерений.

Например, у показывающих электроизмерительных приборов класс точности помимо основной погрешности включает так же вариацию показаний, а у мер электрических величин- величину нестабильности(процентное изменение значения меры в течение года).

Класс точности СИ уже включает систематическую и случайную погрешности. Однако он не является непосредственной характеристикой точности измерений, выполняемых с помощью этих СИ, поскольку точность измерения зависит от метода измерения, взаимодействия СИ с объектом, условий измерения и т. д.

В частности, чтобы измерить величину с точностью до 1%, недостаточно выбрать СИ погрешностью 1%. Выбранное СИ должно обладать гораздо меньшей погрешностью, так как нужно учесть как минимум погрешность метода.

Правда в некоторых случаях возможна и противоположная ситуация, когда погрешность измерения меньше погрешности прибора (нулевые методы измерения).

Например, схема измерения построена так, что стрелка нуль индикатора при разности измеряемых величин, равной 1%, отклоняется полностью на 100 делений. Пусть погрешность нуль- индикатора равна одному делению. В этом случае возможен остаточный разбаланс также на одно деление, равный 1%-й разности измеряемых величин. Тогда относительная погрешность измерения не превысит 0,01%, т. е. составит одну сотую относительной погрешности нуль- индикатора. Однако рассмотренный случай можно отнести к исключениям из общего правила.

В связи с большим разнообразием, как самих СИ, так и их МХ, ГОСТ 8.401-80 устанавливает несколько способов назначения класса точности

## **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема:** «Обработка результатов измерений»

### **1.3.1 Вопросы лекции**

1.Закономерности формирования результата измерения.

2.Алгоритмы обработки многократных измерений.

3.Применение современного программного обеспечения при обработке измерений.

4.Показатели качества измерительной информации

### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1.Закономерности формирования результата измерения.**

Основными характеристиками качества результата измерения являются точность и достоверность, т.е. степень доверия, которого он заслуживает.

Точность измерений отражает близость их результатов истинному значению измеряемой величины.

**Погрешности** (неточности) являются следствием многих причин, например, несовершенства методов и средств измерений, недостаточного качества проведения и обработки результатов измерений операторами, воздействия постоянных и переменных внешних факторов.

Для уменьшения погрешностей необходимо устранять или уменьшать влияние каждой из причин их появления.

Современные дорогостоящие СИ позволяют производить измерения с достаточно высокой точностью результатов, т.е. сводить погрешности до минимума.

Уровень точности, к которой следует стремиться, определяется критерием целесообразности.

Погрешности средств измерений являются их важнейшими метрологическими характеристиками, отражающими несовершенство конструкции, материалов, технологии изготовления, качества настройки и других причин.

Под **абсолютной погрешностью** измерительного прибора  $x$  понимается разность между его показанием  $x_n$  и истинным значением измеряемой величины  $x$ , т.е.  $x = x_n - x$ .

В связи с тем, что истинное значение измеряемой величины всегда остается неизвестным, на практике вместо него пользуются действительным значением величины  $x_d$ , воспроизводимым, например, мерой; тогда  $x = x_n - x_d$ .

В большей степени точность СИ характеризует **относительная погрешность** (дельта), которая на практике может быть выражена как процентное отношение абсолютной погрешности  $x$  к номинальному значению меры (или показанию прибора)  $x_n$ ,

Если диапазон измерения прибора охватывает и нулевое значение измеряемой величины, то относительная погрешность обращается в бесконечность.

## **2. Алгоритмы обработки многократных измерений.**

В обычных условиях точность таких измерений вполне приемлема, а простота, высокая производительность и низкая себестоимость ставят их вне конкуренции.

Алгоритм действий при однократном измерении следующий.

- проведение предварительного анализа априорной информации, в результате которого уточняется физическая сущность изучаемого объекта; определяются влияющие факторы и меры, направленные на уменьшение их влияния, значения поправок; выбираются методика и средство измерения; изучаются его метрологические характеристики и т.д.
- получение одного значения отсчета и нахождение единственного показания измерительного средства.
- использование информации о классе точности и других метрологических характеристиках СИ.

Во избежание ошибки при однократном измерении рекомендуется повторить его 2...3 раза без совместной обработки полученных результатов.

Внесение поправки на заключительном этапе данного измерения не всегда целесообразно, т.к. её значение не всегда известно, а кроме того, в результате смещается или расширяется интервал, в пределах которого находится значение измеряемой величины.

Многократное измерение одной и той же величины постоянного размера производится при повышенных требованиях к точности измерений работниками метрологических служб, при точных научных экспериментах и т.д.

У гладких цилиндрических деталей в двигателе (поршень, цилиндр, коленчатый и распределительный валы) погрешность формы в продольном сечении выявляется при измерении диаметра в трёх сечениях: сверху, посередине и внизу. При этом в каждом поперечном сечении производится по два замера во взаимно перпендикулярных плоскостях.

### **3.Применение современного программного обеспечения при обработке измерений.**

Для обработки измерений служат измерительные преобразователи.

Измерительные преобразователи - СИ, предназначены для преобразования измеряемой величины в другую однородную и неоднородную величину с целью представления измеряемой величины в форме, удобной при обработке, хранении, дальнейших преобразованиях, передаче в показывающее устройство. Измерительные преобразователи не имеют устройств отображения измерительной информации, они или входят в состав измерительных приборов, или их применяют совместно с ними.

Самый распространенный по количеству вид СИ - первичные измерительные преобразователи, которые служат для непосредственного восприятия измеряемой величины, как правило, неэлектрической и преобразование ее в другую величину-электрическую. Первичные измерительные преобразователи иногда не изменяют рода физической величины, а служат лишь для изменения размера измеряемой величины или для ее трансформации в целях удобства дальнейших преобразований или индикации. В этом случае первичные преобразователи встраивают в измерительный прибор, часть которого, воспринимающую измерительный сигнал на его входе, называют чувствительным элементом или сенсором.

### **4.Показатели качества измерительной информации.**

Метрологическая экспертиза - анализ и оценивание экспертами-метрологами правильности применения требований, правил и норм, в первую очередь связанных с единством и точностью измерений. Она проводится с целью обеспечения эффективности использования контрольно-измерительного оборудования на всех стадиях жизненного цикла продукции и услуг.

Различают экспертизу документаций (конструкторских и технологических

документов, документов систем обеспечения качества) и экспертизу различных объектов.

В ходе проведения МЭ решаются следующие вопросы:

- определяется оптимальная номенклатура измеряемых и контролируемых параметров продукции и процессов, диапазон их измерения и требования к точности;
- устанавливается соответствие показателей точности измерения требованиям эффективности и достоверности контроля и испытаний, а также требованиям обеспечения оптимальных режимов технологических процессов;
- проводится оценка контроля пригодности продукции;
- устанавливается полнота и правильность требований к КИО и МВИ;
- проводится выбор методов и средств и измерений, способных обеспечить необходимое качество измерений;
- разрабатываются и аттестуются методики выполнения измерений;
- выявляется возможность преимущественного применения унифицированных и стандартизованных средств измерений и аттестованных МВИ;
- проводится оценка обеспечения применяемыми Си требуемых производительности и себестоимости контрольных операций при заданной точности;
- устанавливается правильность наименований и обозначений физических единиц и их единиц в соответствии с ГОСТ 8.417-81.

## **1.4 Лекция №4 (2 часа)**

**Тема:** «Обеспечение единства измерения»

### **1.4.1 Вопросы лекции**

1. Правовые основы единства измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерения».
2. Метрологическая аттестация и поверка средств измерения.
3. Калибровка средств измерения.
4. Государственный метрологический контроль и надзор.

#### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Правовые основы единства измерений. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерения».**

Правовой основой обеспечения единства измерений служит законодательная метрология, которая представляет собой свод государственных актов и нормативно-технических документов различного уровня, регламентирующих метрологические правила, требования и нормы. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) – комплекс установленных стандартами взаимоувязанных правил, положений, требований и норм, определяющих организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений.

Технической основой ГСИ являются:

1. Система (совокупность) государственных эталонов единиц и шкал физических величин - эталонная база страны.
2. Система передачи размеров единиц и шкал физических величин от эталонов ко всем СИ с помощью эталонов и других средств поверки.
3. Система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих СИ, обеспечивающих исследования, разработки, определение с требуемой точностью характеристик продукции, технологических процессов и других объектов.
4. Система государственных испытаний СИ (утверждение типа СИ), предназначенных для серийного или массового производства и ввоза из-за границы партиями.
5. Система поверки и калибровки СИ.

6. Система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.

7. Система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

Система воспроизведения и передачи размеров единиц и шкал физических величин от эталонов ко всем СИ.

Различают децентрализованное и централизованное воспроизведение единиц.

При децентрализованном единицы воспроизводятся там, где выполняются измерения (м<sup>2</sup> и др. производные физические величины).

При централизованном информация о единицах передаётся с места их централизованного хранения и воспроизведения с помощью специальных технических средств, называемых эталонами.

Основные единицы (секунда, метр, килограмм, кельвин, кандела, ампер и моль) воспроизводятся только централизованно.

Эталон единицы величины - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (кратных либо дольных значений единицы величины) с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины.

От эталона единица величины передается разрядным эталонам, а от них – рабочим средствам измерений.

Эталоны классифицируют на первичные, вторичные и рабочие. Первичный эталон - это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Первичный эталон может быть национальным (государственным) и международным.

Государственный эталон единицы величины - эталон единицы величины, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории Российской Федерации.

Международные эталоны хранит и поддерживает Международное бюро мер и весов (МБМВ). Важнейшая задача деятельности МБМВ состоит в систематических международных сличениях национальных эталонов

крупнейших метрологических лабораторий разных стран с международными эталонами, а также и между собой, что необходимо для обеспечения достоверности, точности и единства измерений как одного из условий международных экономических связей.

Сличению подлежат как эталоны основных величин системы SI, так и производных. Установлены определенные периоды сличения. Например, эталоны метра и килограмма сличают каждые 25 лет, а электрические и световые эталоны - один раз в 3 года.

Вторичные эталоны могут утверждать Федеральное агентство по техническому регулированию (бывший Госстандарт РФ) или государственные научные метрологические центры, что связано с особенностями их использования. Среди вторичных эталонов различают: эталоны свидетели, предназначенные для проверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты; эталоны сравнения, применяемые для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом; эталоны-копии, используемые для передачи информации о размере рабочим эталонам.

Рабочие эталоны воспринимают размер единицы от вторичных эталонов и, в свою очередь, служат для передачи размера или эталону более низкого разряда и рабочим средствам измерений. Каждый эталон состоит из воспроизводящей части и приспособлений или устройств, обеспечивающих съем и передачу информации о размере единицы.

## **2. Метрологическая аттестация и поверка средств измерения.**

- 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. Проверка 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.
- Проверку 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 межпроверочные 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 межпроверочного интервала; в случае повреждения клейма или утери свидетельства о поверке; при вводе в эксплуатацию после длительной консервации (более одного межпроверочного 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.

### **3. Калибровка средств измерения.**

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).

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; самоокупаемость 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.

#### **4. Государственный метрологический контроль и надзор.**

Государственный метрологический контроль и надзор осуществляется с целью проверки соблюдения метрологических правил и норм, распространяется на следующие сферы деятельности:

- здравоохранение, ветеринарную, охрану окружающей среды, обеспечение безопасности труда;
- торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом, в том числе на операции с применением игровых автоматов и устройств;
- государственные учетные операции;
- обеспечение обороны государства;
- банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;
- производство продукции, поставляемый по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством РФ;
- обязательная сертификация продукции и услуг;
- измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, государственных органов управления РФ;
- выдача обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушения метрологических правил и норм;

Государственный метрологический контроль включает:

- утверждение типа средств измерения

- проверку средств измерений, в том числе эталонов;
- лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту средств измерений.

Государственный метрологический надзор осуществляется в объединениях, на предприятиях, в организациях и учреждениях вне зависимости от их подчиненности и форм собственности в виде проверок выпуска, состояния и применения средств измерений, эталонов и соблюдения иных метрологических правил и норм. Это распространяется только на средства измерений, относящихся к сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора. Поэтому первоочередная задача каждого предприятия – составить перечень средств измерений, относящихся к этой классификационной группе т. е. подлежащих поверке.

Нормативными правовыми актами субъектов РФ метрологический надзор может быть распространен и на другие сферы деятельности.

## **1.5Лекция №5 (2 часа)**

**Тема:** «Метрологическое обеспечение с.-х. предприятий»

### **1.5.1 Вопросы лекции**

#### **1. Основы метрологического обеспечения**

2. Организационные, научные основы метрологического обеспечения с.-х. предприятий
3. Структура и функции метрологической службы АПК

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Основы метрологического обеспечения**

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.

## **2. Организационные, научные основы метрологического обеспечения с.-х. предприятий**

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.

Такими 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.

### **3. Структура и функции метрологической службы АПК**

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование). Оно 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».

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии 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.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии осуществляет свою деятельность непосредственно через свои территориальные органы и через подведомственные организации (рис ).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии осуществляет 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, краев, 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.

## **1.6Лекция №6 (2 часа)**

**Тема: «Система стандартизации в РФ»**

### **1.6.1 Вопросы лекции**

1. Введение. История развития стандартизации. Сущность стандартизации.
2. Нормативно-законодательная база системы стандартизации
3. Органы и службы по стандартизации. Теоретические основы стандартизации

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Введение. История развития стандартизации. Сущность стандартизации.**

В 1985 г. в СССР впервые в мировой практике был разработан и введен в действие межотраслевой комплекс стандартов «Государственная система стандартизации» (ГСС). В 1992 г. нормативная база государственной системы стандартизации была пересмотрена и вступил в действие новый комплекс ГСС.

Работы по реформированию ГСС начались в 2002 г. Вместе с введением в действие в 2003 г. Федерального закона «О техническом регулировании» начался 2-й, переходный этап преобразования Государственной системы стандартизации в «Систему стандартизации Российской Федерации» с изменением правового статуса системы с обязательного на добровольный. В соответствии с Постановлением Госстандарта России № 63 от 27.07.2003 г. «О национальных стандартах Российской Федерации» с 1 июля 2003 г. признаны национальными действующие государственные и межгосударственные стандарты, введенные в действие до 1 июля 2003 г. для применения в Российской Федерации. Впредь до вступления в силу соответствующих технических регламентов действующие государственные и межгосударственные стандарты рекомендовано применять в добровольном порядке, за исключением обязательных требований, обеспечивающих достижение целей законодательства РФ о техническом регулировании

#### **2. Нормативно-законодательная база системы стандартизации**

**Система стандартизации Российской Федерации** — это совокупность организационно-технических, правовых и экономических мер, осуществляемых под управлением национального органа по стандартизации и направленных на разработку и применение нормативных документов в области стандартизации с целью защиты потребителей и государства.

С 01.07.2005 г. введены в действие девять национальных стандартов комплекса «Стандартизация в Российской Федерации», основные из которых приведены далее.

Обозначение	Наименование нормативного документа
ГОСТ Р 1.0—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения
ГОСТ Р 1.2—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены
ГОСТ Р 1.4—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения
ГОСТ Р 1.5—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
ГОСТ Р 1.8—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты межгосударственные. Правила проведения в Российской Федерации работ по разработке, применению, обновлению и прекращению применения
ГОСТ Р 1.9—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения
ГОСТ Р 1.10—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены
ГОСТ Р 1.12—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения
ГОСТ Р 1.13—2004	Стандартизация в Российской Федерации. Уведомления о проектах документов в области стандартизации. Общие требования
ПР 50.1.074—2004	Подготовка проектов национальных стандартов Российской Федерации и проектов изменений к ним к утверждению, регистрации и опубликованию. Внесение поправок в стандарты и подготовка документов для их отмены

Завершается разработка еще трех национальных стандартов комплекса: «Программа разработки национальных стандартов. Правила формирования и утверждения», «Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы» и «Технические комитеты по стандартизации. Правила создания и функционирования».

Основным в комплексе «Стандартизация в Российской Федерации» является ГОСТ Р 1.0—2004. В данном стандарте установлены цели стандартизации, ее основные принципы, формы организации работ по стандартизации в Российской Федерации, в том числе функции национального органа Российской Федерации по стандартизации, категории, виды и основные правила применения нормативных документов по стандартизации, а также вопросы информационного обеспечения и международного сотрудничества в области стандартизации.

К **документам в области стандартизации**, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты;
- национальные военные стандарты;
- межгосударственные стандарты, введенные в действие в Российской Федерации;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, применяемые в установленном порядке;
- стандарты организаций.

Национальный стандарт применяют добровольно, после чего все его требования становятся обязательными для соблюдения.

Применение национального стандарта на продукцию, работы и услуги подтверждается знаком соответствия национальному стандарту по ГОСТ Р 1.9—2004. Под графическим изображением знака соответствия национальным

стандартам указывается код органа, выдававшего разрешение на право применения знака соответствия национальным стандартам и обозначение национального стандарта.

Порядок применения знака соответствия национальным стандартам регламентирован ГОСТ Р 1.9—2004. Применяют его в случае документального подтверждения соответствия конкретной продукции всем требованиям национального стандарта (национальных стандартов) на эту продукцию.

Знаком соответствия национальным стандартам продукцию маркируют на добровольной основе по инициативе субъектов хозяйственной деятельности — изготавителей (производителей) продукции и в случае, если необходимость маркирования продукции знаком соответствия национальным стандартам установлена в договоре (контракте на поставку продукции).

Знаком соответствия национальным стандартам маркируют продукцию, на которую имеются национальные стандарты общих технических условий (технических условий) или общих технических требований (технических требований).

### **3. Органы и службы по стандартизации. Теоретические основы стандартизации**

*Руководство работами по стандартизации в России осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование) Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации. Агентство функционирует в соответствии с Положением о Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.*

*Для проведения работ по стандартизации на определенных уровнях управления создают службы стандартизации. В Российской Федерации службы стандартизации функционируют на трех уровнях управления: государственном, отраслевом и предприятий (организаций-).*

*В структуру органов и служб стандартизации входят межрегиональные территориальные управления Ростехрегулирования.*

<b>Наименование межрегионального территориального расположения управления Ростехрегулирования</b>	<b>Место расположения центрального аппарата территориально органа</b>
<i>Центральное межрегиональное территориальное управление</i>	г. Москва
<i>Северо-Западное межрегиональное территориальное управление</i>	
<i>Южное межрегиональное территориальное управление</i>	г. Санкт-Петербург
<i>Приволжское межрегиональное территориальное управление</i>	
<i>Уральское межрегиональное территориальное управление</i>	г. Ростов-на-Дону
<i>Сибирское межрегиональное территориальное управление</i>	
<i>Дальневосточное межрегиональное территориальное управление</i>	г. Нижний Новгород
	г. Екатеринбург
	г. Новосибирск
	г. Хабаровск

*К государственным службам стандартизации относятся научно-исследовательские институты Ростехрегулирования России (ВНИИстандарт, ВНИИС, ВНИИНмаш, ВНИИКИ и др.) и технические комитеты по стандартизации (ТК).*

*Технические комитеты по стандартизации создаются на базе организаций, специализирующихся по определенным видам продукции или услуг и имеющих в данной области наиболее высокий научный потенциал. В системе Ростехрегулирования действует около 500 технических комитетов по стандартизации. Основные технические комитеты, работающие в области инженерно-технического обеспечения АПК, следующие.*

<b>Номер ТК</b>	<b>Наименование ТК</b>
031	Нефтяные топлива и смазочные материалы
037	Электрооборудование для передачи, преобразования и распределения электроэнергии
051	Система конструкторской документации
053	Основные нормы и правила по обеспечению единства измерений
056	Дорожный транспорт
095	Инструмент
097	Шины пневматические для механических транспортных средств, их прицепов и авиационной техники
119	Надежность в технике
132	Техническая диагностика
224	Технологическая оснастка
256	Технологическое оборудование для перерабатывающих отраслей АПК

274	Пожарная безопасность
275	Тракторы
276	Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства
278	Безопасность дорожного движения
284	Машины для растениеводства
315	Эксплуатация автомобильного транспорта и автотранспортные услуги
335	Методы испытаний агропромышленной продукции на безопасность
377	Ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственной техники
409	Охрана окружающей природной среды

*Важнейшее звено в системе органов и служб стандартизации — Центры стандартизации и метрологии (ЦСМ) в регионах Российской Федерации, выполняющие широкую номенклатуру функций и обеспечивающие реализацию государственной политики в области стандартизации на всей территории России.*

*Службы стандартизации на предприятиях и в организациях создают в форме лабораторий, отделов, бюро для ведения и актуализации фонда нормативных документов, разработки стандартов организаций и выполнения других работ по стандартизации.*

## **1.7 Лекция №7 (2 часа)**

**Тема:** «Общие положения закона РФ «О техническом регулировании»»

### **1.7.1 Вопросы лекции**

1. Концепция развития национальной системы стандартизации

2. Понятие о технических регламентах и их применение
3. Комплексные системы общетехнических стандартов

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Концепция развития национальной системы стандартизации**

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.

Принятие Федерального закона «О техническом регулировании» и предстоящее вступление Российской Федерации в ВТО потребовало разработки новой концепции национальной системы стандартизации. При разработке новой концепции учитывался опыт реформирования ЕС, в частности, принципы «нового подхода».

Новая концепция развития национальной системы стандартизации принята Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 февраля 2006 г. № 266-р. Концепция представляет собой систему взглядов на проблемы развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации до 2010 г. и содержит обоснованные стратегические цели, задачи и направления развития национальной системы стандартизации.

Система государственной стандартизации в ходе реформы технического регулирования должна быть заменена *Национальной системой стандартизации*, которая в условиях глобализации экономических отношений призвана обеспечить баланс интересов государства, хозяйствующих субъектов, общественных организаций и потребителей, повысить конкурентоспособность российской экономики, создать условия для развития предпринимательства на основе повышения качества товаров, работ и услуг.

В основу стратегии развития национальной системы стандартизации положены апробированные практикой и соответствующие международным подходам следующие *принципы стандартизации*:

- добровольность применения национальных стандартов и обязательность их соблюдения в случае принятия решения об их использовании;

- применение международных стандартов как основы разработки национальных стандартов, за исключением случаев, когда такое применение признано невозможным вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям Российской Федерации, по техническим или технологическим особенностям, а также за исключением случаев, когда Российская Федерация выступала против принятия международного стандарта или отдельного его положения;
- максимальный учет законных интересов заинтересованных лиц и разработке национальных стандартов;
- обеспечение преемственности работ по стандартизации;
- обоснованность разработки национальных стандартов;
- обеспечение условий для единообразного применения национальных стандартов;
- недопустимость создания препятствий для производства и обещания продукции, выполнения работ и оказания услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения стратегических целей стандартизации;
- открытость процессов разработки национальных стандартов; обеспечение доступности национальных стандартов и информации о них для пользователей;
- однозначность понимания всеми заинтересованными сторонами требований, включаемых в национальные стандарты;
- прогрессивность и оптимальность требований национальных стандартов;
- применение требований национальных стандартов в контрактах, заключаемых между изготовителем и потребителем.

Стратегические цели развития национальной системы стандартизации:

- повышение качества и конкурентоспособности российской продукции, работ и услуг, реализуемых на внутреннем и внешнем рынках;
- обеспечение научно-технического прогресса;
- обороноспособности, экономической, экологической, научно-технической и технологической безопасности Российской Федерации;
- единства измерений;
- рационального использования ресурсов;
- технической, информационной совместимости и взаимозаменяемости продукции;
- содействие взаимопроникновению технологий, знаний и опыта, накопленных в различных отраслях экономики;
- сохранению Российской Федерации позиции одной из ведущих в экономическом отношении стран.

Направления развития национальной системы стандартизации:

- совершенствование законодательных основ национальной системы стандартизации;
- усиление роли национальной стандартизации в решении государственных задач и роли государства в развитии стандартизации;
- развитие организационно-функциональной структуры национальной системы стандартизации, экономических основ стандартизации, фонда документов и информационного обеспечения в области стандартизации;
- совершенствование взаимодействия с международными и региональными организациями по стандартизации;
- развитие работ по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров по стандартизации.

Формировать национальную систему стандартизации будут на основе реализации и ежегодного уточнения программы разработки национальных стандартов, адаптации действующей системы стандартизации к условиям добровольного применения стандартов, реформирования деятельности технических комитетов и активизации их участия в межгосударственной и международной стандартизации.

## **2.Понятие о технических регламентах и их применение**

Проводимая в стране реформа технического регулирования направлена на то, чтобы обеспечить на рынке достижение необходимого баланса между интересами потребителя и изготовителя. При этом, с одной стороны, должна быть обеспечена безопасность продукции для человека и окружающей среды, а с другой — барьеры на пути движения товара к рынку (оценка и подтверждение соответствия, контроль и надзор и т. д.) не должны быть препятствием для развития бизнеса.

Основу вновь создаваемой системы технического регулирования составляют технические регламенты.

Технический регламент — новый вид документа, введенный Федеральным законом, который должен устанавливать исключительно обязательные требования к продукции, процессам или другим объектам .

Федеральный закон устанавливает четыре варианта принятия технических регламентов:

1. международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;
2. федеральным законом;
3. указом Президента Российской Федерации;
4. постановлением Правительства Российской Федерации

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

- |  |  |
|--|--|
| 1.1. Сфера применения технического регламента          |  |
| 1.2. Объекты технического регулирования                |  |
| 1.3. Основные понятия, термины и определения           |  |
| 1.4. Общие положения для размещения продукции на рынке |  |

2. ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	
----------------------------	--

- |   |  |
|---|--|
| 2.1 Требования к информации для приобретателя |  |
|---|--|

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 2.2. На стадиях жизненного цикла | 2.3. К характеристикам продукции |
|----------------------------------|----------------------------------|

2.2.1. При проектировании и конструировании	2.3.1. Существенные требования
---	--------------------------------

2.2.2. При производстве	2.3.2. Перечень показателей
-------------------------	-----------------------------

2.2.3. При транспортировании и хранении	
---	--

2.2.4. При реализации	
-----------------------	--

2.2.5. При эксплуатации	
-------------------------	--

2.2.6. При выводе из эксплуатации и утилизации	
--	--

- |  |  |
|--|--|
| 2.4. Применение стандартов (презумпция соответствия) |  |
|--|--|

3. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ	
-------------------------------	--

- |  |  |
|--|--|
| 3.1 Классификация продукции на основе оценки риска |  |
|--|--|

- |   |  |
|---|--|
| 3.2. Формы и схемы подтверждения соответствия |  |
|---|--|

4. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА	
---	--

## 5. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ (НАДЗОР) ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ РЕГЛАМЕНТА

5.1. Органы и объекты государственного контроля (надзора)

5.2. Порядок проведения государственного контроля (надзора)

5.3. Ответственность за нарушение требований технического регламента

## 6. ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

Рис. 1.11. Типовая структура технического регламента

Технические регламенты принимают в целях:

- Защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- Охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- Предупреждения действий, входящих в заблуждение приобретателей.

Принятие технических регламентов в иных целях не допускается.

Введение Федерального закона в действие затронуло интересы более 40 федеральных органов исполнительной власти. Корректировке должно подлежать около 120 ранее принятых законодательных актов. Правительством РФ принято решение о поэтапном проведении этой работы.

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность излучений, биологическую безопасность, взрывобезопасность, механическую безопасность, пожарную, термическую, промышленную, химическую, электрическую, ядерную и радиационную безопасность, электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования, единство измерений.

В Российской Федерации действуют общие и специальные технические регламенты.

Обязательные требования к отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации состоят из совокупности требований общих технических регламентов и специальных технических регламентов.

Требованиями общего технического регламента обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Требованиями специального технического регламента учитывают технологические и иные особенности отдельных видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Общие технические регламенты принимают:

- по безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования;
- безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий;
- пожарной безопасности;
- биологической безопасности;
- электромагнитной совместимости;
- ядерной и радиационной безопасности.

Специальные технические регламенты устанавливают требования только к тем отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых цели для принятия технических регламентов не обеспечиваются требованиями общих технических регламентов.

Продукция, соответствие которой требованиям технического регламента подтверждено, должна маркироваться знаком обращения на рынке, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от

19.11. 2003 г. № 696. Не допускается маркирование знаком обращения на рынке продукции, соответствие которой не подтверждено в порядке, установленном Федеральным законом «О техническом регулировании».

Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов определен законом «О техническом регулировании».

Технический регламент принимают в порядке, установленном **для** принятия федеральных законов. Разработчиком проекта технического регламента может быть любое лицо. О разработке проекта технического регламента должно быть опубликовано уведомление в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме. С момента опубликования уведомления о разработке проекта технического регламента он должен быть доступен заинтересованным лицам для ознакомления.

Разработчик дорабатывает проект технического регламента с учетом полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц, проводит публичное обсуждение проекта технического регламента и составляет перечень полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц с кратким изложением содержания данных замечаний и результатов их обсуждения. Срок публичного обсуждения проекта технического регламента не может быть менее чем два месяца.

Со дня опубликования уведомления о завершении публичного обсуждения проекта технического регламента доработанный проект технического регламента и перечень полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц должны быть доступны заинтересованным лицам для ознакомления.

Внесенный в Государственную думу проект федерального закона о техническом регламенте с приложением необходимых документов направляется Государственной думой в Правительство Российской Федерации. На проект федерального закона о техническом регламенте Правительство Российской Федерации в течение месяца направляет в Государственную думу отзыв, подготовленный с учетом заключения экспертной комиссии по техническому регулированию.

Проект федерального закона о техническом регламенте, принятый Государственной думой в первом чтении, и принятые в первом чтении поправки публикуются не позднее чем за месяц до рассмотрения Государственной думой проекта федерального закона о техническом регламенте во втором чтении.

Проект федерального закона о техническом регламенте, подготовленный ко второму чтению, направляется Государственной думой в Правительство Российской Федерации не позднее чем за месяц до рассмотрения указанного проекта Государственной думой во втором чтении. На проект федерального закона о техническом регламенте Правительство Российской Федерации в течение месяца направляет в Государственную думу отзыв, *подготовленный с учетом заключения экспертной комиссии по техническому регулированию*.

Экспертизу проектов технических регламентов осуществляют экспертные комиссии по техническому регулированию, в состав которых на паритетных началах включают представителей федеральных органов исполнительной власти, научных организаций, саморегулируемых организаций, общественных объединений предпринимателей и потребителей. Заключения экспертных комиссий по техническому регулированию обязательно опубликовывают.

В случае несоответствия технического регламента интересам национальной экономики, развитию материально-технической базы и уровню научно-технического развития, а также международным нормам и правилам Правительство Российской Федерации обязано начать процедуру внесения изменений в технический регламент или отмены технического регламента.

Вносят изменения и дополнения в технический регламент или отменяют его в порядке, предусмотренном для их разработки и принятия.

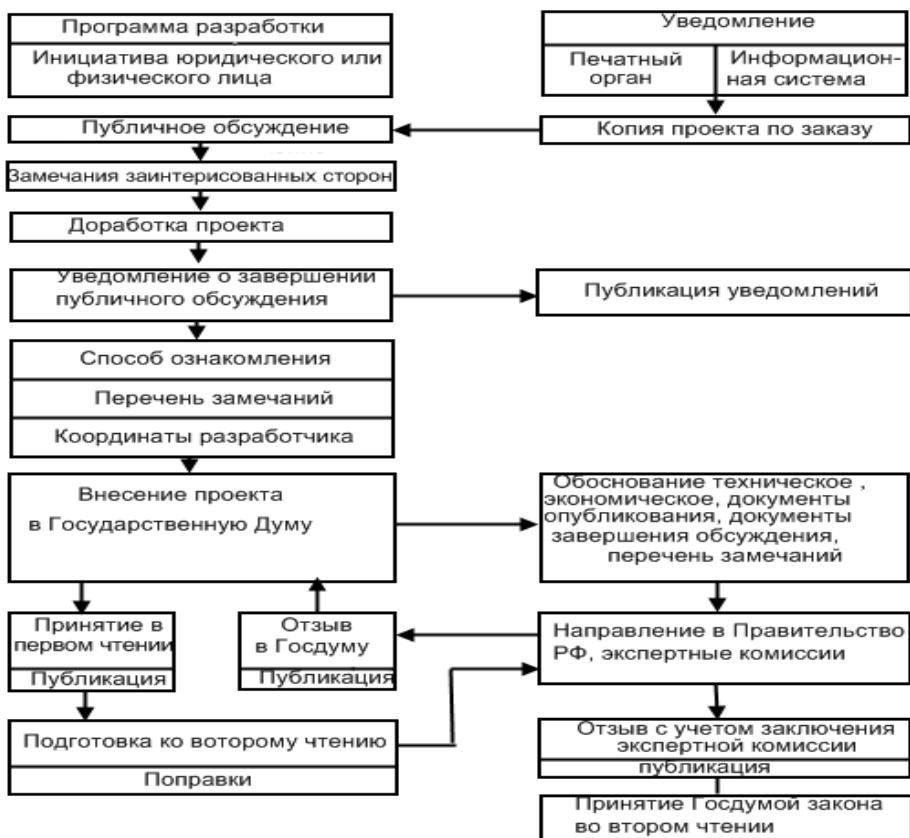


Рис. 1.13 Этапы разработки технического регламента

### 3. Комплексные системы общетехнических 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	ГСИ	8.

измерений		
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	СРПП	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 первостепенных 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 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.

## **1.8 Лекция №8 (2 часа)**

**Тема:** «Стандартизация норм взаимозаменяемости»

### **1.8.1 Вопросы лекции**

1. Основы взаимозаменяемости. Виды взаимозаменяемости
2. Основные понятия о размерах, отклонениях, допусках
3. Посадки, виды посадок, зазоры, натяги допуск посадки

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Основы взаимозаменяемости. Виды 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.

Взаимозаменяемость - это свойство деталей (сборочных единиц, агрегатов) занимать свои места в машине без каких-либо дополнительных операций обработки и выполнять при этом свои функции в соответствии с заданными техническими условиями.

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.

Взаимозаменяемость может быть полной и неполной.

Полная взаимозаменяемость позволяет получать заданные показатели качества без дополнительных операций в процессе сборки.

При неполной взаимозаменяемости при сборке сборочных единиц и конечных изделий допускаются операции, связанные и подбором и регулировкой некоторых деталей и сборочных единиц.

Различают также внешнюю и внутреннюю взаимозаменяемость.

Внешняя взаимозаменяемость характеризует размеры и форму присоединительных поверхностей, и основные эксплуатационные показатели.

Эксплуатационные параметры для электродвигателя – мощность, частота вращения;

Присоединительные размеры – диаметры, число и расположение отверстий в лапах электродвигателей.

Внутренняя взаимозаменяемость характеризует размеры деталей, входящие в сборочные единицы, агрегаты, изделия.

Например: Взаимозаменяемость шариков и роликов подшипников качения и т.д.

Для массового и единого производства взаимозаменяемость является необходимым условием.

Уровень взаимозаменяемости характеризуется коэффициентом взаимозаменяемости.

Коэффициент взаимозаменяемости – равен отношению трудоемкости изготовления взаимозаменяемой детали к трудоемкости изготовления изделия в целом.

Чем ближе он к единице, тем выше технический уровень производства.

## **2. Основные понятия о размерах, отклонениях, допусках**

Виды размеров:

1. Номинальный  $D$ (отв.),  $d$ (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:**

$$D_{\min} \leq D_d \leq D_{\max}$$

**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 (Es), (es)** называют разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

$$ES = D_{\max} - D$$

$$D_{\max} = D + ES$$

$$\text{Для отв. : } Ei = D_{\min} - D$$

$$D_{\min} = D + EI$$

$$es = d_{\max} - d$$

$$d_{\max} = d + es$$

$$\text{Для вала: } ei = d_{\min} - d$$

$$d_{\min} = d + ei$$

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 (  $42^{+0,2}_{-0,1}$  );
3. Отклонение 0 на чертеже не указывают (  $0,24^{+0,24}_{-0,17}$  );
4. Отклонение равное по абсолютной величине указывают один раз со знаком « ± » (  $60\pm0,2$  );
5. Число знаков после запятой одинаково (  $64^{+0,60}_{-0,25}$  ).

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

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

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

**Т** – величина всегда положительная

**Т** 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.

### **3. Посадки, виды посадок, зазоры, натяги допуск посадки**

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 элемента 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

$N_{max}, N_{min}$

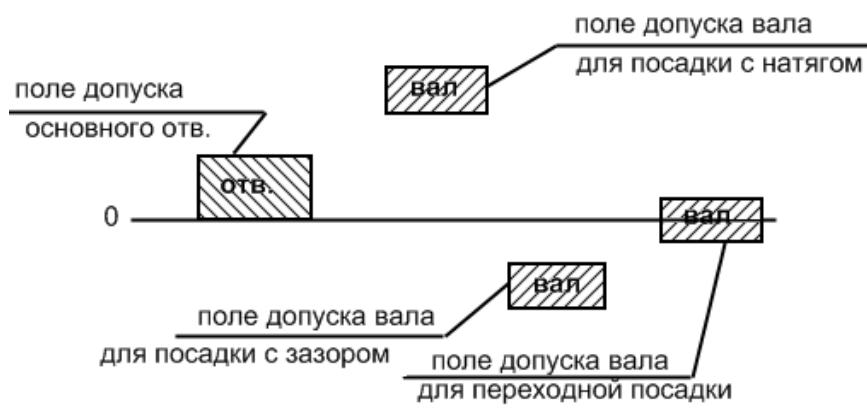
$S_{max} = D_{max} - d_{min}$ ;  $S_{min} = D_{min} - d_{max}$

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

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

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

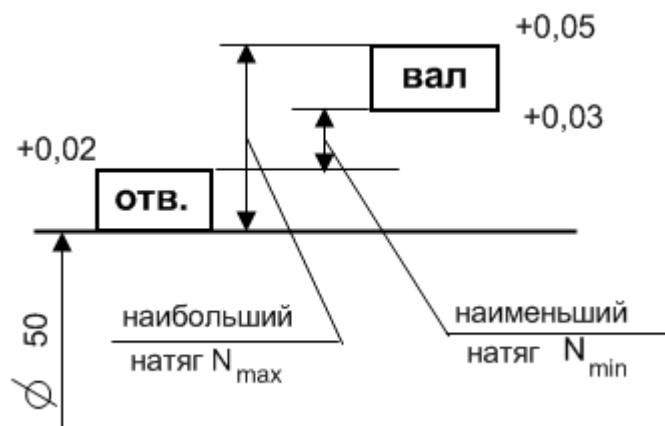
Графическое изображение посадок с зазором и натягом.



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.

$$Ts(TN) = TD + Td$$

$$40 \frac{H7}{g6}$$

Пример обозначения посадки:

## 1.9 Лекция №9 (2 часа)

Тема: «Единая система допуска и посадок»

### 1.9.1 Вопросы лекции

1. Принципы построения ЕСДП
2. Предпочтительные поля допусков, Обозначение посадок на чертежах
3. Области применения системы ЕСДП

### 1.9.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Принципы построения ЕСДП

Единица допуска

Практика показала, что погрешности обработки возрастают с увеличением диаметра, и становится сложнее достигнуть заданной точности изготовления. Специальными исследованиями была установлена зависимость между диаметром обрабатываемой детали и погрешностями размеров при различных видах обработки (слайд 3):

$$\omega = C \sqrt[x]{d}$$

где  $\omega$  — зона рассеяния размеров при обработке, мм; С — коэффициент, зависящий от способа обработки;  $x$  — показатель степени (от 2,5 до 3,5);  $d$  — диаметр обрабатываемой детали, мм.

Поэтому в ЕСДП введено понятие единицы допуска.

Единица допуска ( $i$ ,  $I$ ) — множитель в формулах допусков, являющийся функцией номинального размера и служащий для определения числового значения допуска (приложение 1, табл. 1).

Для размеров до 500 мм справедлива зависимость:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D_{cp}} + 0,001 D_{cp},$$

где  $i$  — единица допуска, мкм;  $D_{cp}$  — среднее геометрическое граничных значений размеров в интервале, мм;

$$D_{cp} = \sqrt{D_{max}D_{min}},$$

где  $D_{min}$  и  $D_{max}$  - наименьший и наибольший размеры в заданном интервале размеров, мм

Для размеров от 500 до 10 000 мм справедлива зависимость:

$$I = 0,004D_{cp} + 2,1.$$

Интервалы размеров

ЕСДП предусматривает 13 интервалов размеров в диапазоне от 1' 500 мм (приложение 1, табл. 3), эти интервалы называют осиными, для каждого из них определена своя единица допуска, интервалы увеличиваются вместе с размерами, составляя приближенную геометрическую прогрессию со знаменателем 1,6.

Основные интервалы размеров используют для нормированиядельных отклонений, которые меняются плавно в зависимости от номинальных размеров (приложение 3, табл. 1). Для номинальных размеров более 10 мм введены промежуточные интервалы, которые делят основной интервал на два или три. При определении принадлежности размера к тому или иному интервалу следует помнить, что последнее число интервала относится к данному интервалу, а первое число — к предыдущему.

Ряды точности (ряды допусков, квалитеты)

Каждую деталь изготавливают с определенной точностью в зависимости от эксплуатационных требований, которую необходимо нормировать. В ЕСДП

нормированную точность, или качество изготовления, принято называть квалитетом (качество — от англ. — quality), характеризующим сложность получения размера

независимо от диаметра.

Квалитет (степень точности) — совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров. Исходя из реальных и предполагаемых возможностей производства, в ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов, обозначаемых порядковым номером, возрастающим с увеличением допуска: 0,1; 0; 1; 2; 3; 4; 5; \ ...; 18. Сокращенно стандартный допуск обозначают буквами IT (International Tolerance — международный допуск), а номер квалитета, например IT8, означает допуск по 8-му квалитету.

Стандартный допуск (IT) — любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок.

Значение допуска для квалитетов от 2-го и выше определяют по формуле:

$$IT = k_i$$

где  $k$  — число единиц допуска;  $i$  — единица допуска, мкм.

Значения числа единиц допуска для квалитетов с 4-го по 18-й (ГОСТ 25364-89)

Квалитет	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
----------	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Знач-	5	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500
-------	---	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

ние к

В ЕСДП при переходе от одного квалитета к другому допуск возрастает на 60% (знаменатель прогрессии 1,6), а при переходе на пять ступеней грубее (начиная с IT6) значение допуска увеличивается в 10 раз. Это правило можно использовать и для получения допусков грубее IT8, что предусматривается системой.

Например, число единиц допуска для 20-го квалитета будет равно  $k_{20} = k_{15} \cdot 10 = 6400$ .

Квалитеты 0,1, 0, 1 и 2 используют для создания эталонов, концевых мер и калибров; квалитеты 2, 3 и 4 — в приборостроении; квалитеты с 4-го по 7-й — для образования высокоточных посадок ответственных соединений; квалитеты с 8-го по 12-й — для образования посадок пониженной точности; более грубые квалитеты (от 12-го) — для свободных размеров.

### Ряды основных отклонений

В ЕСДП положение поля допуска относительно нулевой линии определяется основным отклонением.

Основное отклонение — одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно к нулевой линии. В данной системе допусков и посадок основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Нормировано 28 основных отклонений для отверстий и валов, каждое из которых обозначается одной или двумя латинскими буквами. Для полей допусков валов применяют строчные буквы алфавита (a, b, c, d, ..., h, ..., x, y, z, za, zb, zc), а для полей допусков отверстий — прописные буквы (A, B, C, D, ..., Д, ..., X, Y, Z, ZA, ZB, ZC) (приложение 1, табл. 4 и 5). Полный набор основных отклонений, схематично показывающий положение полей допусков относительно нулевой линии, показан на слайде 4. Выделим свойства основных отклонений в ЕСДП и их особенности.

1. Буквой Н обозначают основное нижнее отклонение отверстия, равное нулю, а буквой h — основное верхнее отклонение мама, равное нулю.
2. В пределах одного интервала размеров основные отклонения отвергши равны, как правило, по значению и противоположны по знаку одноименным основным отклонениям валов, т.е. симметричны относительно нулевой линии.
3. Основные отклонения отверстий от А до Н предназначены для образования посадок с зазором в системе вала. Основные отклонения валов от a до h служат для получения посадок с зазором в системе отверстия.
4. Основные отклонения отверстий от J до N и валов от j до n применяют для получения переходных посадок в системе вала и отверстия.
5. Основные отклонения отверстий от P до ZC валов от p до zc используют для получения посадок с натягом в системе вала и отверстия.

6. Для отверстий и валов, обозначенных  $J_s$  и  $j_x$ , поле допуска располагается строго симметрично относительно нулевой линии и предельные отклонения равны по значению и противоположны по знаку. Основные отклонения  $J$  и  $j$  отличаются тем, что поле допуска с таким основным отклонением не имеет строгого симметричного расположения.

В ЕСДП нормируется одно отклонение (основное), а другое получают добавлением значения допуска к этому отклонению. Если основное отклонение нижнее, то верхнее отклонение получается прибавлением допуска, а если задано верхнее отклонение, то нижнее отклонение находится прибавлением к нему значения допуска со знаком минус.

Поле допуска в ЕСДП обозначается с помощью основного отклонения и стандартного допуска.

Например, для валов диаметров  $20j8$ ,  $\varnothing 40h10$ ,  $\varnothing 60V6$ , для отверстий  $\varnothing 20F8$ ,  $\varnothing 40H10$ ,  $\varnothing 60V6$ .

Посадки в системе отверстия и системе вала

Разнообразие основных отклонений и стандартных допусков элементов деталей может привести к очень широкой номенклатуре посадок, что экономически невыгодно, так как потребуется на (cH) и система вала (ch), в которых принимают постоянное (основное) положение одного из полей допусков (отверстия или вала).

Основной вал — вал, верхнее отклонение которого равно нулю (h).

Основное отверстие — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю (H).

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры или натяги получаются сочетанием различных полей допуском валов с полем допуска основного отверстия (слайд 5, а).

Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры или натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с нолем допуска основного вала (слайд 5, б).

Две системы посадок необходимы не только из-за конструктивных особенностей узлов машин, но и из-за особенности технологии и отопления

деталей машин и их сборки. Для конкретного соединения безразлично, в какой системе назначены допуски и посадки, так как только величины зазоров или натягов характеризуют качество его работы. Выбор системы определяет сложность изготовления деталей и их сборки, а следовательно, и стоимость изготовления сборочной единицы и агрегата.

Предпочтение отдают системе отверстия, поскольку изготовить и измерить отверстие обычно значительно труднее и дороже, чем изготовить и измерить вал такого же размера и той же точности. Систему вала выбирают исходя из ряда конструктивных, технологических или эксплуатационных соображений, но только когда это экономически выгодно.

Посадки в системе вала выбирают в случаях, когда:

- применяют валы из светлого калиброванного материала (серебрянка) без дополнительной механической обработки посадочных мест;
- на отдельных участках вала необходимо обеспечить различные посадки нескольких деталей (слайд 6)
- в сопряжении применяют стандартные узлы или детали, изготовленные в системе вала (например, посадка наружных колец подшипников качения в корпус);
- по условиям прочности нельзя делать вал ступенчатым;
- по технологическим условиям, например, при ремонте имеется вал, обработанный под ремонтный размер (с уменьшением) и под него делают отверстие;
- в других обоснованных случаях.

## **2. Предпочтительные поля допусков, Обозначение посадок на чертежах**

В ЕСДП теоретически допускаются любые сочетания полей доков отверстий и валов любых квалитетов, что позволяет иметь огромный набор различных

посадок, но это экономически нецелесообразно, а технически в этом нет необходимости.

ГОСТ 25347—82 устанавливает основной набор полей допусков как сочетания некоторых основных отклонений и квалитетов, включающий в себя 72 поля допуска отверстий и 80 полей допусков валов.

Помимо основного набора в приложении к ГОСТ 25347—82 дается дополнительный набор, включающий 34 поля допуска вала и 32 поля допуска отверстий, являющийся непредпочтительным. Основной и дополнительный набор дают значительно больше полей допусков, чем практически используется. Поэтому из основного набора полей допусков выделены поля допусков предпочтительного применения, куда входят 10 полей допусков для отверстий полей допусков для валов (слайд 7).

Разрешается применять любое поле допуска из основного или дополнительного набора. Однако чтобы предотвратить необоснованное многообразие в допусках и посадках, установлен следующий порядок выбора полей допусков:

- в первую очередь следует применять предпочтительные поля допусков;
- если невозможно обеспечить конструктивные и технологические требования за счет предпочтительных полей допусков, используют поля допусков из основного набора;
- в некоторых технически обоснованных случаях возможно применение полей допусков из дополнительного набора.

Поля допусков, не предусмотренные стандартом, считаются специальными. Их применяют в технически и экономически обоснованных случаях, и основанием для их использования могут быть другие стандарты для соответствующих видов продукции (например, на подшипники качения), материалов (например, на изделия из пластмасс) или способов обработки.

В ЕСДП теоретически допускается применение любой посадки в системе отверстия или вала. Стандарт рекомендует к применению 68 посадок, причем используют квалитеты с 5-го до 12-й для отверстий с 4-го по 12-й для валов. Из них выделены посадки предпочтительного применения. Таких посадок в системе отверстия 17, а в системе вала — 10 (слайд 8).

## Обозначения посадок ЕСДП на чертежах

Предельные отклонения линейных размеров могут быть указаны на чертежах одним из трех способов: числовыми значениями стандартных предельных отклонений; условными обозначениями полей допусков без или с указанием справа скобках числовых значений предельных отклонений.

Например,  $18^{+0,018}$ ,  $12_{-0,059}^{-0,032}$ , или  $18H7$ ,  $12e8$ , или  $18H7(^{+0,018})$ ,  $12e8(-0,059)^{-0,032}$

Посадки обозначают в виде дроби. При этом поле допуска отверстия всегда указывается в числителе, а поле допуска вала — в знаменателе.

Например,  $\varnothing 20_{f6}^{H7}$  или  $\varnothing 20H7/f6$  или, редко, через тире  $\varnothing 20H7-f6$ .

Легко переводить посадки из одной системы в другую, не меняя характера сопряжения, при этом квалитеты у отверстия и вала сохраняют, а заменяют основные отклонения.

Например, из системы вала  $\varnothing 80G7/h6$  в систему отверстия  $\varnothing 80H7/g6$ .

В ГОСТ 25346—89 точность размеров с неуказанными допусками нормируется с использованием 12... 18-го квалитетов и приведены еще ряды точности, которые имеют следующие названия: точный ( $t_1$ ), средний ( $t_2$ ), грубый ( $t_3$ ) и очень грубый ( $t_4$ ).

В ГОСТ 25670—83 даны два равнозначных метода указания точности размеров с неуказанными допусками:

IT12 или класс «точный» ( $t_1$ )

IT13, IT14 или класс «средний» ( $t_2$ )

IT15, IT16 или класс «грубый» ( $t_3$ )

IT17, IT18 или класс «очень грубый» ( $t_4$ )

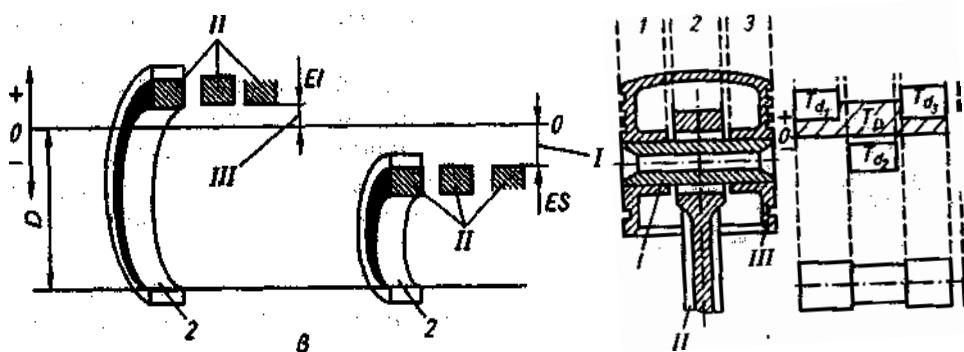
Поля допусков для размеров с неуказанными допусками для валов и отверстий принимают как для основного вала  $h$  и основного отверстия  $H$ , т. е. поле допуска располагается «в тело» — отклонение равное допуску дается в

минус от номинала для вала и в плюс для отверстия. Для размеров, не являющихся отверстием или валом (расположенных лесенкой, ступенькой и пр.), принимают симметричное расположение поля допуска —  $J_s$  или  $j_s$ .

На размеры с неуказанными допусками требования к точности называют в технических условиях, а на чертежах только условным обозначением.

Например: H14, h14, t22, либо H14, h14,  $J_5$ 14, либо H14, h14,  $j_5$ 14.

В этой записи нет текста, но читается она следующим образом: «Все размеры, у которых не указано поле допуска, должны изготавливаться так: отверстия как поле допуска основного отверстия по 14-му квалитету, валы как основной вал по 14-му квалитету, а остальные размеры с симметричным расположением допуска по 14-квалитету». Допускаются условные обозначения дополнять текстом «Неуказанные предельные отклонения размеров: h14, H14,  $\pm t/2$



### **3. Области применения системы ЕСДП**

Гладкие цилиндрические соединения по назначению можно разделить на 3 типа:

Подвижные соединения – это соединения со свободным взаимным перемещением деталей, обеспечивающим гарантированным зазором.

Неподвижные соединения – это соединение в процессе работы которых отверстия и вал относительно не перемещаются, что обеспечивается гарантированным натягом или применение еще дополнительных деталей (шпонок, стопорных винтов и т. д.)

Переходные соединения (посадки) – посадки в которых центрирование деталей обеспечивается наличием небольших зазоров или натягов, а взаимные перемещения предотвращаются применением дополнительных деталей.

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

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

$$T_{\Pi}=T_D+T_d$$

В соответствии с этим необходимо иметь посадки (соединения) с гарантированным зазором, с гарантированным натягом и переходные, чтобы обеспечить минимальное число посадок в соответствии с эксплуатационными требованиями, разработана система допусков и посадок.

Система допусков и посадок – комплекс рядов допусков и посадок, созданный на основе теоретических исследований и обобщения опыта проектирования, изготовления и эксплуатации изделий.

Основные принципы построения Единой системы допусков и посадок (ЕСДП ИСО) изложены в международных стандартах ИСО 286-1: 1988 и ИСО 286-2: 1988, которые полностью гармонизированы с ГОСТ 25346-89 «Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений» и с ГОСТ 25347-82 «Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки». Действие этих стандартов распространяется на размеры до 3150 мм. Абсолютное большинство

соединений в тракторах, автомобилях и сельскохозяйственных машинах имеет размеры до 500 мм.

Система предназначена для выбора отклонений, допусков и посадок, унифицированных и оригинальных соединений, дает возможность стандартизировать режущие инструменты и калибры, облегчает конструирование, производство и ремонт деталей машин путем применения методов обеспечения полной взаимозаменяемости, что благоприятно отражается на качестве.

Единая система допусков и посадок создана по определенным принципам построения и характеризуется рядом необходимых структурных элементов, которые описаны далее.

## **1.10-11 Лекция №10-11 (4 часа)**

**Тема:** «Обоснование точных параметров машин и оборудования»

### **1.10-11.1 Вопросы лекции**

1. Нормирование точности поверхностей детали машин по шероховатости
2. Понятие о шероховатости поверхностей и ее влияние на эксплуатационные показатели работы деталей, соединений и машин
3. Параметры для нормирования и оценки шероховатости поверхности
4. Нормирование точности поверхностей деталей машин по форме и взаимному расположению
5. Система нормирования отклонений формы расположения поверхностей и их влияние на качественные показатели работы деталей, соединений и машин
6. Виды отклонений формы и расположения поверхностей, обозначение их на чертежах

### **1.10-11.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Нормирование точности поверхностей детали машин по шероховатости**

*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.

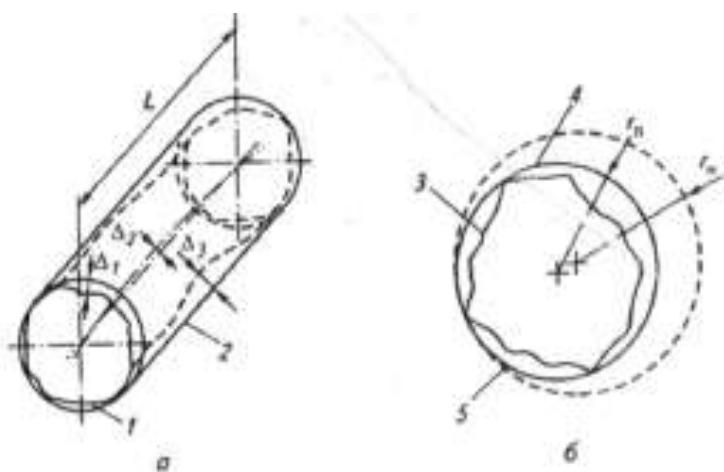


Рис. Поверхности (а) и профили (б):

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 расположение 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. Понятие о шероховатости поверхностей и ее влияние 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 **Sw** к высоте неровностей **Rw**.

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

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 превышают базовую длину  $L$ .

Волнистость занимает промежуточное значение между отклонениями формы и шероховатостью поверхности.

Шероховатость – один из основных показателей качества поверхности.

Например:  $R_a (0,16 \dots 0,32) \text{ мкм}$  – оптимальное значение для ДВС.

В подвижных соединениях из-за волнистости и шероховатости фактическая площадь контакта в 3...5 раз меньше номинальной, что приводит к увеличению удельного давления в точках контакта и разрыва масляного слоя. Удельное давление при этих слоях достигает такого значения, при котором упругие деформации неровностей могут переходить в пластические, что сглаживает неровности. Кроме того, при разрыве масляного слоя и больших удельных давления происходит схватывание отдельных неровностей и вырывание частиц металла. Эти процессы сопровождаются значительным повышением температуры, что в соединениях типа «коленчатый вал – вкладыш» приводит к выплавлению антифрикционного слоя. Если же такого аварийного разрушения сопрягаемых поверхностей не происходит, тот все равно наблюдается ускоренный износ детали и значительное увеличение зазора. Этот процесс продолжается до тех пор, пока высота неровностей не достигнет определенного стабильного значения. Такую шероховатость называют

оптимальной. Она характеризуется определенной высотой, шагом и формой неровности.

Шероховатость поверхности – фактор управляемый, т.к. зависит от режимов резания, режущего инструмента, охлаждающей жидкости и от вида обработки. Параметры шероховатости связаны с допуском размера и формы поверхности, но однозначной зависимости между ними нет.

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

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.).

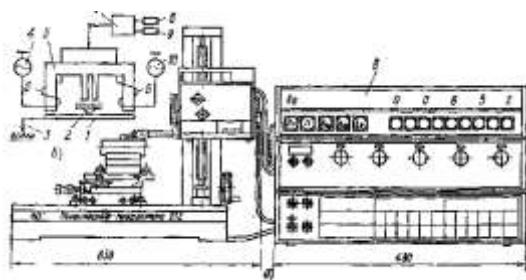


Рис. 8.28. Профилограф-профилометр:

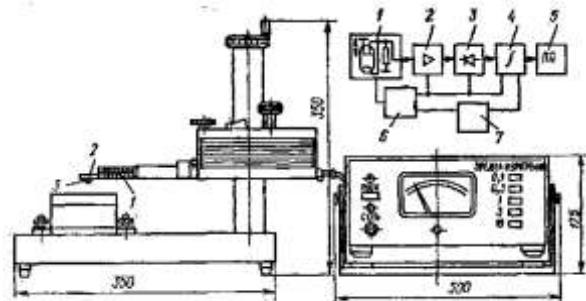


Рис. 8.29. Механотронный профилометр:

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.

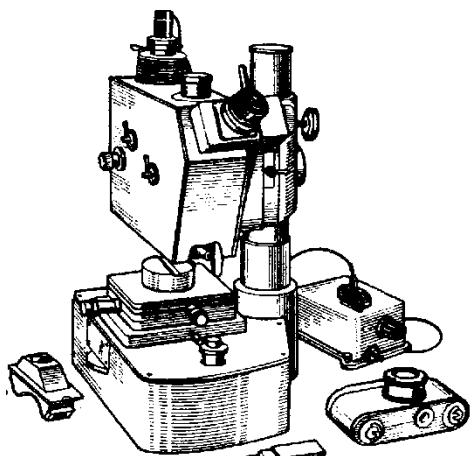
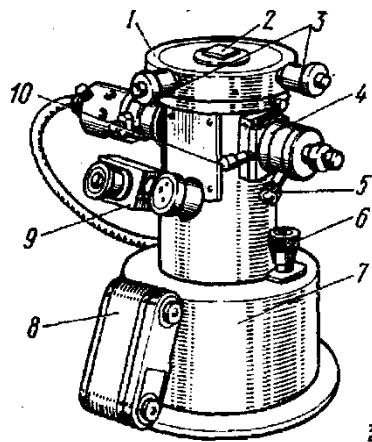


Рис. 139. Микроскоп ПСС-2



### **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 $Sm$ , $S$ .

$Sm$  – средний шаг неровностей.

$S$  – средний шаг неровностей по вершинам.

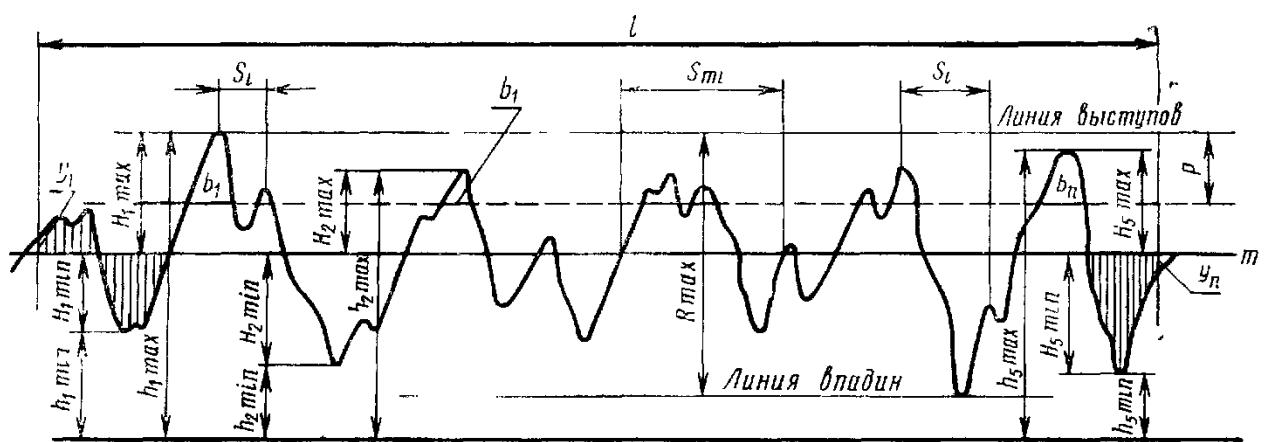
#### Опорный параметр $tp$

tp – относительная опорная длина профиля.

Шаговые параметры Sm, S, и tp – 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 mm.

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).

Количественную оценку шероховатости проводят по следующим параметрам:

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

**R<sub>a</sub>** – среднее арифметическое значение из абсолютных величин отклонений профиля – среднее арифметическое отклонение профиля

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

y<sub>i</sub> – 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:

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

$p$  – 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  $p$ :

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.

## **1.12 Лекция №12 (2 часа)**

**Тема:** «Размерный анализ»

### **1.12.1 Вопросы лекции**

1. Назначение расчета размерных цепей, роль размерного анализа в повышении качества сельскохозяйственной техники. Термины и определения.
2. Классификация размерных цепей, прямая и обратная задача размерного анализа.
3. Методы расчета размерных цепей; Расчет размерных цепей методом полной взаимозаменяемости.
4. Использование размерного анализа для расчета точности и надежности соединений и агрегатов с.-х. техники.

### **1.12.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Назначение расчета размерных цепей, роль размерного анализа в повышении качества сельскохозяйственной техники. Термины и определения.**

Взаимосвязь размеров элементов детали или отдельных деталей, входящих в конструкцию узла или всего механизма, составляет размерную цепь. При изучении точности размерных цепей рассматривают совокупность многих взаимосвязанных между собой размеров, обеспечивающих в комплексе нормальную работу сборочной единицы, агрегата или машины в целом. Рассмотрим основные определения по РД 50-635-87.

Размерная цепь – совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур.

Звено размерной цепи – один из размеров, образующих размерную цепь.

Замыкающее звено – звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи или получающееся последним в результате ее решения.

Составляющееся звено – звено размерной цепи, функционально связанное с замыкающим звеном.

Составляющие звенья размерной цепи подразделяются на увеличивающие и уменьшающие.

Увеличивающее звено – составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается.

Уменьшающее звено – составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено уменьшается

Корректирующее звено – составляющее звено размерной цепи, изменением значения которого достигается требуемая точность замыкающего звена.

Решение размерной цепи заключается прежде всего в обеспечении точности замыкающего звена, т. е. необходимо так нормировать точность составляющих звеньев и замыкающего звена, чтобы объекты, которые образуют размерную цепь в виде элементов отдельной детали или деталей узла или другой сборочной единицы, выполняли свое функциональное назначение.

## **2. Классификация размерных цепей, прямая и обратная задача размерного анализа.**

В зависимости от разных классификационных признаков можно указать несколько видов размерных цепей:

по расположению звеньев – размерные цепи плоские и пространственные, линейные и угловые;

по назначению – конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторские размерные цепи устанавливают связь размеров деталей в изделии. Примеры сборочных размерных цепей показаны на слайде

1. Элементарная сборочная размерная цепь, решающая задачу обеспечения точности сопряжения двух деталей, показана на слайде 2, , а сборочная размерная цепь, которая решает задачу обеспечения перпендикулярности поверхности 2 к оси 1, необходимой для базирования подшипников качения, - на слайде 3.

Технологические размерные цепи устанавливают связь размеров деталей на разных этапах технологического процесса. Деталь с размерами, которые следует выдерживать при изготовлении, показана на слайде 4.

Последовательность получения размеров (маршрут обработки) образует технологическую размерную цепь. При обработке детали выдерживают размеры  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , а размер получают автоматически.

Измерительные размерные цепи решают задачу обеспечения точности при измерении. Они устанавливают связь между звеньями, которые влияют на точность измерения.

### **3. Методы расчета размерных цепей; Расчет размерных цепей методом полной взаимозаменяемости.**

Составлять размерную цепь начинают с выявления замыкающего звена, т. е. размера, к точности которого предъявляют определенные технические требования, так как он определяет качество работы данного механизма или детали.

Для свободного вращения зубчатого колеса на оси необходим зазор Б, который является замыкающим звеном. Чтобы построить размерную цепь, определяющую размер зазора Б, необходимо выявить все составляющие звенья, изменение которых влечет за собой изменение зазора. Величина Б получается автоматически при сборке деталей, контуры которых выделены. Если размеры их выполнены неверно, зазора либо не будет вовсе. Либо он будет слишком большой, что сделает невозможным нормальное функционирование узла. Затем, убедившись в том, что каждый из этих размеров влияет на замыкающее звено, определяют, как он влияет. Если каждый размер поочередно увеличивать, считая, что остальные звенья в это время остаются постоянными, то размер замыкающего звена во всех случаях будет изменяться. Однако с увеличением размера Б3 зазор Б будет увеличиваться, а с увеличением размеров Б1 и Б2 – уменьшаться. Следовательно, Размер Б3 – увеличивающее звено, а размеры Б1 и Б2 – уменьшающие звенья.

Для построения схемы размерной цепи необходимо в верхней ее части отложить размеры всех увеличивающих звеньев (в примере это Б3), а в нижней части – уменьшающих (Б2 и Б1) и замыкающего звена. Так как размерная цепь – замкнутый контур, сумма размеров увеличивающих звеньев должна быть равна сумме размеров уменьшающих звеньев и замыкающего звена, т.е. для данного примера  $B_3 = B_2 + B_1 + B$  или

$$\Delta = B_3 - (B_2 + B_1)$$

Основное уравнение размерной цепи:

$$A\Delta = \sum_{i=1}^m A_i^{yb} - \sum_{m+1}^{n-1} A_i^{ym}$$

Где  $A$  - номинальный размер замыкающего звена;

суммы номинальных размеров увеличивающих и уменьшающих звеньев;

$m$  - число увеличивающих звеньев;

$n$  - общее число звеньев размерной цепи.

Таким образом, номинальный размер замыкающего звена равен разности сумм номинальных размеров увеличивающих и уменьшающих звеньев. В общем виде это выражение может быть представлено так:

$$A\Delta = \sum_{i=1}^{n-1} \xi_i A_i$$

где  $\xi$  - передаточное отношение, характеризующее влияние отклонений размеров составляющих звеньев на размер замыкающего звена ( $= +1$  для увеличивающих звеньев и  $= -1$  для уменьшающих звеньев в том случае, когда звенья размерной цепи расположены линейно и параллельно). В случаях, когда звенья размерной цепи расположены не параллельно, размер составляющих звеньев берут в виде проекции на линию замыкающего звена.

### **Методы расчета размерных цепей**

Точность замыкающего звена зависит от точности всех составляющих звеньев. В зависимости от исходных данных о размерах и решают прямую и обратную задачи.

Прямая задача (проектировочная) заключается в определении допусков и предельных отклонений на все составляющие звенья по известному допуску и предельным отклонениям замыкающего звена.

Обратная задача (проверочная) заключается в определении допуска и предельных отклонений замыкающего звена по известным допускам и предельным отклонениям всех составляющих звеньев.

Как правило, ее используют для проверки решения прямой задачи.

При решении этих задач возможны два подхода: при первом назначают предельные значения всех звеньев с тем условием, что бы обеспечивалась полная взаимозаменяемость. Для этого используют метод расчета на максимум-минимум; при втором подходе используют методы неполной взаимозаменяемости и для обеспечения точности замыкающего звена возникает необходимость дополнительной обработки, регулировки или подбора отдельных звеньев цепи.

### **Метод расчета размерных цепей на максимум-минимум.**

При этом расчете необходимо нормировать точность размеров составляющих так, чтобы точность замыкающего звена была обеспечена даже тогда, когда размеры всех звеньев могут иметь только предельные допустимые значения (наибольшие и наименьшие).

Выражение для определения наибольшего и наименьшего значений замыкающего звена записывают в виде:

$$A_{\Delta\max} = \sum_{i=1}^m A_{i\max}^{yb} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i\min}^{ym}$$

$$A_{\Delta\min} = \sum_{i=1}^m A_{i\min}^{yb} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i\max}^{ym}$$

Вычитывают из первого равенства второе и, перегруппировав члены правой части с их знаками, получают:

$$A_{\Delta\max} - A_{\Delta\min} = \sum_{i=1}^m A_{i\max}^{yb} - \sum_{i=1}^m A_{i\min}^{yb} + \sum_{m+1}^{n-1} A_{i\max}^{ym} - \sum_{m+1}^{n-1} A_{i\min}^{ym}$$

Разность между наибольшим и наименьшим размерами замыкающего звена равна допуску на это звено, так же как и разности предельных размеров составляющих звеньев равны допускам на каждый из них:

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m TA_{i \ max}^{yb} + \sum_{m+1}^{n-1} TA_i^{ym}$$

Или

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} TA_i$$

Таким образом, при расчете на максимум-минимум допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев. Отсюда следует, что допуск любого звена размерной цепи может быть найден как разность между допуском замыкающего звена и суммой допусков остальных звеньев.

Формулы для расчета верхнего и нижнего отклонений замыкающего звена образуются из зависимостей (3.133) и (3.134):

$$ESA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m ESA_i^{yb} - \sum_{m+1}^{n-1} EIA_i^{ym}$$

$$EIA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m EIA_i^{yb} - \sum_{m+1}^{n-1} ESA_i^{ym}$$

Эти равенства можно записать в виде, более удобном для расчета размерных цепей, выразив предельные отклонения через координату середины поля допуска или, другими словами, через среднее отклонение ECA :

$$ECA_{\Delta max} = (ESA_i + EIA_i)2$$

Тогда предельное отклонения:

$$ESA_i = ECA_i + 0.5TA_i$$

$$EIA_i = ECA_i - 0.5TA_i$$

Аналогично для замыкающего звена:

$$ESA_{\Delta} = ECA_{\Delta} + 0.5TA_{\Delta}$$

$$EIA_{\Delta} = ECA_{\Delta} - 0.5TA_{\Delta}$$

Среднее отклонение замыкающего звена:

$$ECA_{\Delta} = \sum_{i=1}^m ECA_i^{yb} - \sum_{m+1}^{n-1} ECA_i^{ym}$$

Для любого вида размерных цепей:

$$ECA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{n-1} \xi ECA_i$$

Таким образом, были получены все уравнения, необходимые для решения обратной задачи.

#### 4. Использование размерного анализа для расчета точности и надежности соединений и агрегатов с.-х. техники.

При эксплуатации машин размеры деталей изменяются из-за динамики процессов старения: износа, пластических деформаций. Коррозий, коробления, измерения кристаллической структуры металла и пр. В размерных цепях, где точность замыкающего звена зависит от многих размеров, это приводит к значительным искажениям замыкающего звена, что ухудшает качественные и экономические показатели работы машины.

Поэтому при ремонте машин важно восстановить не только посадки диаметральных сопряжений, но и точность замыкающих звеньев размерных цепей, определяющих надежность и долговечность машины. В большинстве случаев нет необходимости восстанавливать все размеры, входящие в размерную цепь. Как правило, можно выбрать одно или два звена, засчет

изменения размеров, которых можно восстановить точность замыкающего звена.

Например, правильное взаимное положение гильзы цилиндра и шеек коленчатого вала тракторного дизеля обеспечивает его длительную нормальную работу. Размеры, определяющие положение гильз цилиндров относительно базовой поверхности, в процессе эксплуатации практически не изменяются. В то же время размеры, определяющие положение шейки коленчатого вала относительно той же базовой поверхности, изменяются значительно. Размерная цепь, определяющая положение середины шатунной шейки относительно базовой поверхности балка, показана на слайде из-за износа размеры К3 и К5 изменяются. Кроме того, при шлифовании вала под ремонтные размеры обрабатываются и боковые поверхности шеек коленчатого вала, что приводит к неравномерному увеличению длины шеек и искажению размеров К0. Восстановить первоначальный размер замыкающего звена практически можно, изменив размер лишь одного звена – толщину упорного бурта пятого коренного подшипника.

Аналогичный результат может быть получен при анализе других размерных цепей. Задача инженера – найти на основе квалифицированного анализа механизма наиболее легко и быстро восстанавливаемое звено, изменяя размер которого, можно добиться первоначальной точности замыкающего звена.

## **1.13 Лекция №13 (2 часа)**

**Тема: «Стандартизация в управлении качеством»**

### **1.13.1 Вопросы лекции**

1. Стандартизация и качество продукции. Термины и определения относящиеся к качеству продукции.
2. Технико-экономические показатели качества.
3. Оценка уровня качества продукции. Индекс качества продукции.

### **1.13.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Стандартизация и качество продукции. Термины и определения относящиеся к качеству продукции.**

Результатом производственной деятельности человека является создание материальных ценностей, предназначенных для удовлетворения определенных потребностей. Эти материальные ценности называются **продукцией**. Продукция может быть изделиями или продуктом.

**Изделия**- результат работы производственного предприятия, характеризуемый дискретной величиной, исчисляемой в штуках, экземплярах и других расчетных единицах. К изделиям относятся машины и приборы, а также их элементы

**Продукты**- результат работы производственного предприятия (металлы, лес, нефтепродукты, краски, ткани, овощи, зерно и д.р.) характеризуемый непрерывной величиной, исчисляемой в килограммах, литрах, метрах и т.п.

По способу использования продукция может быть разделена на два класса: 1. потребляемая продукция; 2. эксплуатируемая продукция

**Потребляемая продукция** при использовании расходуется сама: топливо сгорает, материалы перерабатываются в изделие, продукты питания употребляются в пищу.

**Эксплуатируемая продукция** расходует свой ресурс, а масса продукции практически не уменьшается. К этому классу относятся все машины, приборы, оборудование.

В этих классах продукция делится на 5 групп:

- 1) сырьё и природное топливо
- 2) материалы и продукты
- 3) расходные изделия
- 4)неремонтируемые изделия
- 5) ремонтируемые изделия

Каждый вид продукции обладает рядом специфических свойств

**Свойство продукции** - объективная особенность продукции, проявляющаяся при ее создании и использовании.

**Признак продукции** – качественная или количественная характеристика свойств продукции.

Качественные признаки характеризуют цвет, форму, способ крепления деталей, способ настройки, регулировки.

Количественный признак (характер продукции) дает численную характеристику отдельных свойств(химический состав, угол заточки резца, грузоподъемность)

Не все свойства продукции имеют одинаковую значимость: одни- важнейшие, другие- второстепенные, третьи- могут не иметь никакого значения.

ГОСТ 1546-70 установил следующую формулировку:

**Качество продукции**- это совокупность свойств продукции, обуславливающих её пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с её назначением.

## **2. Технико-экономические показатели качества.**

Объективную оценку качества продукции можно дать, охарактеризовав её свойства количественно.

**Квалиметрия**- область практической и научной деятельности, которая занимается разработкой теоретических основ и методов количественной оценки качества изделий.

**Показатели качества продукции**- характеризует несколько его свойств. Таким показателем является коэффициент готовности изделия (КГ), характеризующий одновременно его безотказность и ремонтноспособность

$$КГ = T \backslash T + TB$$

Т- наработка на отказ

ТВ-среднее время восстановления

Интегральные показатели качества широко распространенные в машиностроении относят к комплексным. Они отражают соотношение суммарного полезного эффекта, полученного от эксплуатации изделия, и суммарных затрат на его создание и эксплуатацию.

Так, для транспортных средств интегральным показателем качества может быть величина характеризуемая уд. Затраты на 1тыс. км пробега:

$$КП = С + Э / П \text{ руб/тыс. км}$$

КП- комплексный показатель качества

С- себестоимость изготовления одной машины, руб.

Э-экономические затраты

П- пробег до КП, тыс. км

Обобщенные показатели качества, которые представляют собой сумму единичных показателей, имеющих одну размерность, такие относят к комплексным.

Показатели качества могут быть определены при помощи объективных:

1.измерительный

2.регистрационный

3.расчетный

И субъективных

4.оргонолептический

5.социологический

6.экспертный

Методов.

**1)Измерительный метод**- определение показателей качества продукции с помощью измерительных средств (весов, расходомеров и т.д.)

**2)Регистрационный метод**-определение показателей качества на основе обнаружения и подсчета целочисленного количества событий (расход топлива на 1 км, КПД, производительность)

**3)Органолептический метод**-определение показателей качества продукции (в баллах) на основе анализа восприятий органов чувств человека- зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса (напр. эстетич. показат.)

**5)Социологический метод** основан на сборе и учете мнений фактических или возможных потребителей продукции.

**6)Экспертный метод**- определение показателей качества продукции на основе решения, принимаемого группой специалистов- экспертов.

По возможности следует пользоваться объективными методами и отдавать им предпочтение.

Все технико-экономические показатели качества классифицируют по следующим группам:

1)показатели назначения

2)показатели надежности

3)показатели технологичности

4)эргономические

5)эстетические

6) показатели стандартизации унификации

7)потентно-правовые показатели

- 1) **Показатели назначения**- характеризуют назначение, области применения, производит., транспортабельность, констр. И д.р. особенности изделия
- 2) **Показатели надежности**- для продукции машиностроения- одна из важнейших групп. Надежность- сложное свойство изделия, определяемое четырьмя составляющими свойствами: безотказность, долговечность, ремонтопригодностью, пригодностью, сохраняемостью.
- 3) **Показатели технологичности**- характеризуют степень соответствия машины оптимальным условиям современного производства, рациональность использования конструкционных материалов, приспособленность продукции к применению прогрессивных технологических методов производства. Важнейшими технологическими показателями качества продукции является коэффициент сборности изделия, клэфф. Использования рациональных материалов, удельная трудоемкость производства, удельная материалоемкость.
- 4) **Эргономические показатели** качества позволяют оценивать степень приспособленности машины взаимодействию с человеком-оператором с точки зрения оптимальных условий для эффективного управления машиной, соблюдения необходимых норм гигиены и технической безопасности.
- 5) **Эстетические показатели** качества характеризуют внешний вид продукции, соответствие современному стилю, гармоничность сочетания отдельных элементов машин между собой и т.д.
- 6) **Показатели стандартизации и унификации** характеризуют степень использования или применения в данном изделии стандартизованных и унифиц.деталей, агрегатов и д.р. составных элементов.
- 7) **Потентно-правовые показатели** включают два показателя: патентоспособности и патентной чистоты.

Патентоспособным считается изделие, если оно содержит технические решения, которые могут быть признаны изобретением в одной или нескольких странах.

Изделие обладает патентной чистотой в том случае, если оно не содержит технических решений, попадающих под действие патентов, исключительного права на изобретение, промышленные образцы.

### **3. Оценка уровня качества продукции. Индекс качества продукции.**

Систематическое проведение мероприятий по оценке уровня качества- один из основных элементов системы управления качеством продукции.

**Уровень качества продукции**- относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении совокупности показателей её качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

Базовый показатель- показатель качества продукции, принятой за исходную при сравнительных оценках качества.

За базовые показатели принимают показатели продукции, выбранной в качестве эталона.

Уровень качества однородной продукции может быть охарактеризован дифференциальным, комплексным и смешанным методами.

**1)Дифференциальный метод** оценки уровня качества заключается в раздельном сопоставлении единичных показателей качества рассматриваемого изделия с аналогичными базовыми показателями

Для оценки уровня качества дифферен. Методом опред. Относит показатели качества по одной из следующих формул:

$$Q_i = P_i | P_{ib} \quad Q_i = P_{ib} | P_i$$

$P_i$ -единичный показатель изделия

$P_{ib}$  -единичный базовый показатель

Если уровень качества рассматриваемого изделия превышает уровень эталона или соотв. Ему, то все относительные показатели будут  $>1$

**2)Комплексный метод** оценки уровня качества предусматривает применение обобщенных показателей качества. Этот метод позволяет получить однозначную численную оценку уровня качества продукции.

Уровень качества при комплексном методе оценки равен отношению вычисленного обобщенного показателя к установленному заранее базовому обобщенному показателю.

3) **Смешанный метод** оценки уровня качества применяют в тех случаях, когда обобщенный показатель качества, используемый при комплексном методе, недостаточно полно учитывает все существующие свойства продукции, напр. Эргономические, эстетические и потентно-правовые.

Оценивают следующим образом:

- объединяют в группы единичные показатели качества и для каждой группы определяют соотв. Ей комплексный показатель.

- рассматривают полученные комплексные показатели качества по группам и выделенные одиночные показатели, применяя дифференциальный метод оценки.

### **Индекс качества продукции**

Комплексный показатель качества разнородной продукции, равный средневзвешенному значению относительных показателей качества различных видов продукции за рассматриваемый период.

При определении индексов качества продукции учитывают её качество и цены, причем уровни качества продукции каждого вида берут изменяющимися, а цену для базового и рассматриваемого периодов принимают неизменной.

Если качество каждого из рассматриваемых видов продукции может быть достаточно полно охарактеризовано одним каким-либо показателем, то индекс качества продукции

$$U_k = \frac{\sum n_i q_i l_i}{\sum n_i l_i}$$

$n$ -число видов продукции

$n_i$ -число изделий  $i$ -го вида в текущем периоде

$q_i$ - относительный главный показатель качества  $i$ -го вида продукции

$l_i$ -оптовая цена на продукт  $i$ -го вида

## **1.14 Лекция №14 (2 часа)**

**Тема:** «Международная деятельность по стандартизации»

### **1.14.1 Вопросы лекции**

1. Международная организация по стандартизации. Стандартизация в рамках СНГ.
2. Стандартизация, квалиметрия и управление риском.
3. Международная стандартизация на системы обеспечения качества продукции, стандарты серии ИСО 9000 на системы качества.

### **1.14.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Международная организация по стандартизации. Стандартизация в рамках СНГ.**

Международное сотрудничество в области стандартизации осуществляется по линии международных и региональных организаций по стандартизации. Международная деятельность по стандартизации проходят в рамках трех международных организаций: Международной организации по стандартизации (ИСО), Международной электротехнической комиссии (МЭК) и Международного союза электросвязи (МСЭ).

Решение о создании Международной организации по стандартизации (ИСО) было принято на заседании комитета ООН по координации стандартов ООН в 1946 г. Устав ИСО был принят на заседании Генеральной ассамблеи ИСО 14 октября 1946 г. Этот день отмечается во всем мире как Международный день стандартов. 23 февраля 1947 г. была завершена ратификация Устава и Правил процедур 15 национальными организациями по стандартизации. Эту дату считают днем основания ИСО.

В соответствии с Уставом ИСО «целью организации является содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности».

Для достижения этих целей ИСО разрабатывает и публикует международные стандарты при условии, что в каждом случае стандарт считается одобренным, если за него было подано две трети голосов активных членов технического комитета или подкомитета, и против – не более четверти от общего числа голосов.

Организационная структура ИСО показана на слайде 3.

Высший орган ИСО – Генеральная ассамблея. В период сессиями Генеральной ассамблеи работой организации руководит совет, в который входят представители национальных организаций по стандартизации. При совете создано исполнительное бюро, которое руководит техническими комитетами ИСО. Основной вид деятельности ИСО – разработка международных стандартов, которые не являются обязательными, каждая страна вправе применять их целиком, отдельными разделами или не применять вообще.

ИСО – самая крупная международная организация по стандартизации. По состоянию на начало 2007 г. в состав ИСО входили организации по стандартизации 98 стран. Работа ИСО осуществляется в рамках 193 технических комитетов (ТК), 540 подкомитетов (ПК), 2244 рабочих групп (РГ); парк стандартов ИСО превышает 16 500 единиц, ежегодно публикуется более 1000 новых и пересмотренных стандартов.

Международная электротехническая комиссия (МЭК) была создана в 1906 г. в Лондоне представителями 13 стран. После создания в 1946 г. ИСО МЭК присоединилась к ней на автономных правах, сохранив независимость в финансовых и организационных вопросах. Территориально секретариаты этих организаций расположены в одном здании в Женеве. Сфера деятельности ИСО и МЭК четко разграничены – МЭК занимается стандартизацией в области электротехники, электроники, радиосвязи, приборостроения, ИСО – во всех остальных отраслях.

Страны представлены в МЭК национальными комитетами. В большинстве стран это национальные комитеты по стандартизации. Организационная структура МЭК показана на слайде 4.

Целями МЭК в соответствии с ее Уставом является содействие международному сотрудничеству в решении вопросов стандартизации и

смежных проблем в области радиотехники и электроники. Основная задача МЭК – разработка стандартов.

Высшим руководящим органом МЭК является Совет, в котором представлены все национальные комитеты стран (слайд 4). При совете действует финансовый комитет и комитет по вопросам стандартизации и потребительских товаров. Совет собирается ежегодно на свои заседания поочередно в различных странах и рассматривает все вопросы деятельности МЭК.

При Совете МЭК создан Комитет действия, который по поручению Совета рассматривает все вопросы. Бюджет МЭК, как и бюджет ИСО, складывается из взносов стран и поступлений от продажи международных стандартов. Структура технических органов МЭК такая же, как и ИСО: технические комитеты (ТК), подкомитеты (ПК) и рабочие группы (РГ).

Основные объекты стандартизации МЭК – материалы, применяемые в электротехнике (жидкие, твердые и газообразные диэлектрики, магнитные материалы, медь, алюминий и его сплавы), электротехническое оборудование общепромышленного назначения (двигатели, сварочные аппараты, светотехническое оборудование, реле, низковольтные аппараты, распределительные устройства, приводы, кабель и т.д.), электроэнергетическое оборудование (паровые и гидравлические турбины, ЛЭП, генераторы, трансформаторы), изделия электронной промышленности (дискретные полупроводниковые приборы, интегральные схемы, микропроцессоры, печатные платы и т. д.), электронное оборудование бытового и производственного назначения, электроинструмент, электротехническое и электронное оборудование, применяемое в отдельных отраслях промышленности и в медицине.

В составе МЭК 56 стран, в ее рамках функционируют 186 ТК и ПК, около 700 РГ. МЭК разработано около 4,5 тыс. стандартов, технических отчетов и рекомендаций. Ведущие направления стандартизации в МЭК в последние годы: разработка терминологических стандартов, стандартов в области безопасности, надежности и электромагнитной совместимости.

Международный союз электросвязи (International Telecommunications Union) – специализированное учреждение ООН. Цели союза – содействие развитию международного сотрудничества для улучшения и рационального

использования всех видов электросвязи (телеграфной, телефонной и радио). Сегодня в МСЭ входят более 180 стран мира, Штаб-квартира МСЭ находится в Женеве. Международным союзом электросвязи разработано около 1,5 тыс. стандартов в области телефонии и телекоммуникации.

### **Региональные организации по стандартизации**

Европейская организация качества (ЕОК) — старейшая и наиболее влиятельная организация по вопросам качества в Европе. Она была создана в 1956 г. по инициативе национальных организаций по качеству ведущих европейских стран.

ЕОК объединяет 34 национальные организации по качеству европейских стран. Высший руководящий орган ЕОК — Совет, в состав которого входят представители полноправных членов и должностные лица ЕОК. Все решения принимаются большинством членов Совета. Проведение в жизнь решений Совета осуществляется. Исполнительный комитет, который руководит деятельностью секретариата ЕОК, обеспечивающего текущую работу ЕОК. Штаб-квартира ЕОК находится в Брюсселе (Бельгия). Основные формы работы ЕОК — организация ежегодных конференций, симпозиумов, семинаров, курсов, работа технических комитетов и отраслевых секций, рабочих групп для изучения актуальных проблем качества, разработка руководящих документов по сам качества продукции и услуг. Для реализации поставленных целей в рамках ЕОК действует 12 технических комитетов (по гости, статистическим методам, терминологии, надзору за системами качества и др.), а также 7 отраслевых секций, рассматривающих проблемы качества применительно к определенным отраслям промышленности.

Межскандинавская организация по стандартизации (ИНСТА) а в 1952 г. по инициативе национальных организаций по стандартизации Дании, Норвегии, Финляндии и Швеции, которые являются ее членами. ИНСТА — это организация по сотрудничеству стран региона в области стандартизации, которое выражается в обмене информацией и результатами работы с целью ликвидации дублирования и как можно более полного использования совместных ресурсов.

Панамериканский комитет стандартов (КОПАНТ) был учрежден в апреле 1961 г. в Уругвае в качестве региональной службы Центральной и Латинской Америки. Членами КОПАНТ являются национальные организации более 20

стран. Основная цель КОПАНТ - устранение технических барьеров и торговле между странами региона. КОПАНТ работает по стандартизации в областях, не охваченных международной стандартизацией, или там, где местные условия не позволяют применять международные стандарты. Большая заслуга КОПАНТ состоит в принятии странами региона метрической системы измерений и в переходе на нее. Штаб-квартира организации расположена в Буэнос-Айресе (Аргентина).

Арабская организация по стандартизации и метрологии (АСМО) учреждена в соответствии с резолюцией Совета арабского экономического единства от 12.12.1965 г. в качестве специальном службы Лиги арабских государств в области стандартизации, метрологии и управления качеством продукции. Активными членами АСМО являются арабские страны, имеющие свои национальные организации по стандартизации и метрологии и выразившие желания подчиняться правилам и процедуре организации. АСМО изучает потребности стран региона в области стандартизации, метрологии и управления качеством, разрабатывает программы развития стандартизации на национальном и региональном уровнях. Штаб-квартира Организации находится в Аммане (Иордания).

Африканская региональная организация по стандартизации (АРСО) создана в январе 1977г. Основные цели деятельности АРСО — содействие развитию стандартизации в Африке, выработка согласованных позиций членов организации и расширение их участия в международной стандартизации, создание региональных стандартов, содействие посредством стандартизации социальному, промышленному и экономическому развитию африканских стран, защита интересов потребителей и обеспечение безопасности людей. Штаб-квартира АРСО находится в Найроби (Кения).

### **Стандартизация в рамках СНГ**

Межгосударственная система стандартизации функционирует в рамках СНГ с 13.03.1992 г., когда было подписано Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации. В соответствии с указанным соглашением на межправительственном уровне был создан Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (в настоящее время — Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации — ЕАСС). Действующие государственные стандарты СССР (ГОСТы) были признаны в

качестве межгосударственных стандартов. Аббревиатуру ГОСТ как известную в мире было решено сохранить и для вновь разрабатываемых межгосударственных стандартов. Эталонная база бывшего СССР была признана как совместное достояние. Для взаимного признания систем стандартизации, сертификации и метрологии была установлена необходимость двусторонних соглашений.

Членами ЕАСС являются руководители национальных органов по стандартизации, сертификации и метрологии всех 12 стран СНГ (Госстандарт Украины, Белстандарт, Туркменглавгосинспекция и др.). Основные рабочие органы ЕАСС — Бюро стандартов, метрологии и сертификации с местом пребывания в г. Минске.

Для проведения работ по межгосударственной стандартизации и разработки межгосударственных стандартов создано более 200 межгосударственных технических комитетов по стандартизации (МТК). Разрабатывают межгосударственные стандарты по утвержденным годовым планам, а принимают их и изменения к ним по решению ЕАСС, заседания которого проводят два раза в год поочередно в странах—участницах Соглашения. Правила проведения бот по межгосударственной стандартизации регламентированы ГОСТ 1.0-92.

Фонд межгосударственных стандартов составляет 25 тыс., завершен процесс взаимного признания национальных систем сертификации. Российская Федерация разрабатывает около 70% вновь принимаемых межгосударственных стандартов.

Большая работа Межгосударственного совета оценена ИСО — ЕАСС признана международной региональной организацией по Стандартизации.

## **2. Стандартизация, квалиметрия и управление риском.**

Оценка качества продукции — основа для выработки необходимых управленческих решений в системе менеджмента качества. Для управления и повышения качества продукции необходима его оценка.

Квалиметрия — область науки, предметом которой являются количественные методы оценки качества продукции.

Уровень качества продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

Свойство продукции – объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Показатель качества продукции – количественная характеристика которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Индекс качества продукции – комплексный показатель качества разнородной продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал времени, равный среднему взвешенному относительных значений показателей качества этой продукции.

### **3. Международная стандартизация на системы обеспечения качества продукции, стандарты серии ИСО 9000 на системы качества.**

Мировой опыт управления качеством был сконцентрирован в пакете международных стандартов **ИСО 9000** принятых по стандартизации (ИСО) в марте 1988г.

К сегодняшнему дню объекты стандартизации. Этой серии международных стандартов значительно расширились и охватывают не только элементы систем качества, критерии их выбора и модели систем обеспечения качества, но и способы проверок действующих систем качества.

Международный стандарт ИСО 9000 имеет три варианта

- 1) ИСО 9000-1- руковод. Указания по выбору и применению конкретных стандартов
- 2) ИСО 9000-2- общие руковод. По применению ИСО 9001, ИСО 9002, ИСО 9003
- 3) ИСО 90003 руковод. Указания по применению Стандарта ИСО 9001 для программного обеспечения при его разработке, поставке и обслуживании

Нормативные стандарты ИСО 9001, ИСО 9002, ИСО 9003 являются основными моделями систем обеспечения качества на различных стадиях производственного процесса.

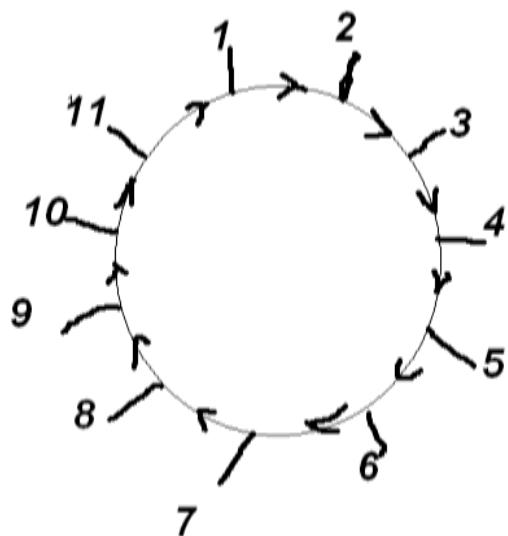
В обновленной версии стандарта ИСО 9000-1 определены четыре ключевых аспекта качества, обусловленного:

- определением спроса на продукцию
- проектированием продукции
- соответствием проекту
- поддержанием параметров продукции на всех стадиях ее жизненного цикла

Практика конкурентоспособных зарубежных фирм показала, что качественный товар, соответствующий запросам покупателей, может быть изготовлен лишь с учетом комплексного исследования рынка, и этот опыт воплощен в стандарте: «петля качества» начинается с маркетинга и заканчивается маркетингом.

Система обеспечения качества складывается из мер и действий, которые распространяются на все стадии петли качества.

### **Модель петли качества**



1. Маркетинг. Поиски и изучение рынка

2. Проектирование и разраб. Тех. Треб. К продукции

- 3.Мат.-техн. Снабжение
- 4.Подготовка и разработка производ. Процессов
- 5.Производство продукции
6. Контроль и испытание
- 7.Упаковка и хранение
- 8.Реализация и распределение
- 9.Монтаж и эксплуатация
- 10.Тех. помощь в обслуживании
- 11.Утилизация.

Роль функции маркетинга в системе управления качеством заключается в поисках и выборе целевого рынка, установлении требований к качеству продукции, определен. Потребности в товаре, емкости рынка, в составлении подробной характеристики потребителей данного рыночного сегмента. Эта информация необходима для выпуска нужного качества товара, соответствующего особенностям спроса покупателей по качеству, цене.

Принципиальной особенностью системы управления качеством является усиленное внимание к обеспечению качества при проектировании и разработке ТУ. Назначение этого элемента в том, чтобы добиться соответствия качества товаров запросом потребителей. Результатом этой работы должно стать производство таких товаров, которые не только отвечают требованиям покупателей, но и реализуются по доступной для них цене, а производителю обеспечивают окупаемость расходов на прибыль.

В системе управления качеством необходимо также предусматривать обратную связь с потребителем, так как его опыт эксплуатации товара и опыт, накопленный в процессе производства служат основой для внесения соотв. Изменений в проект.

Особенностью рассматриваемой системы обеспечения качества продукции является так же возможность выбора поставщиков, что широко используется в практике зарубежных фирм.

В рассмотренных стандартах ИСО серии 9000 уделяется особое внимание удовл. Запросов покупателя, установлению ответственности, оценке возможных рисков и преимуществ.

На сегодняшний день стандарты ИСО серии 9000 признаны практически всеми странами мира и внедрены множеством фирм.

В России принятые стандарты **ГОСТ Р ИСО 90001-96, ГОСТ Р ИСО 9002-96, ГОСТ Р ИСО 9003-96.** которые представляют собой идентичные тексты стандарта ИСО 9001, ИСО 9002, ИСО 9003.

## **1.15 Лекция №15 (2 часа)**

**Тема:** «Основные положения сертификации»

### **1.15.1 Вопросы лекции**

1. Сущность и содержание сертификации.
2. Термины и определения в области сертификации. Цели и задачи подтверждения соответствия.
3. Добровольная и обязательна сертификация.

### **1.15.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Сущность и содержание сертификации.**

Первым нормативным актом, направленным на создание системы сертификации в нашей стране, является Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей», изданный в феврале 1992 г.

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.

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 обязательном 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 юридические 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.

## **2. Термины и определения в области сертификации. Цели и задачи 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.

Аkkредитация — 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 (D1N) был учрежден знак соответствия стандартам D1N, 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.

### **3. Добровольная и обязательна сертификация.**

Сущность обязательной и добровольной сертификации

Сертификаци 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. Головным 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 экознаки как по видам продукции, так и у отдельных изготовителей или союзов производителей.

## **1.16 Лекция №16 (2 часа)**

**Тема:** «Нормативно-правовые основы работы по сертификации»

### **1.16.1 Вопросы лекции**

1. Законодательная база по сертификации.
2. Технические регламенты как основы нормативной базы подтверждения соответствия.
3. Организационно-методические принципы сертификации РФ.

### **1.16.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Законодательная база по сертификации.**

Деятельность по сертификации в России законодательно регулируется и обеспечивается:

- законами Российской Федерации;
- подзаконными актами, направленными на решение социально-экономических задач и предусматривающими использование для этой цели обязательной сертификации- указами президента и нормативными актами Правительства России.

Нормативно- методическая база сертификации включает:

- совокупность нормативных документов, на соответствие требованиям которых проводится сертификация объектов, а также документов, устанавливающих методы и средства подтверждения соответствия;
- комплекс организационно- методических документов, определяющих правила и порядок проведения работ по сертификации (серия правил по сертификации и комментариев к ним).

#### **2. Технические регламенты как основы нормативной базы подтверждения соответствия.**

Одна из основных целей модернизации национальной системы стандартизации - приведение ее структуры и принципов функционирования в

соответствие с практикой ЕС и ВТО. Федеральный закон «О техническом регулировании» заменил действовавшие законодательные акты «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг» и установил вновь разработанные правовые нормы, регулирующие технические регламенты, аккредитацию органов по сертификации и исполнительных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия.

В соответствии с Законом «О техническом регулировании» отраслевые стандарты и технические условия, составляющие значительный объем нормативных документов, в соответствии с которыми подтверждают соответствие, перестают существовать и должны быть переведены в категорию национальных стандартов или стандартов организаций. Основу вновь создаваемой двухуровневой системы технического регулирования составляют технические регламенты. Сущность, порядок разработки и применения технических регламентов подробно рассмотрены.

Задание требований к продукции в технических регламентах – одна из основных проблем реформирования. В технических регламентах устанавливают минимально необходимое, но исчерпывающие требования. При решении указанной проблемы учтен опыт ЕС. Практика применения директив «старого подхода» показала, что детализация требований в самой директиве ведет к значительному возрастанию ее объема и большому числу последующих изменений. Поэтому в директивах «нового подхода» задаются только «существенные требования», а конкретные требования на продукцию устанавливают в гармонизированных стандартах. Каждую директиву «нового подхода» «поддерживает» примерно 100 гармонизированных евростандартов, отвечающих требованиям этих директив.

Указанный подход принят за основу при создании отечественной системы технического регулирования. Обязательные требования к продукции в технических регламентах задаются тремя основными способами:

- конкретными численными значениями показателей непосредственно или ссылками на стандарты;
- существенными (минимально необходимыми) требованиями, качественно определяющими уровень безопасности;
- существенными требованиями и конкретными численными значениями.

При задании существенных требований в технических регламентах, по аналогии с практикой ЕС, широко используют принцип «презумпции соответствия», сущность которого заключается в том, что минимально необходимые (существенные) требования технического регламента считаются выполненными, если они соответствуют конкретным требованиям применяемых на добровольной основе национальных стандартов, гармонизированных с этим техническим регламентом.

Если изготовитель не применяет на добровольной основе гармонизированный национальный стандарт, на него возлагается обязанность доказать соответствие продукции требованиям безопасности с участием третьей стороны (органа по сертификации).

. В Российской Федерации к таким документам можно отнести СанПиНЫ, СНиПы, нормы и правила проектирования, расчета на прочность, правила эксплуатации и другие подобные документы федеральных органов исполнительной власти. Введение сводов правил позволит применить их на добровольной основе для соблюдения в полной мере требований безопасности, определенных техническими регламентами, наряду с национальными стандартами без дополнительных затрат на переработку таких документов в национальные стандарты.

### **Безопасность технических объектов АПК.**

Тракторы и сельскохозяйственные машины- многофакторные источники рисков применения вреда здоровью людей и животных, экологии, имуществу юридических и физических лиц. Введенная в действие в 1993г. «Система сертификации сельскохозяйственной техники» стала одной из первых подсистем по сертификации одной продукции в «Системе сертификации ГОСТ Р».

Сферой применения закона «О техническом регулировании» являются в том числе и отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и использовании обязательных требований сельскохозяйственной технике, процессам ее производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг, а также оценке соответствия.

Глобальное реформирование Государственной системы стандартизации и национальной системы сертификации Российской Федерации требуют столь же масштабного пересмотра нормативной базы в области стандартизации и подтверждения соответствия сельскохозяйственной техники. Установленный до 2010г. переходной период необходим для разработки и вступления в силу технических регламентов, которые в соответствии с рассматриваемым законом становятся основным средством регламентации обязательных для применения и исполнения требований к объектам технического регулирования.

Тракторы и сельскохозяйственные машины являются объектами технического регулирования общего технического регламента «О безопасности эксплуатации и утилизации машин и оборудования» и специального технического регламента «О безопасности тракторов, сельскохозяйственных машин и машин для лесного хозяйства». Основные подходы к подтверждению соответствия сельскохозяйственной техники и тракторов можно рассмотреть на примере опубликованного проекта специального технического регламента «О безопасности тракторов, сельскохозяйственных машин и машин для лесного хозяйства».

В процессе данного регламента устанавливают не признаки объекта регулирования, как в аналогичной директиве Европейского союза 98/37 ЕС, а перечень самих объектов, содержащий наименование продукции с кодами ОКП (тракторы и энергетические средства, посевные машины и т. д. – всего 31 поз.).

В проекте применен принцип задания «существенных требований», используемый ЕС в рамках «нового подхода», т. е. минимально необходимые требования задаются в виде целей обеспечения безопасности, а не способов ее достижения. Требования безопасности установлены для основных систем, присущих машинам и оборудованию, а так же в виде описания возможных рисков населения ущерба (связанных с пуском, остановкой машин, подвижностью их элементов, опасностью взрыва, пожара и т. д.), которые необходимо устраниить или снизить. Требования безопасности распределены по стадиям жизненного цикла продукции( проектирование, производство, эксплуатация, снятие с эксплуатации, утилизация).

При проектировании продукции разработчик обязан задать требования в виде рисков нанесения ущерба. Отсутствие в техническом регламенте конкретных численных значений показателей безопасности требует применения принципа «презумпции соответствия», обеспечивающего возможности официальной интерпретации требований технического регламента посредством применения национальных стандартов, гармонизированных с данными регламентом.

Технический регламент устанавливает также механизм интерпретации требований для случаев, когда гармонизированные стандарты не используются или отсутствуют.

Кардинальная реформа системы технического регулирования в стране и новые продукты к подтверждению соответствия сельскохозяйственной техники, тракторов и других объектов требует активного отражения при организации деятельности предприятий и организаций в новых условиях.

### **3. Организационно-методические принципы сертификации РФ.**

Новые требования к сертификации соответствия установлены в гл. 4 «Подтверждение соответствия» в ст. 18-30.

**Статья 18. Цели подтверждения соответствия.**

Подтверждение соответствия осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров;
- содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Российской Федерации, а также осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

**Статья 19. Принципы подтверждения соответствия.**

Подтверждение соответствия осуществляется на основе принципов:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объемам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении отдельных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;
- уменьшение сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

Подтверждение соответствия разрабатывается и применяется равным образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции, осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг, видов или особенностей сделок и/или лиц, которые являются изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

#### Статья 20. Формы подтверждения соответствия:

1. Подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может носить добровольный или обязательный характер.
2. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации.

3. Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах: принятия декларации о соответствии (далее- декларирование соответствия); обязательной сертификации.

4. Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия устанавливается в настоящим Федеральным законом.

## Статья 21. Добровольное подтверждение соответствия.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольное подтверждение соответствия может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются требования.

Орган по сертификации:

- осуществляет подтверждение соответствия объектов добровольного подтверждения соответствия;
- выдает сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию;
- предоставляют заявителям право на применение знака соответствия, если применение знака соответствия предусмотрено соответствующей системой добровольной сертификации;
- приостанавливают или прекращают действие выданных им сертификатов соответствия.

Система добровольной сертификации может быть создана юридическим лицом и/или индивидуальным предпринимателем.

## **1.17 Лекция №17 (2 часа)**

**Тема:** «Российские региональные и международные схемы и системы сертификации»

### **1.17.1 Вопросы лекции**

1. Понятие о системе сертификации. Система сертификации ГОСТ Р.
2. Понятие о схемах сертификации и декларирование.
3. Нормативная база сертификация систем качества и производства.

### **1.17.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Понятие о системе сертификации. Система сертификации ГОСТ Р.**

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 Ростехрегулирование, 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 (Ростехрегулирование); государственные органы управления, осуществляющие работы по сертификации (ГОУ); центральный орган системы сертификации (ЦОС); органы по сертификации (ОС) или юридические лица, взявшим 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 системе;

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.

Ростехрегулирование 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 деклараций 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 прошли подтверждение соответствия и не соответствует требованиям технических регламентов, на основании решений органов государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

## **СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р**

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:

- Ростехрегулирование;
- 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. Ростехрегулирование 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 Ростехрегулированием 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 продукциях, 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 Ростехрегулирование 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 Р RU.0001.8.0 АС00
Порядок сертификации сельскохозяйственной техники	R.U.0001.8.1.0033
Система сертификации транспортных средств и прицепов	ГОСТ Р RU.0001.8.0 АТ00
Порядок сертификации механических транспорт-	RSSG RU.0001.8.1.0010

## 2. Понятие о схемах сертификации и декларирование.

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*		
1а	То же	Анализ состояния производства	—
2	»	—	—
2а	»	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца
3	»	—	Испытания образцов, взятых у продавца
3а	»	Анализ состояния	

		производства	Анализ состояния производства
4	»	—	Испытания образцов, взятых у изготовителя
4a	»	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства
	»	Сертификация производства или системы качества	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
5	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Сертификация системы качества	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя Анализ состояния производства
6	Испытание партии.	—	Контроль сертифицированной системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца и (или) у изготовителя
7	Испытание каждого образца	—	Контроль сертифицированной системы качества
		—	—

8	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Анализ состояния производства — Анализ состояния производства	—
9	То же		—
	»		—
	»		—
9а			—
10			—

10a			Испытания образцов, взятых у продавца или изготовителя 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 1а...4а — дополнительные и являются модификацией соответственно схем 1...4.

Схемы 9... 10а 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 бывших предприятиях 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**

Но мер схе мы	Оценка выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Инспекционный контроль сертифицирован ных 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- полнения работ, ока-
	выполнения работ,		полнения работ, ока-
	оказания услуг		зания услуг
3	Анализ состояния	»	Контроль состояния
	производств а		производства
4	Оценка организации	»	Контроль соответствия
	(предприяти я)		установленным требованиям
5	Оценка	»	Контроль

	системы		системы
	качества		качества
6	— Рассмотрение декларации Контроль качества вы-		
		о соответствии с прила-	полнения работ, ока-
		гаемыми документами	зания услуг
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 устанавливают 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 питания 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. Нормативная база сертификация систем качества и производства.**

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
	Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем каче-

ГОСТ Р 40.003-2000	ства. 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 юридические 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 изменение 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	5. Анализ состояния производства
2. Испытания партии	8. Испытания образцов, взятых у продавца
3. Испытание каждого образца	9. Испытания образцов, взятых у

4. Рассмотрение декларации в соответствии с прилагаемыми документами	изготовителя
5. Анализ состояния производства	10. Контроль сертифицированной системы качества (производства)
6. Сертификация производства	
7. Сертификация системы качества	

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.

## **1.18 Лекция №18 (2 часа)**

**Тема:** «Управление качеством продукции и услуг»

### **1.18.1 Вопросы лекции**

1. Квалиметрические методы оценки уровня качества продукции и услуг.
2. Статистические методы управления качеством.
3. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий.

### **1.18.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Квалиметрические методы оценки уровня качества продукции и услуг.**

В основу количественной оценки технического уровня и качества продукции положено иерархическое дерево свойств качества (слайд 1.1.), предложенное Г. Г. Азгальдовым. Наряду с другими опросами квалиметрии Г. Г. Азгальдовым разработана научно Обоснованная методика комплексной количественной оценки качества объекта.

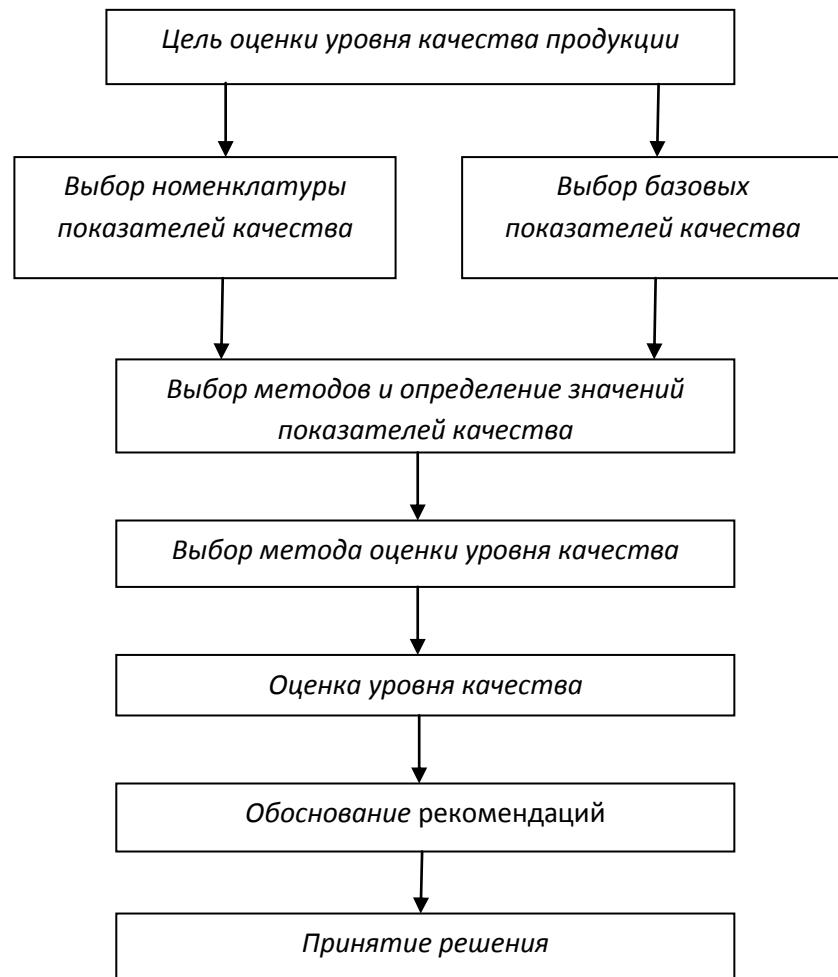
Алгоритм комплексной оценки качества объекта, предложенный Г. Г. Азгальдовым, предусматривает вначале оценку простых, затем сложных свойств объекта.

Разработанные подходы к оценке уровня качества продукции базируются на широком применении математических методов и стали классической основой квалиметрии. В упрощенном виде указанные подходы были стандартизованы в СССР, их используют и в современных методах оценки качества продукции.

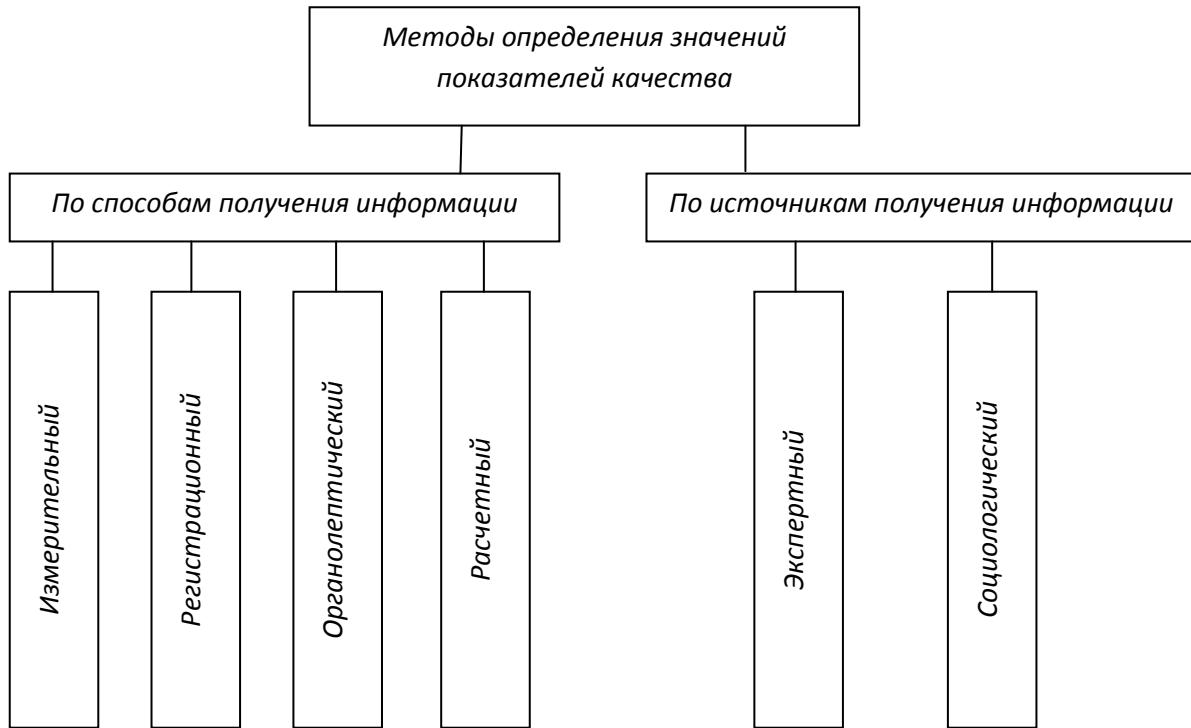
Целью оценки уровня качества продукции может быть обоснование параметров новых видов продукции, принятие решения по результатам испытаний разрабатываемой продукции, по результатам приемочного контроля изготовленной продукции, принятие решения о выборе поставщика и т. д.

При выборе номенклатуры показателей качества обосновывается необходимость и достаточность совокупности принятой номенклатуры для оценки качества данной продукции. Национальные стандарты межотраслевого комплекса 4. содержат для сложной продукции до нескольких сотен показателей, тогда как для оценки качества конкретной

продукции обычно достаточно несколько десятков показателей. Выбор номенклатуры показателей определяется целями оценки качества, видом группы, классификационными характеристиками продукции и другими факторами.



Слайд. 1.2 Алгоритм оценки уровня качества продукции.



### Слайд 1.3 Квалификация методов определения значений показателей качества продукции

Выбор базовых показателей качества предусматривает выбор базовых образцов, выбор или определение базовых значений показателей качества и исходных данных для определения фактических значений показателей качества оцениваемой продукции.

Выбор методов и определение значений показателей качества является важнейшим этапом процедуры оценки уровня качества продукции.

Классификация методов определения значений показателей показана на слайде 1.3

Методы определения значений показателей качества подразделяют по способам получения информации и по источникам получения информации.

Измерительный метод основан на информации, получаемой с использованием технических средств измерения.

Регистрационный метод основан на использовании информации на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов или затрат.

Органолептический метод основан на использовании информации, полученной в результате анализа восприятий органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса.

Расчетный метод предусматривает использование теоретических и (или) эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров.

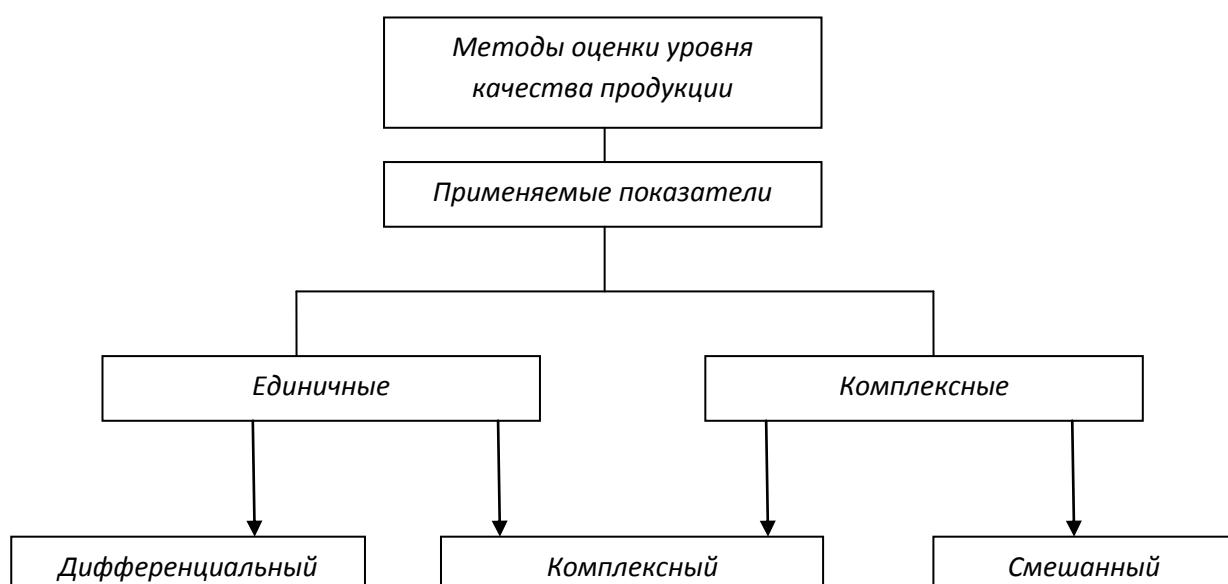
Экспертный метод основан на определении значений показателей качества на основе решения, принимаемого экспертами.

Социологический метод предусматривает определение значений показателей качества продукции на основе сбора и анализа мнений ее фактических или возможных потребителей.

Сущность и рекомендации по применению существующих методов оценки технического уровня и качества продукции подробно рассмотрены далее.

В соответствии с РД 50-149—79 при оценке уровня качества однородной продукции следует использовать дифференциальный, комплексный или смешанный, а также интегральный методы. Различия между первыми тремя методами оценки качества обусловлены применяемыми показателями (слайд 1.4). Под однородное понимают продукцию одного вида (одного класса и назначения). Для оценки уровня качества разнородной продукции обычно применяют метод на основе индексации качества. Для оценки качества однородной и разнородной продукции применяют также метод экспертизы оценки качества.

Дифференциальный метод оценки качества продукции основан на сопоставлении единичных показателей качества



#### слайд 1.4 Классификация методов оценки уровня качества продукции

оцениваемой продукции с соответствующими показателями базового образца. При этом рассчитывают относительные показатели качества оцениваемой продукции и определяют, достигает ли качество оцениваемого изделия качества базового образца в целом; какие единичные показатели оцениваемого изделия превосходят и какие не соответствуют показателям качества базового образца, а также устанавливают, насколько отличаются друг от друга соответствующие показатели отдельных свойств.

Качество оцениваемой продукции однозначно выше базового образца, если все относительные показатели больше единицы. В сложных ситуациях для повышения точности и информативности оценки строят циклограмму.

Площадь многоугольника свойств оцениваемой продукции позволяет однозначно соотнести ее качество с качеством базового образца.

Комплексный метод оценки уровня качества продукции предусматривает использование комплексного обобщенного показателя качества Качество при комплексном методе определяется отношением обобщенного показателя качества оцениваемой продукции к обобщенному показателю базового образца:

#### **2. Статистические методы управления качеством.**

Сущность любого управления заключается в выработке управляющих решений и последующей реализации предусмотренных ми решениями управляющих воздействий на определенном Объекте управления.

Управление качеством — непрерывный процесс воздействия на производство путем последовательной реализации логически взаимосвязанных функций с целью обеспечения качества. Современный механизм управления качеством продукции базируется на системном и процессном подходах к управлению

качеством. Для эффективной реализации принципов системного управления при управлении качеством должны выполняться как общие функции управления, так и специальные функции системы менеджмента качества. В число указанных функций входят: взаимодействие с внешней средой, политика и планирование качества, обучение и мотивация персонала, организация работы по качеству, контроль качества, информация о качестве, разработка мероприятий, принятие решений и реализация мероприятий.

В практике управления качеством широко применяют различные методы управления качеством, которые подразделяют на социально-психологические, экономические, административные (организационно-распорядительные) и инженерно-технологические.

Управляют качеством продукции в современных условиях на базе совокупности научно обоснованных принципов менеджмента качества по ГОСТ Р ИСО 9000-2001.

Исходя из целей и содержания проблемы улучшения качества продукции, теория и мировая практика выработали системно-комплексный подход к ее решению, сущность которого заключается в том, что устойчивого улучшения качества нельзя добиться проведением отдельных, даже крупных, но разрозненных мероприятий. Управлять качеством необходимо в целостной совокупности его подсистем, элементов и выявлением многообразных связей и свойств между ними и внешней средой. Необходимо последовательное и взаимосвязанное осуществление технических, организационных, экономических и других мероприятий. ; Наиболее существенный вклад в теорию и практику менеджмента качества внесен выдающимся ученым и специалистом в области статистики и управления Э. Демингом (William Edwards Deming, 1900—1994). Около 40 лет Э. Деминг занимался проблемами обеспечения качества в японской промышленности. Его деятельность в значительной степени предопределила выход Японии на путь лидерства в международном бизнесе и качестве продукции.

Э. Деминг впервые разработал программу менеджмента качества, ставшую одной из наиболее существенных составляющих научного наследия.

Принципы и методы менеджмента качества, основанные на трудах Деминга, нашли самое широкое изменение в современных системах менеджмента качества.

### 3. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий.

Аккредитация — процедура, по результатам которой аккредитующий орган выдает *аттестат аккредитации*, удостоверяющий, что субъект является компетентным выполнять конкретные работы по оценке соответствия установленным требованиям качества и безопасности продукции, производственных процессов, услуг и других объектов (Руководство ИСО/МЭК 2).

Типовая структура органа по сертификации показана на слайде 3.1

Требования к аккредитованным органам по сертификации продукции регламентированы ГОСТ Р ИСО/МЭК 65—2000 «Общие требования к органам по сертификации продукции».

Орган по сертификации должен:

быть беспристрастным;



Слайд 3.1 Типовая структура органа по сертификации продукции

**Аkkредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия, осуществляют на основе следующих принципов:**

**добровольности;**

**открытости и доступности правил аккредитации; компетентности и независимости органов, осуществляющих аккредитацию;**

**недопустимости ограничения конкуренции и создания препятствий пользованию услугами органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий (центров);**

**обеспечения равных условий лицам, претендующим на получение аккредитации;**

**недопустимости совмещения полномочие<sup>1</sup> на аккредитацию и подтверждение соответствия;**

**недопустимости установления пределов действия документов об аккредитации на отдельных территориях.**

**На основе указанных принципов в Российской Федерации создается новая Единая система аккредитации поэтапно для обеспечения преемственности. Одним из первых шагов по созданию Единой системы аккредитации стал подготовленный для утверждения постановлением Правительства РФ опубликованный проект документа «Порядок аккредитации в Российской Федерации в области технического регулирования».**

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

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

**Тема: «ВВОДНОЕ ЗАНЯТИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ (ПКМД), ПРЕДЕЛЬНЫХ КАЛИБРОВ И ПРАВИЛ ПОЛЬЗОВАНИЯ ИМИ. НАСТРОЙКА РЕГУЛИРУЕМЫХ КАЛИБРОВ-СКОБ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАДАННОГО РАЗМЕРА ВАЛА»**

#### **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:**

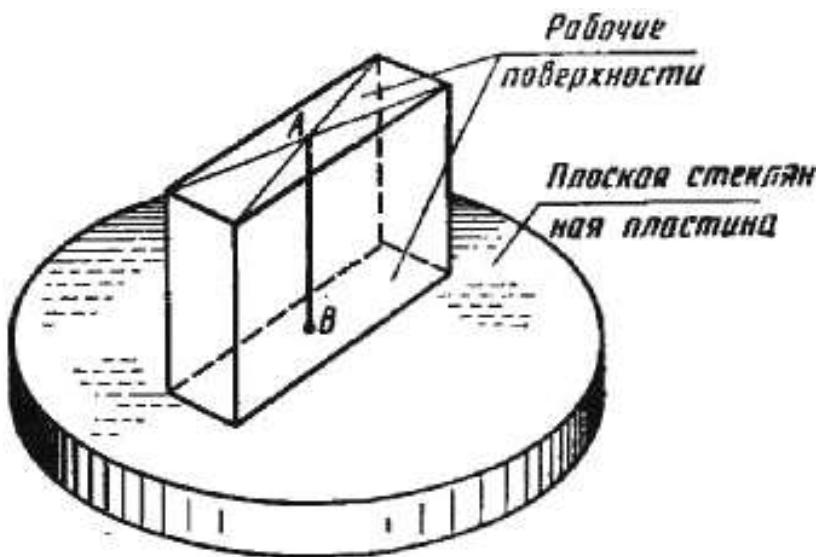
### **Плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМД)**

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.

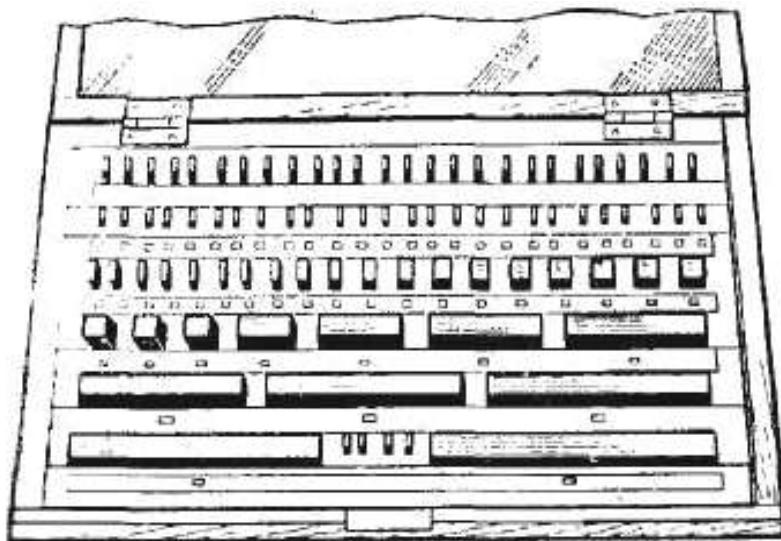


**Рис. 1.1. Рабочий размер концевой меры**

Особым свойством ПКМД является их притираемость – свойство измерительных поверхностей концевых мер обеспечивать прочное сцепление между собой, а также с металлической, стеклянной или кварцевой пластинаами при прикладывании или надвигании 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***

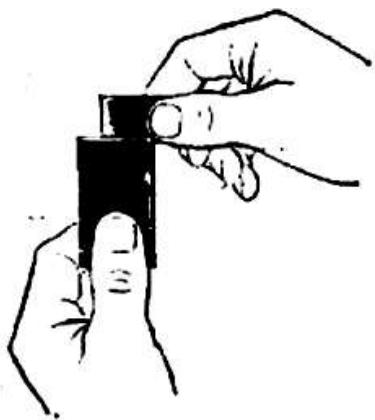
Определение номинальных размеров мер для составления блока ПКМД начинают с концевой меры, у которой размер совпадает несколькими (или одной) последними цифрами с размером блока. Затем из размера блока вычитывают размер первой меры и берут вторую меру, совпадающую несколькими (или одной) последними цифрами 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 мм + 8 мм + 40 мм = 49,48 мм		Проверка: 1,005 мм + 1,37 мм + 5,5 мм + 30 мм = 37,875 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).



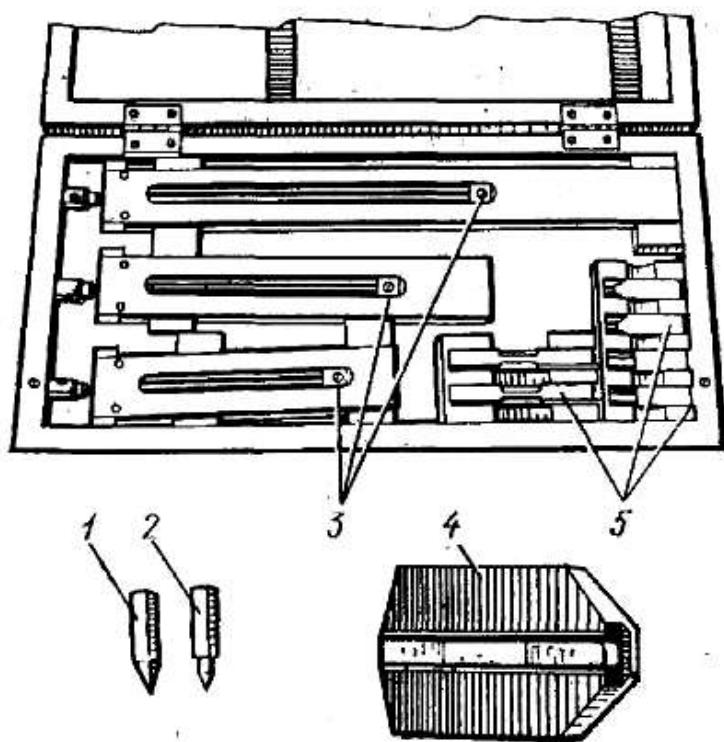
**Рис. 1.3. Составление блоков из ПКМД**

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).



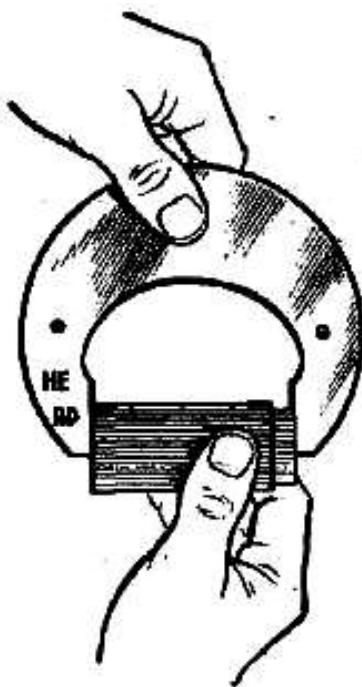
**Рис. 1.4. Принадлежности к концевым мерам:**

1 – чертильный 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.

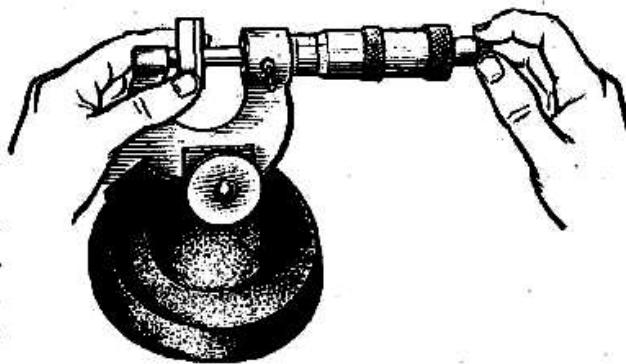
При проверке скобы (рис. 1.5) блоки концевых мер требуемых размеров (соответствующих наибольшему и наименьшему предельным размерам скобы) вводят между проверяемыми плоскостями и определяют плотность сопряжения.



**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.

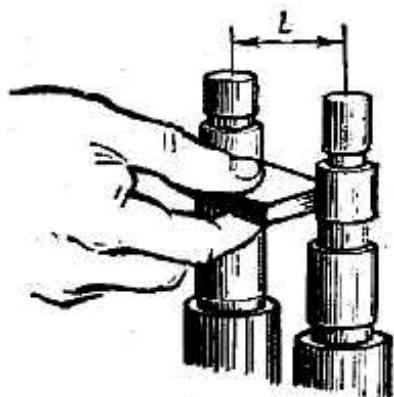


Рис. 1.7. Измерение расстояния между осями валиков

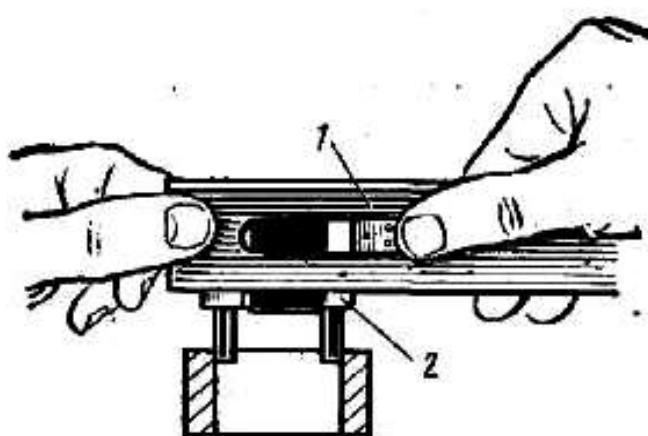
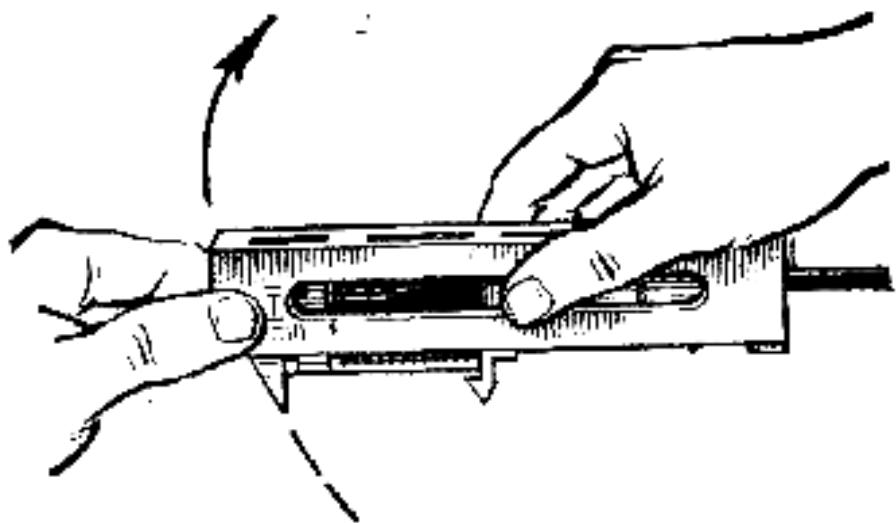


Рис. 1.8. Контроль размера отверстия с помощью державки и боковиков:  
1 – державка; 2 – радиусный боковик



**Рис. 1.9. Разметка на плоскости**

### **Калибры для гладких цилиндрических соединений**

При серийном и массовом производстве 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 изготавляет 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.

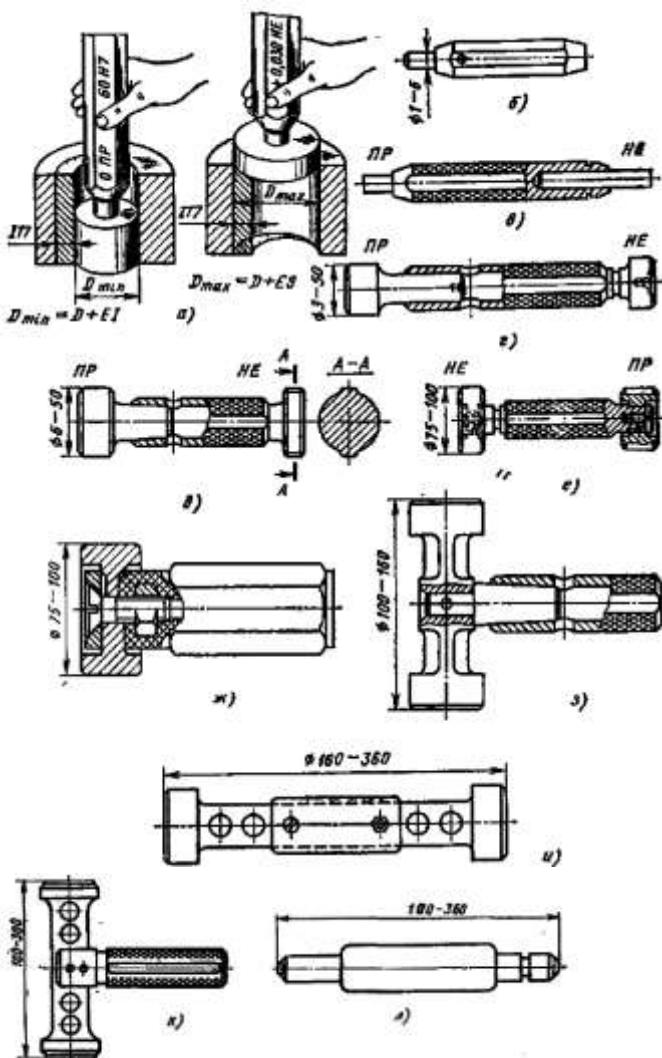
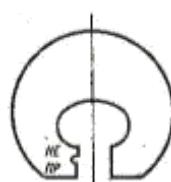


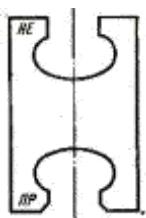
Рис. 1.10. Контроль отверстия (а) гладкими калибрами – пробками и их конструкции:

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

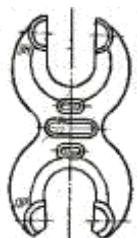


инструментальный завод. Некоторые конструкции калибров скоб приведены на рис. 1.11.



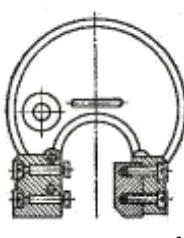
Скоба листовая двусторонняя

Скоба листовая односторонняя



от 1

до 50 мм



от 1 до 180 мм

Скоба штампованная двусторонняя

Скоба регулируемая

от 3 до 100 мм

от 0 до 330 мм

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

Для контроля валов используются нерегулируемые или регулируемые скобы. Регулируемые калибры – скобы обладают меньшей точностью по сравнению с нерегулируемыми, поэтому они применяются для контроля размеров валов, изготовленных по 8-му квалитету 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 –  $\varnothing 25H7$ . Следовательно, данный калибр предназначен для контроля размера отверстия  $\varnothing 25H7$ .

**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.

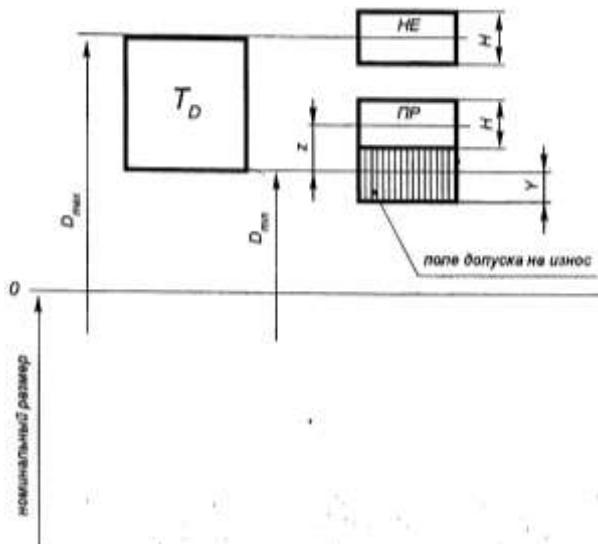


Рис. 1.12. Схема расположения полей допусков калибров для контроля отверстий изготовленных по квалитетам 6, 7 и 8 при номинальных размерах до 180 мм (для размеров отверстий изготовленных по квалитетам от 9 до 17,  $Y = 0$ )

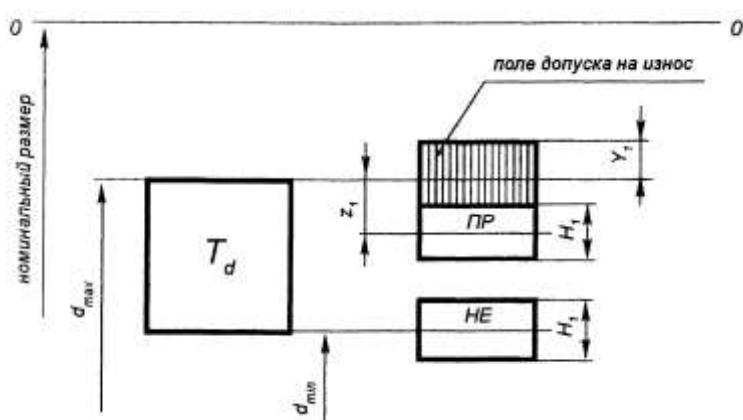


Рис. 1.13. Схема расположения полей допусков калибров для контроля валов изготовленных по квалитетам 6, 7 и 8 при номинальных размерах до 180 мм (для размеров валов изготовленных по квалитетам от 8 до 17,  $Y = 0$ )

Предельные размеры калибров – пробок определяются по уравнениям:

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

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

$$d_{\min}^{u3H} = D_{\min} - Y . \quad (1.3)$$

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

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

Предельные размеры калибров – скоб определяются из уравнений:

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

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

$$L_{\max}^{u3H} = d_{\max} + Y_1 . \quad (1.8)$$

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

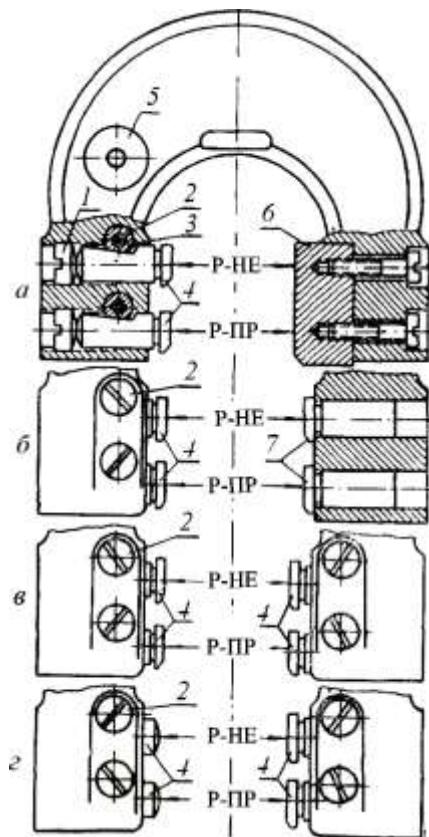
$$L_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} . \quad (1.10)$$

#### **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.

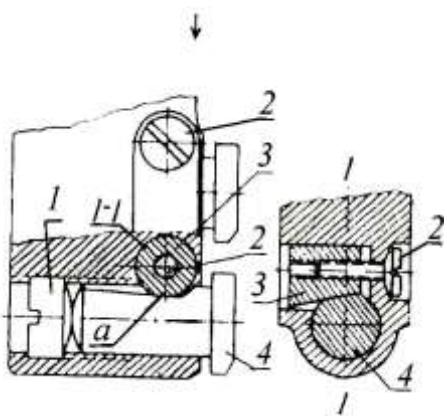


**Рис. 1.14. Типы регулируемых скоб:**

*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, находясь своей лысой 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.

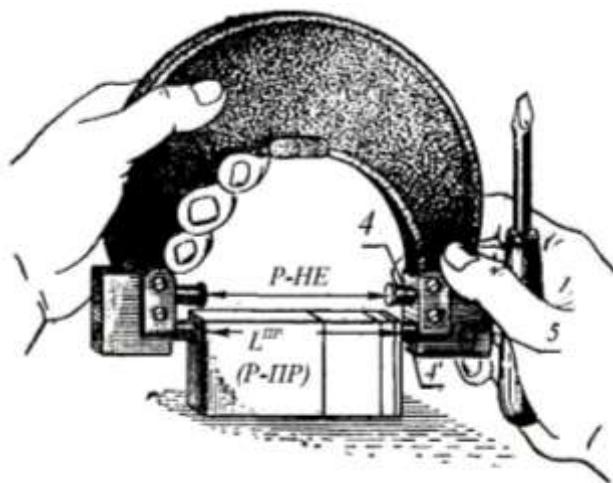
1. По таблицам ГОСТа 25347 – 82 установить предельные отклонения вала.
2. По таблицам ГОСТа 24853 – 81 определить допуски и отклонения калибров скоб ( $H_1$ ,  $Z_1$ ,  $Y_1$ ) для контроля заданного размера вала.
3. Построить схему расположения полей допусков калибров – скоб для контроля размера вала 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 устанавливают 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  $L^{\text{HE}}$  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.

## 2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа)

### **Тема: «НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТАМИ»**

#### 2.2.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство штангенинstrumentов.
2. Приобрести навыки в измерении размеров деталей штангенинstrumentами.

#### 2.2.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение, устройство, регулировку штангенинstrumentов (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.

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

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

#### 2.2.4 Описание (ход) работы:

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

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

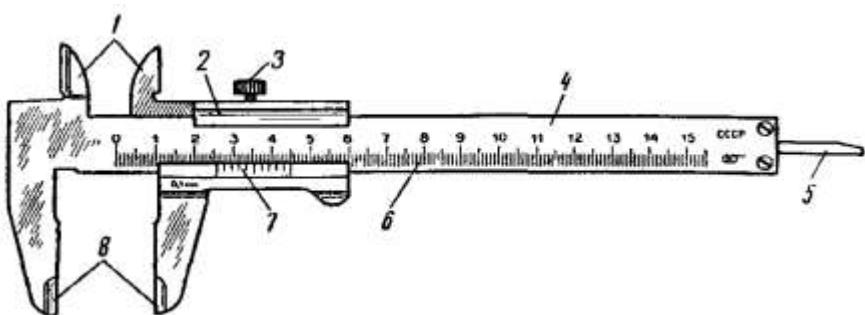
К ним относятся штангенциркули (ГОСТ 166 – 89), штангенглубиномеры (ГОСТ 162 – 90), штангенрейсмасы (ГОСТ 164 – 89) и штангензубомеры.

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



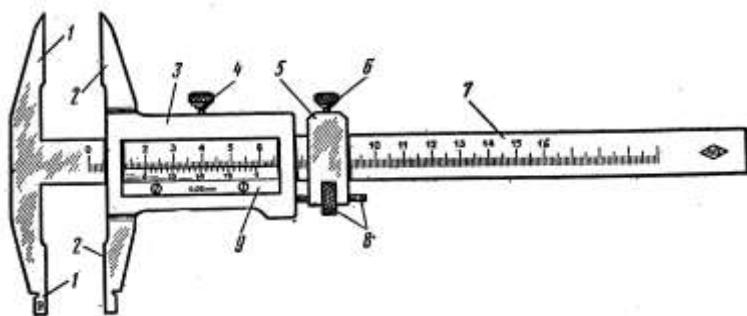
**Рис. 2.1. Штангенциркуль ШЦ-І с пределами измерений 0 – 125 мм и величиной отсчета по нониусу 0,1 мм:**

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

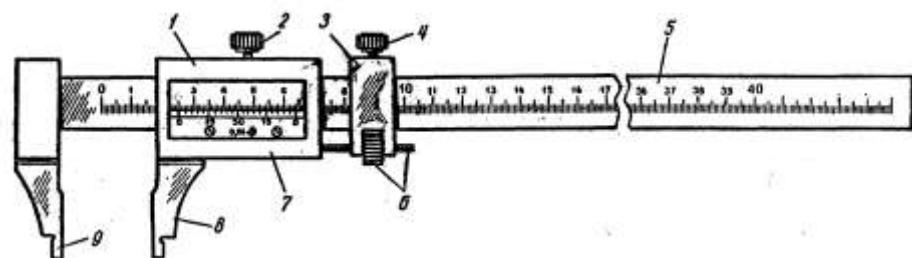
ШЦ-II – с двусторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки с пределами измерения 0 – 160, 0 – 200, 0 – 250 мм (рис. 2.2);

ШЦ-ІІІ – с односторонним расположением губок для измерения наружных 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



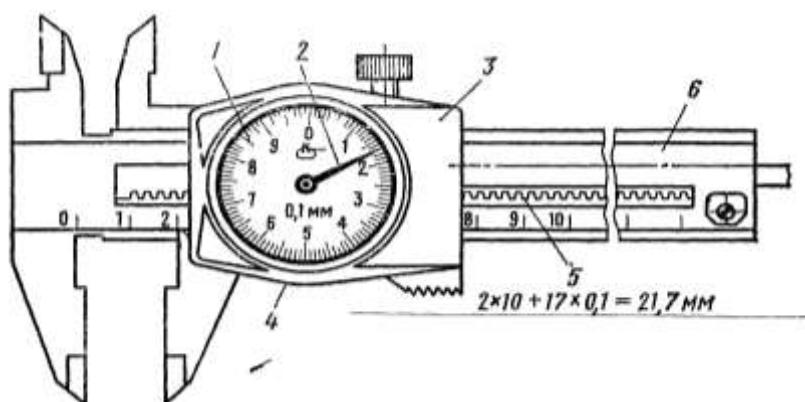
**Рис 2.3. Штангенциркуль ШЦ-III с пределами измерений 0—400 мм и величиной отсчета по нониусу 0,05 мм:**

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, предназначеннной для медленного (точного) перемещения рамки 3 по штанге 7 (рис. 2.2).

В вырезе рамки микрометрической подачи 5 расположена гайка 8 навернутая 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

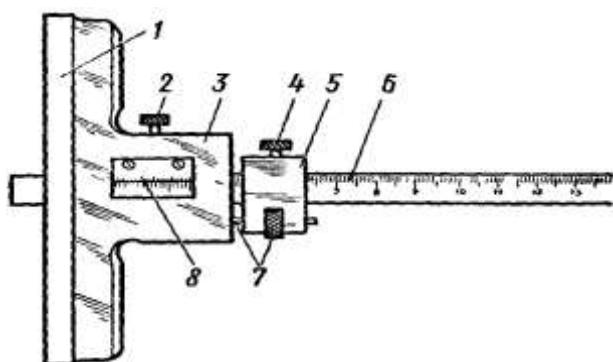
К штанге 6 штангенциркуля мод. 124 прикреплена зубчатая рейка 5, с которой находится в зацеплении зубчатое колесо (на рис. не показано).

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.



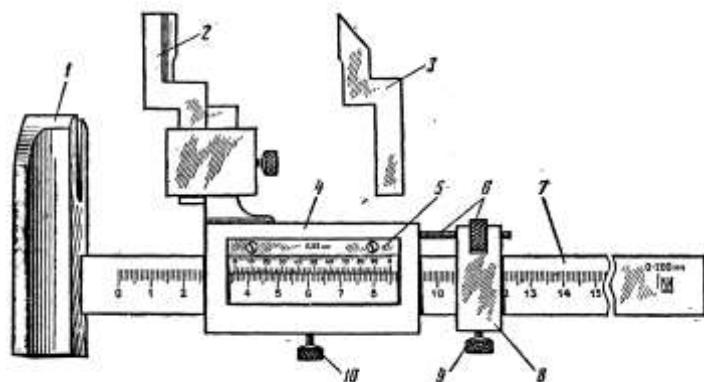
**Рис. 2.5. Штангенглубиномер с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм и пределами измерений 0 – 250 мм:**

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.



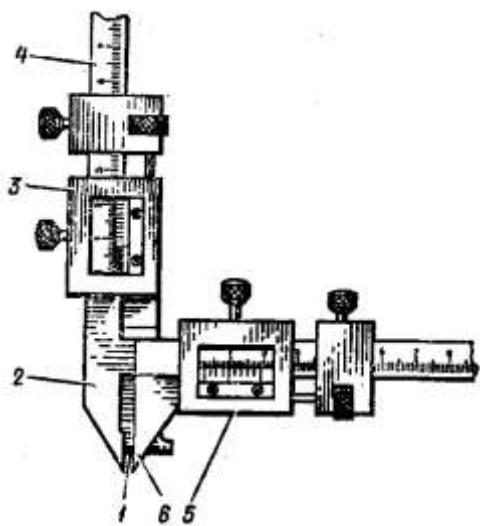
**Рис. 2.6. Штангенрейсмас с величиной отсчета по нониусу 0,05 и 0,01 мм:**

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:**

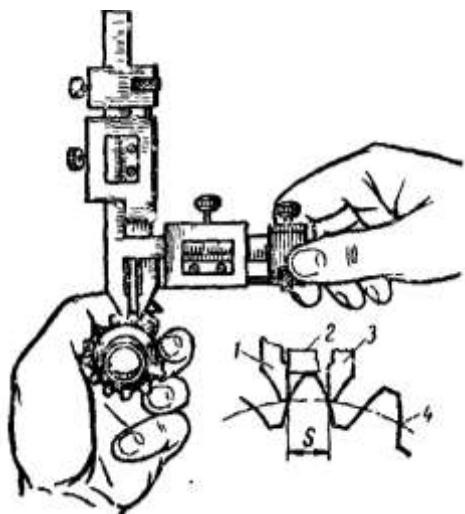
1 – высотная линейка; 2 – губка штанги; 3 – рамка; 4 – штанга; 5 – рамка; 6 – губка рамки

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);

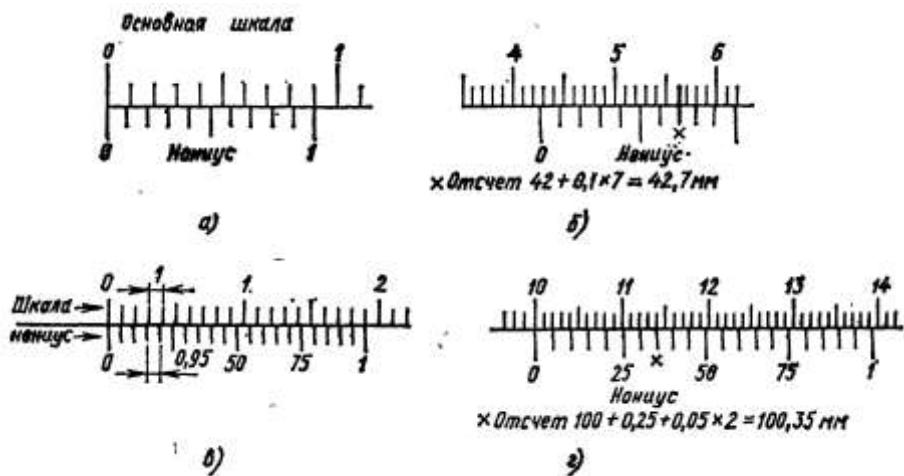
$\gamma$  – модуль нониуса (обычно 1, 2, реже 3);

$i$  – 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 отпущеных 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 «b», 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.

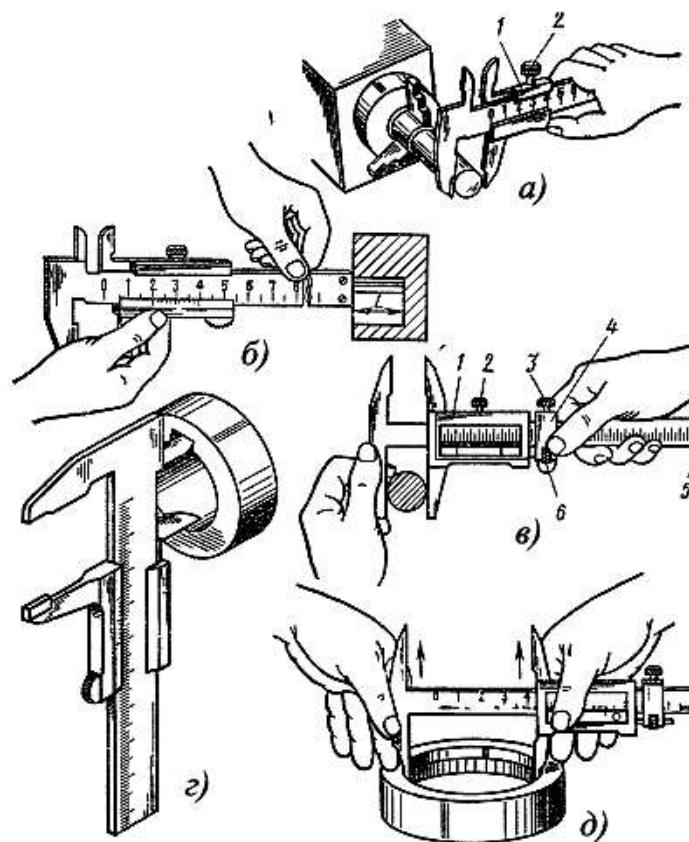


Рис. 2.10. Примеры измерения размеров изделий штангенинструментом:

а, в – наружных размеров; б – глубины отверстия; г, д – внутренних размеров

Таблица 2.1-*Пределевые погрешности методов измерения штангенинструментом*

Наименование	Интервалы размеров в мм				
	1 50	50 90	90 120	120 120	250
<b>Пределевые погрешности</b>					
Штангенициркуль с отсчетом 0,1 мм					
наружные	150	150	150	150	
внутренние	200	200	200	200	
Штангенициркуль с отсчетом 0,05 мм					
наружные	80	90	100	100	
внутренние	120	130	130	150	
Штангенглубиномер	100	150	150	450	
отсчетом 0,05					

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

Таблица 2.2

**Наивысшие по точности квалитеты изделий, измеряемых штангенциркулями с учетом погрешностей их измерений**

Наименование	Величина	Интервалы размеров				
		6...18	18...50	50...12	120...1	180...25
квалитеты						
Штангенциркуль	измерение наружных линейных					
	0.1	16	15	15	14	14
Штангенциркуль	0.05	15	14	13	13	12
	измерение внутренних линейных					
Штангенциркуль	0.1	16	15	15	15	15
	0.05	16	14	14	14	14

#### **4.3. Методика измерений**

1. Примеры обозначения штангенциркуля типа ШЦ – II с пределами измерения 0 – 250 мм и отсчетом по нониусу 0,05 мм: ШЦ – II – 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.

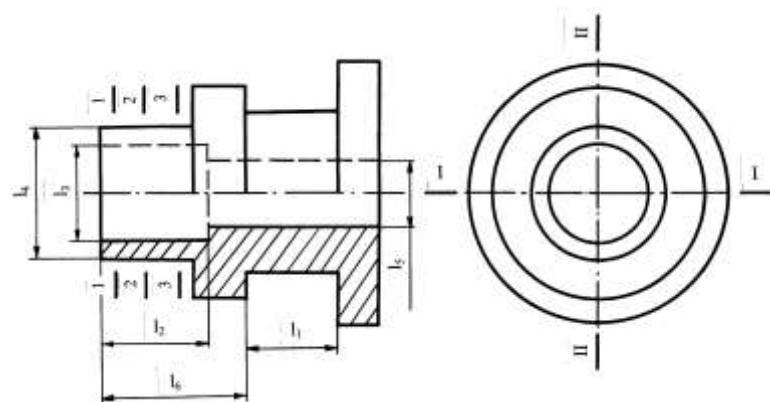


Рис. 2.11. Эскиз детали и схема измерений

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

Таблица 2.3

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

Номер шестерни по каталогу	Установочная высота штангензубометра.	Толщина зуба, мм	Длина головки зуба по верхней	Ширина кольцевого паза, мм
77.37.198	2,99	по чертежку 5,55-0,281	23,4 ± 0,3	10 <sub>+0,1</sub>
		допустимые, мм		
		5,03	19,9	<u>10,37 *</u> 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.

## 2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа)

### **Тема: «НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ МИКРОМЕТРИЧЕСКИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ»**

#### 2.3.1 Цель работы:

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

#### 2.3.2 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.

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

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

#### 2.3.4 Описание (ход) работы:

***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 проволки, 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.

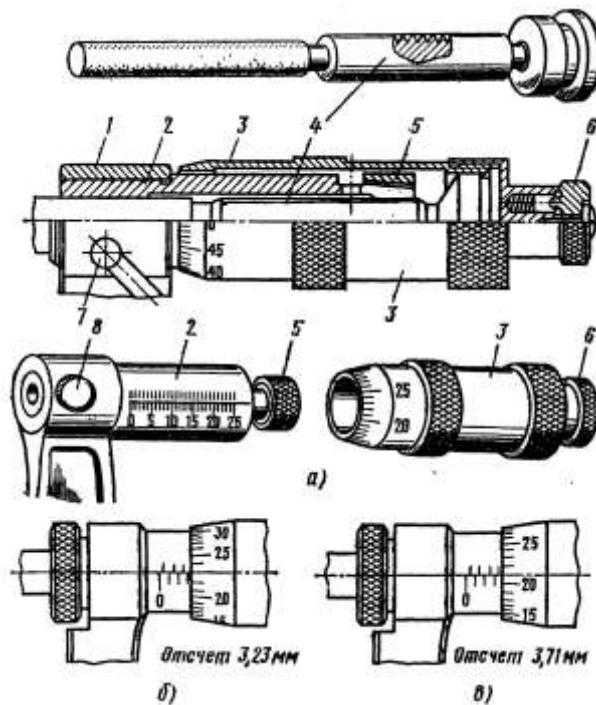
### ***Отсчетное устройство микрометрических инструментов***

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, навертываемой 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 – стебель; 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 «п» делений. Поворот барабана на одно деление этой шкалы вызывает осевое перемещение на  $п$ -ю часть шага. Таким образом точность

отсчета в микрометрических инструментах (цена деления на барабане) может быть определена по формуле:

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

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.

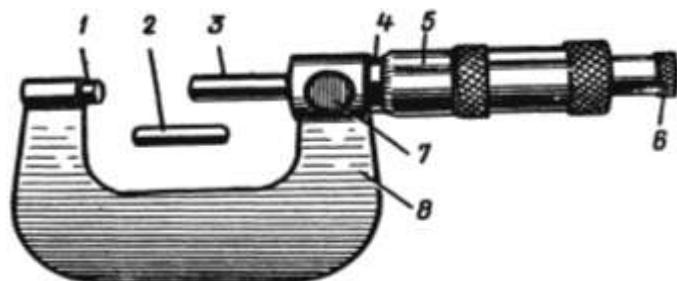


Рис. 3.2. Гладкий микрометр МК:

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.

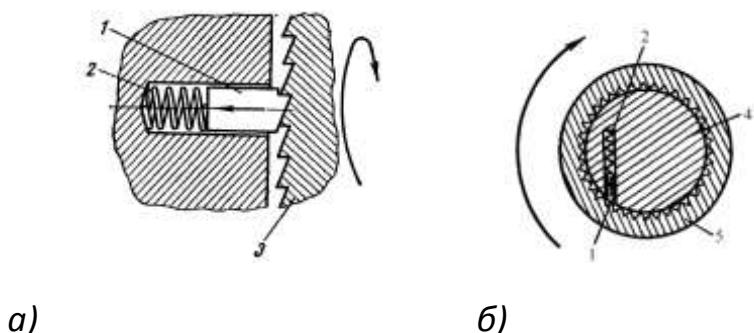


Рис. 3.3. Конструкции трещоток микрометров с торцевыми зубьями (а) и с зубьями на кольце (б):

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

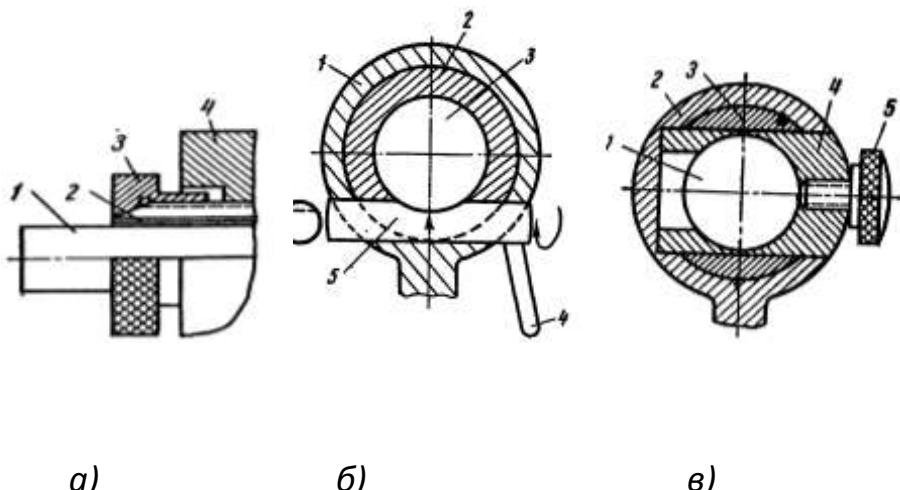


Рис. 3.4. Виды стопоров микрометров:

а) – цанговый: 1 – микровинт; 2 – разрезная гильза; 3 – гайка; 4 – скоба;

б) – эксцентриковый: 1 – скоба; 2 – стебель; 3 – микровинт; 4 – ручка; 5 – эксцентрик;

в) – с зажимным винтом: 1 – микровинт; 2 – скоба; 3 – стебель; 4 – втулка; 5 – зажимной винт

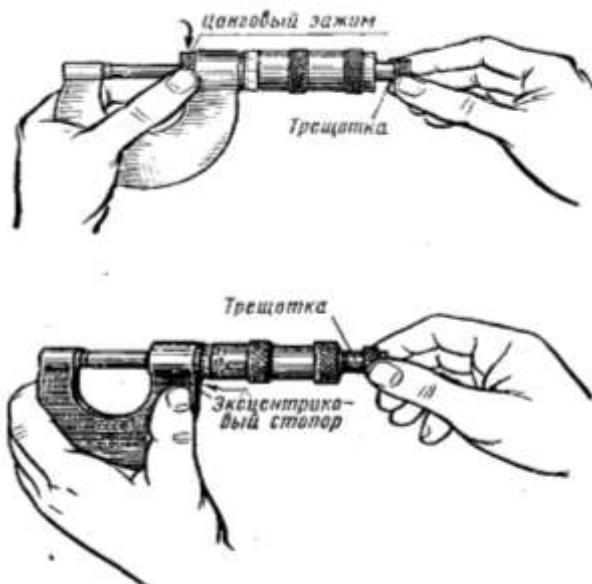
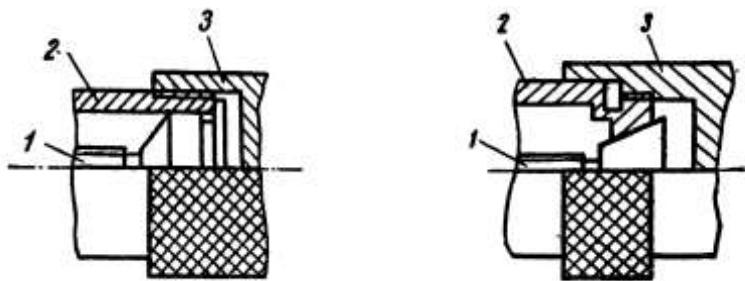


Рис. 3.5. Закрепление микровинта стопором



*Микрометр завода «Калибр»: 1 – микровинт; 2 – барабан; 3 – корпус трещотки*

*Микрометр завода «Красный инструментальщик»: 1 – микровинт; 2 – барабан; 3 – корпус трещотки.*

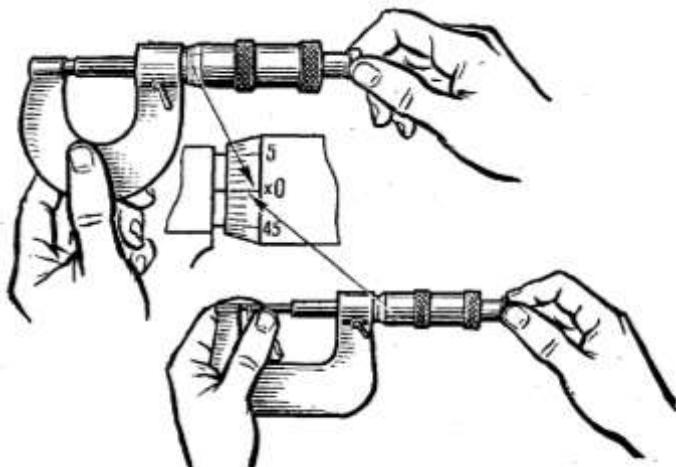
**Рис. 3.6.**  
**Соединение барабана с микровинтом**  
**Закрепление микровинта**

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).



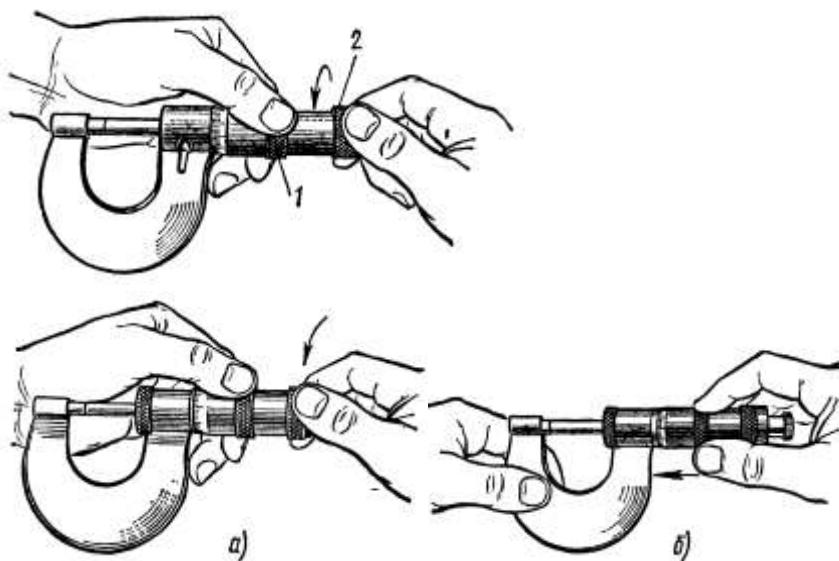
**Рис. 3.7. Проверка нулевого положения микрометра**

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.

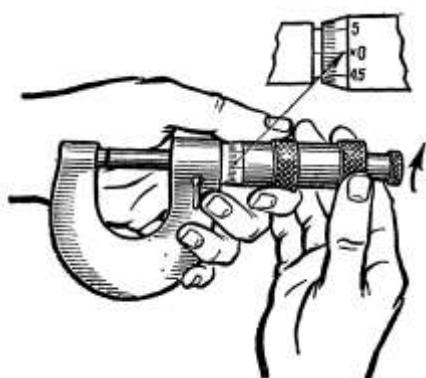
Перед началом измерений между измерительными поверхностями устанавливают расстояние больше измеряемого. Для приведения в соприкосновение измерительных поверхностей микрометра с измеряемым изделием пользуются только механизмом трещотки. При этом микрометр слегка покачивают во взаимно перпендикулярных 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.

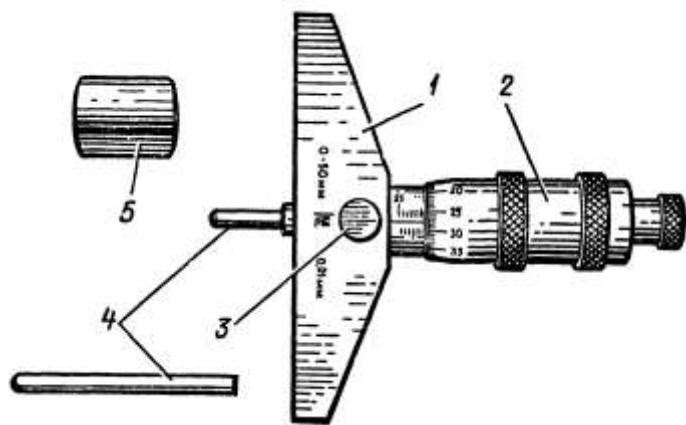
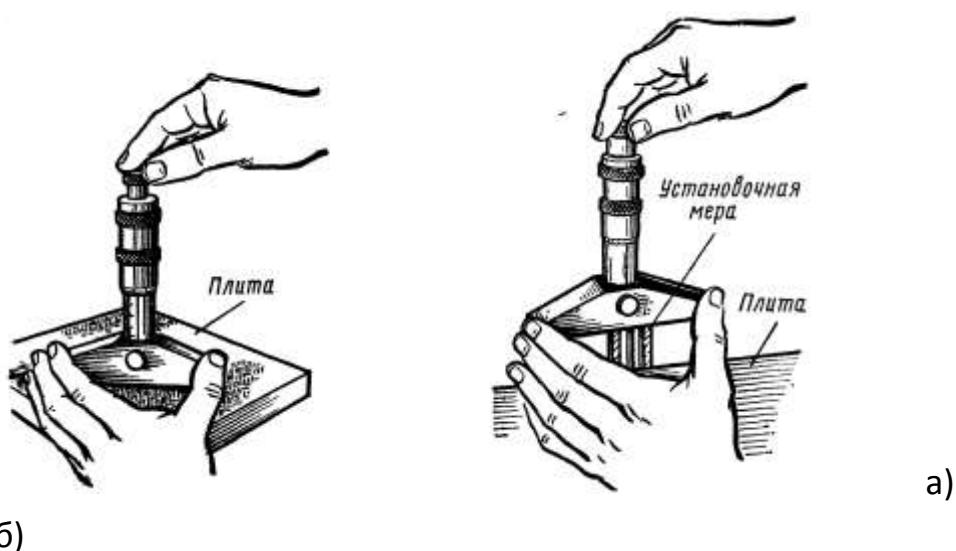


Рис. 3.10. Микрометрический глубиномер (ГОСТ 7470 – 92):

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.



**Рис. 3.11. Проверка нулевого положения микрометрического глубиномера:**

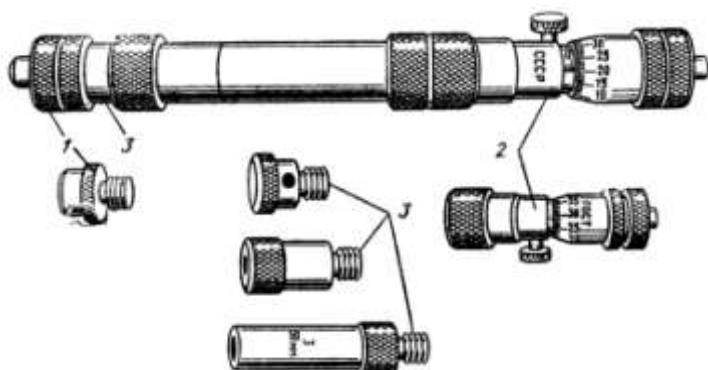
*а) – при пределах измерения 0 – 25 мм; б) – при верхнем пределе измерения свыше 25 мм (50, 75 и 100 мм)*

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.

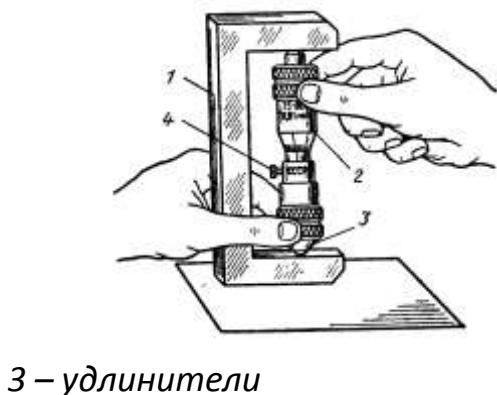
Настройка нутромера осуществляется по установочной мере 1 (рис. 3.13), представляющей собой скобу с двумя взаимно параллельными поверхностями. Микрометрическую головку 2 с наконечником 3 устанавливают между измерительными поверхностями установочной меры 1; придерживая меру и головку левой рукой, а правой 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:**

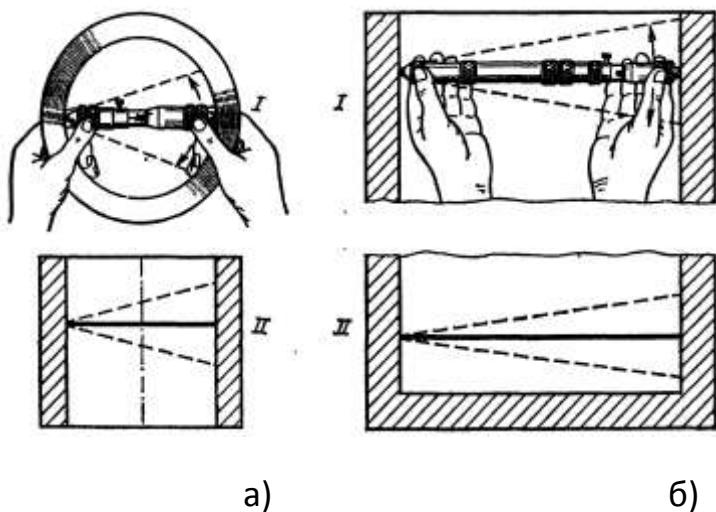
1 – установочная мера; 2 – микрометрическая головка; 3 – наконечник; 4 – стопорный винт

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**

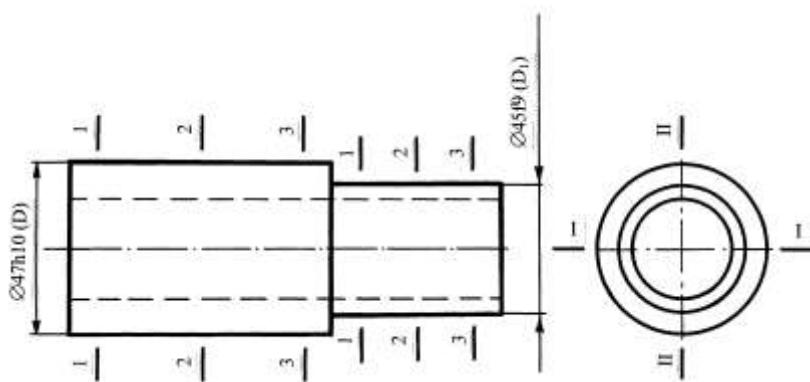
**Предельные погрешности метода измерения  $\pm \Delta_{lim}$  микрометрическими инструментами, мкм**

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

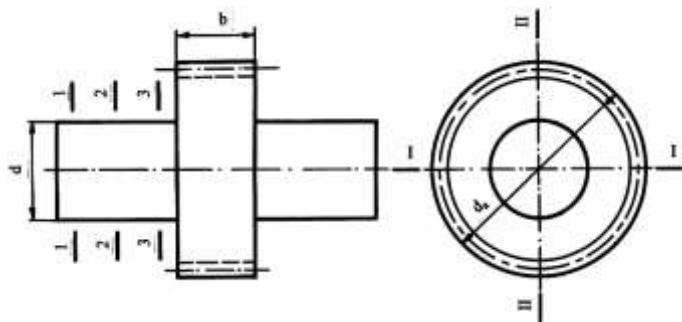
**4.2. Измерить размеры деталей микрометром и  
микрометрическим нутромером**

Эскизы деталей и схемы измерений.

**К заданию 1**



**К заданию 2**



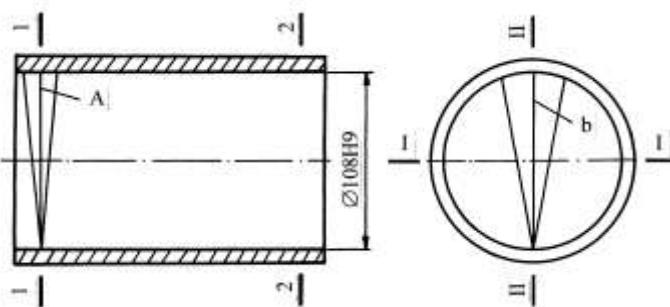
Для восстановления шестерен насосов шлифуют изношенные поверхности цапф, торцы и поверхности головок зубьев шестерен до ремонтных размеров – Р1, Р2, Р3.

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 <sup>-0,015</sup> <sub>-0,075</sub>	18 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	16 <sub>-0,035</sub>
	Р1	38,8 <sub>-0,02</sub>	17,9 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	15,8 <sub>-0,035</sub>
	Р2	38,7 <sub>-0,02</sub>	17,8 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	15,7 <sub>-0,035</sub>
	Р3	38,6 <sub>-0,02</sub>	17,7 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	15,5 <sub>-0,035</sub>

**К заданию 3**



## 2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа)

### **Тема: «НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫМИ ПРИБОРАМИ»**

#### 2.4.1 Цель работы:

1. Приобретение навыков составления блоков из концевых мер и в контроле измерительного инструмента (микрометра).

#### 2.4.2 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.

#### 2.4.3 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.

#### 2.4.4 Описание (ход) работы:

***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 являются 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.

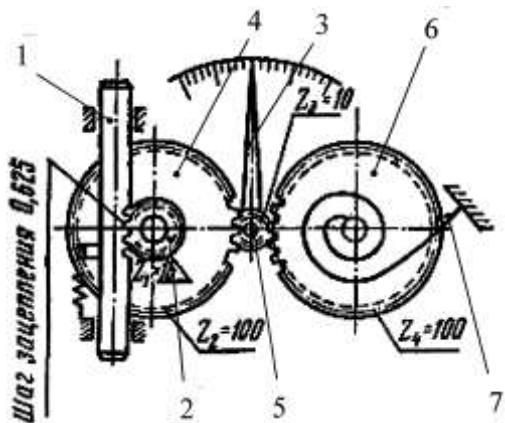


Рис. 4.1. Кинематическая схема индикатора:

1 – измерительный стержень; 2,4,5,6 – зубчатые колеса; 3 – основная (большая) стрелка; 7 – спиральная пружина

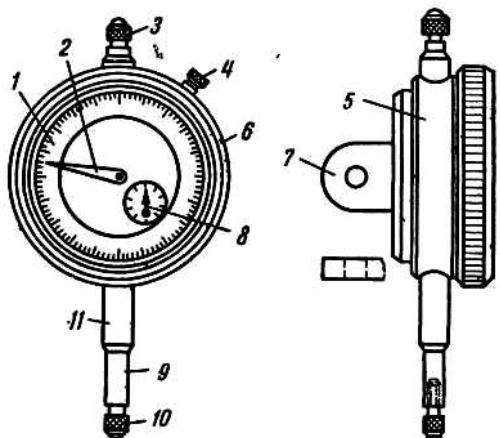


Рис. 4.2. Индикатор часового типа:

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.

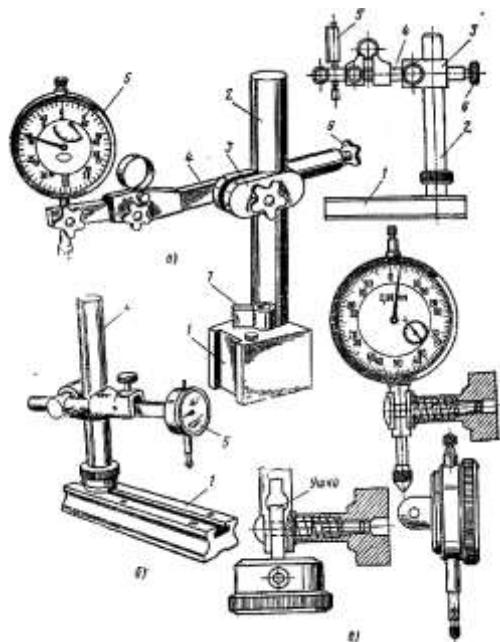
На рис. 4.3 представлены штативы и примеры закрепления в них индикаторов часового типа.

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

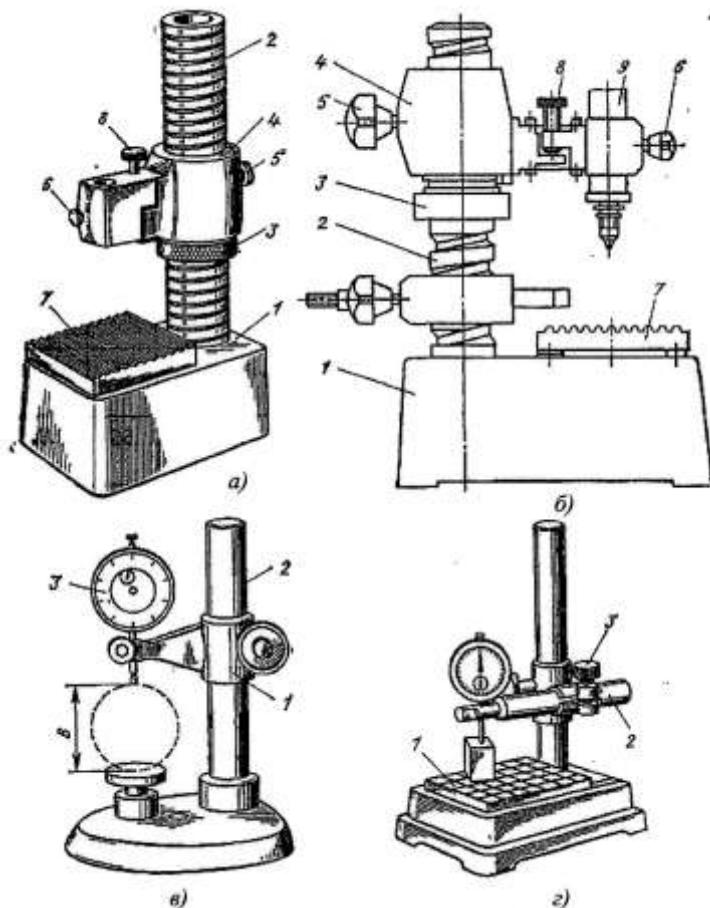


Рис. 4.4. Типы стоек: С-І (а), С-ІІ (б), С-ІІІ (в), С-ІV (г)

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

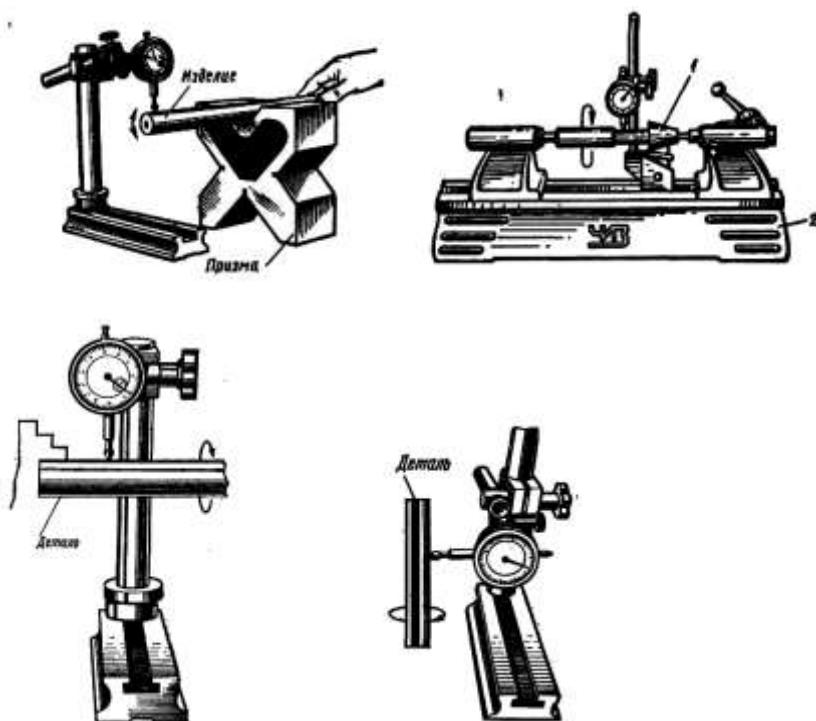


Рис. 4.5. Проверка радиального биения

**Назначение, настройка 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.

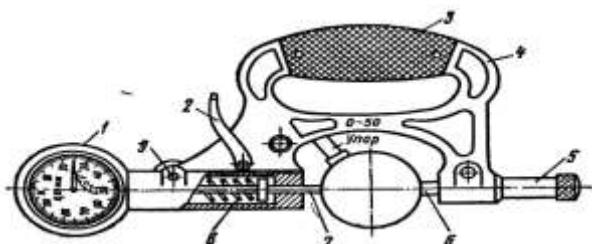


Рис. 4.6. Индикаторная скоба:

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 рекомендуется 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.

## 2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа)

### **Тема: «НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ И ИЗМЕРЕНИЯ ИМИ»**

#### 2.5.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство угломера с нониусом типа 1 (мод.УМ) и типа 2 (мод.УН);
2. Приобрести навыки измерения углов угломером мод.УМ и мод.УН

#### 2.5.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться, изучить назначение, устройство угломера типа 1 и типа 2.

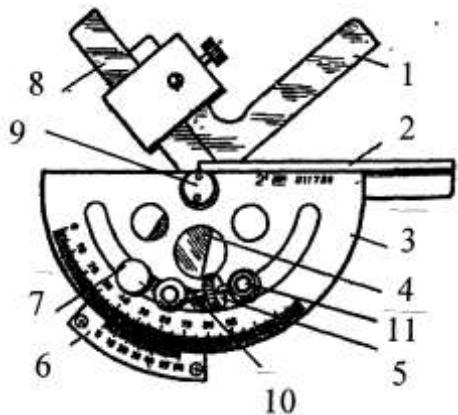
#### 2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Угломеры типа 1 (модель УМ), угломеры типа 2 (модель УН).
2. Многоугольники для измерения углов.

#### 2.5.4 Описание (ход) работы:

***Изучить назначение, устройство угломеров.***

**Угломер с нониусом (мод. УМ)**, представленный на рис. 6.1, предназначен для измерения наружных углов в пределах от 0 до  $180^\circ$ . К основанию 3, выполненному в виде полудиска с прорезью и нанесенной на нем шкалой от 0 до  $120^\circ$  с ценой деления  $1^\circ$ , 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 – ноniус; 7 – стопор; 8 – подвижная линейка; 9 – ось; 10 – микрометрический винт; 11 – гайка

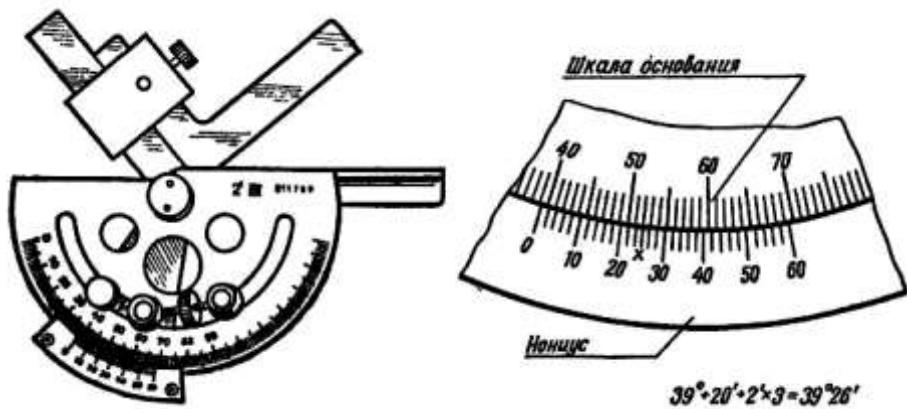
К сектору 4 винтами прикреплена шкала углового ноniуса 6. Перемещение сектора с линейкой 8 осуществляется при освобожденном стопоре 7. Точная установка угломера на размер проводится с помощью микрометрической подачи, состоящей из микрометрического винта 10 с гайкой 5 и стопорного приспособления с гайкой 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 стопорные винты заворачиваются (стопорятся), 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  $2 \times 13 = 26'$ .

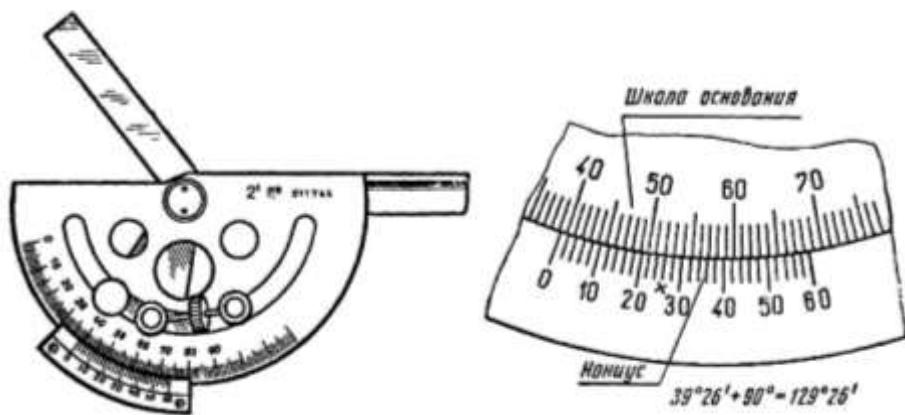


Рис. 6.3. Угломер при измерении тупых углов

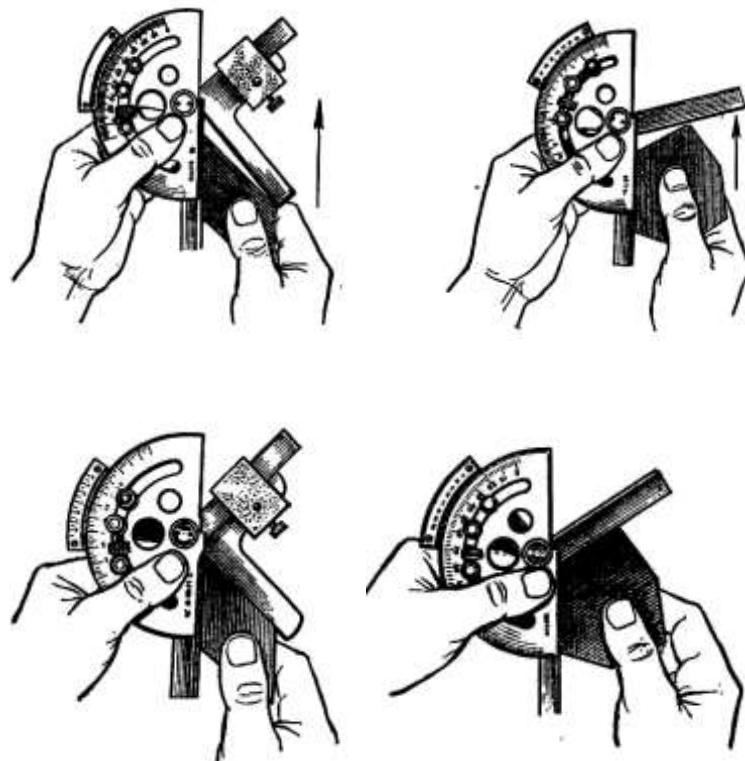


Рис. 6.4. Измерение углов угломером мод. УМ

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, $^{\circ}$		Основная погрешность
			наружный	внутренний	
1	2 УМ	2'	0 – 180 $^{\circ}$	-	$\pm 2'$
	5 УМ	5'	0 – 180 $^{\circ}$	-	$\pm 5'$

## 2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа)

### **Тема: «НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ИЗМЕРЕНИЕ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ОПТИМЕТРЕ»**

#### 2.6.1 Цель работы:

1. Приобрести навыки в измерении точных размеров деталей рычажно-оптическим прибором – горизонтальным оптиметром.

#### 2.6.2 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.

#### 2.6.3 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.

#### 2.6.4 Описание (ход) работы:

***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.

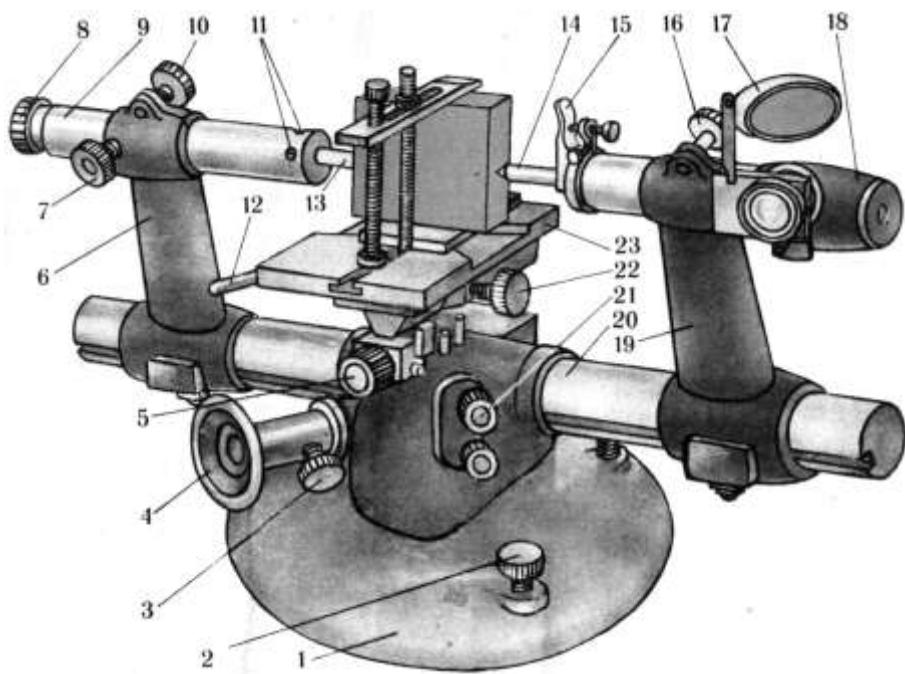
Наибольшие предельные погрешности метода измерения на оптиметрах для наружных размеров до 350 мм составляют  $\pm 2,5$  мкм, при измерении внутренних размеров до 150 мм составляют  $\pm 1,8$  мкм. Погрешность показаний оптиметра в пределах шкалы составляет:

- 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 передвижные 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 трубы оптиметра и пиноли. Стол может также свободно смещаться на шариках в небольших пределах по направлению линии измерения. Стол поднимают и опускают маховицком 4 при отстопоренном винте 3. Винты 21 служат для закрепления ограничителей перемещения стола вверх и вниз. В направлении перпендикулярном к линии измерения, стол перемещают маховицком 22. В горизонтальной плоскости его поворачивают рукояткой 12.



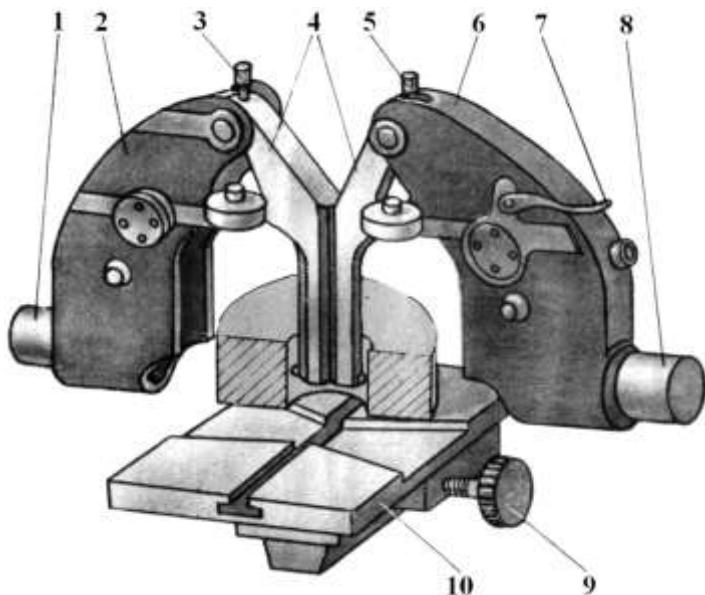
**Рис. 9.1. Горизонтальный оптиметр ИКГ:**

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 трубы, 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.

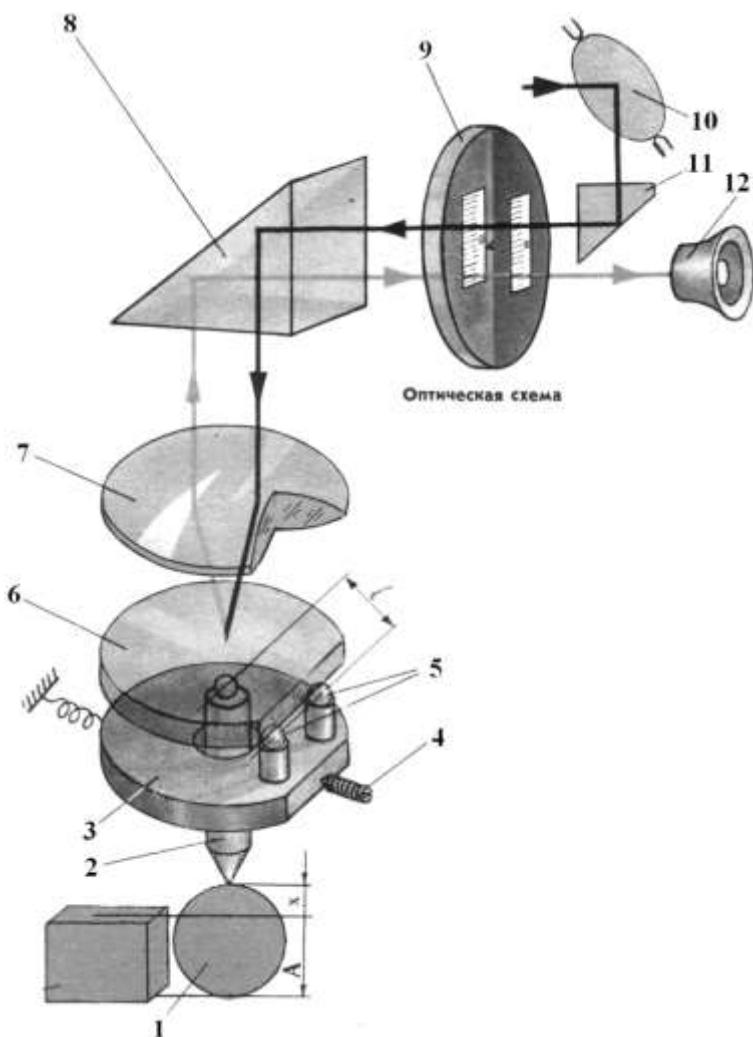
После настройки блок мер убирают и устанавливают объект измерения 1. Если размер объекта измерения отличается от размера блока мер (например, на величину  $x$ , рис. 9.3), то это приведет к изменению угла наклона зеркала и к смещению изображения шкалы по оси Z, т. е. по шкале отсчитывают отклонения от размера настройки.

При перемещении измерительного стержня на 1 мкм изображение шкалы смещается на одно деление.

В последние годы выпускается горизонтальный оптиметр ИКГ – 3 (рис. 9.4).

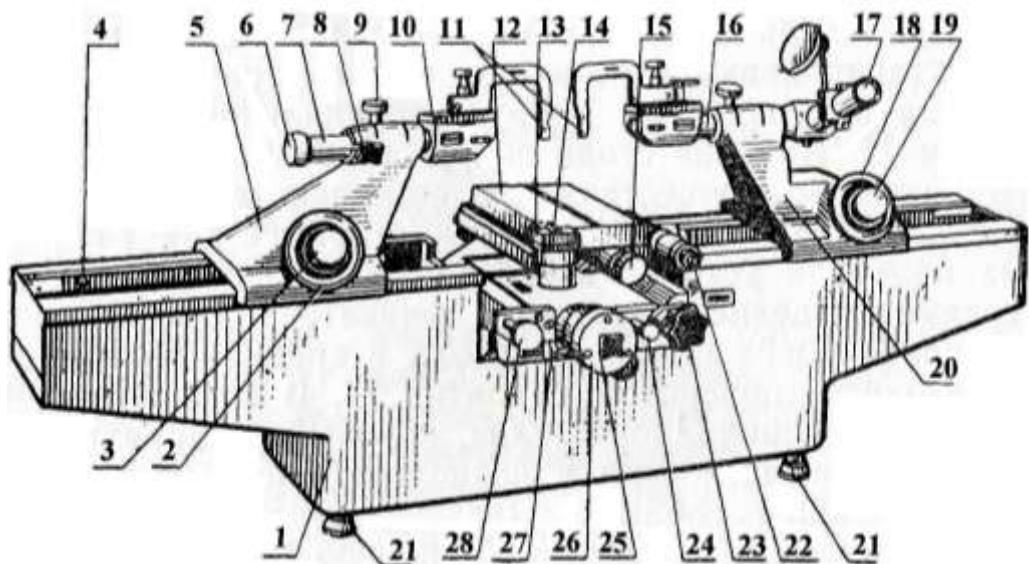
Горизонтальный оптиметр ИКГ – 3 имеет следующую характеристику:

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 трубы 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 ИКГ-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 трубы пиноли; 10 — винт для регулировки штифта (под втулку корпуса дуги); 11 — измерительный наконечник (под втулку корпуса дуги); 12 — предметный стол; 13 — отводной рычаг трубы оптиметра; 14 — рукоятка включения фиксатора; 15 — маховик для поворота стола в горизонтальной плоскости; 16 — трубка оптиметра; 17 — окуляр трубы 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 ИКГ**

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 боковиками.

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 боковика и правого измерительного наконечника находились примерно в одной плоскости, и линия измерения была перпендикулярна поверхностям боковиков. 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 боковика и правого измерительного наконечника находились примерно в одной плоскости. Затем отпускают винт 3 (рис. 6.1) и поднимают маховиком 4 стол 23 так, чтобы наконечники дуг 4 (рис. 6.2) могли при перемещении кронштейнов коснуться внутренних поверхностей боковиков.

4. Перемещают кронштейн с трубкой пиноли влево до соприкосновения измерительных наконечников пиноли и трубы оптиметра с измерительными поверхностями боковиков. 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. Устанавливает стол в оптимальное положение так, чтобы линия измерения была перпендикулярна измерительным поверхностям боковиков 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 трубы 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.

## 2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа)

### **Тема: «НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО РЫЧАЖНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ИЗМЕРЕНИЕ ИМИ»**

#### 2.7.1 Цель работы:

1. Изучение устройства и приобретение навыков в измерении рычажными скобами.

#### 2.7.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение, устройство и методы измерения рычажными скобами.
2. Измерить размеры калибра-пробки рычажной скобой и дать заключение о годности калибра.

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

1. Рычажная скоба (пассаметр): тип СР с пределом измерения 25 – 50 мм
2. Плоско-параллельные концевые меры длиныб набор №1
3. Изделия для измерения- «калибр – пробка».

#### 2.7.4 Описание (ход) работы:

***Изучить назначение, устройство и методы измерения рычажными скобами.***

**Рычажная скоба** – прибор-скоба, имеющая с одной стороны отсчетное устройство, а с другой – неподвижную переставную пятку.

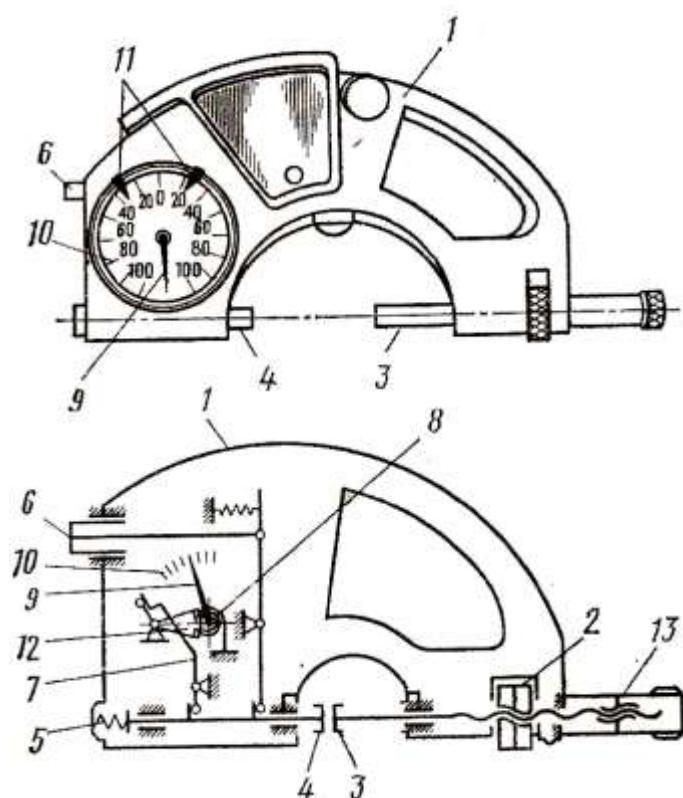
Рычажные скобы предназначены для наружных измерений относительным методом. Пределы измерения от 0 до 150 мм с интервалом 25 мм.

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,

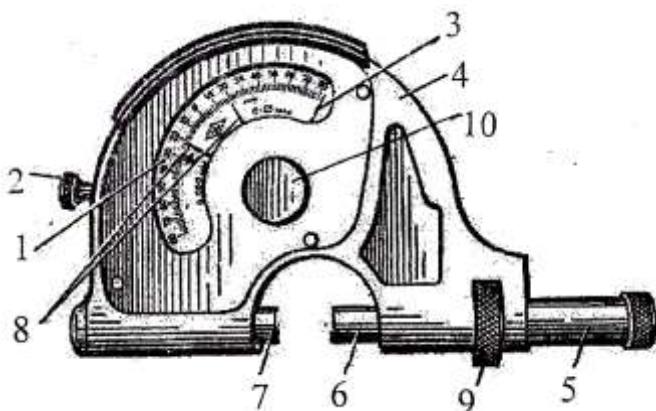
представленной на рис. 1. В корпусе 1 скобы (рис. 7.1) имеется отсчетное устройство с ценой деления 0,002 мм, состоящее из механизма рычажно-зубчатой передачи (рычага 7, зубчатого сектора 12 и зубчатого колеса 8 на одной оси со стрелкой 9), шкалы 10 с указателями 11 границ поля допуска.

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

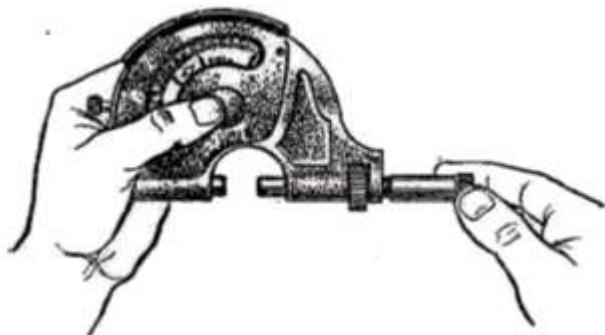
отсчетному устройству, т. е. когда стрелка отсчетного устройства займет крайнее положение в сторону знака “–”

При оптимальном положении скобы отсчитывают показания по шкале с учетом знака плюс или минус и с учетом цены деления.

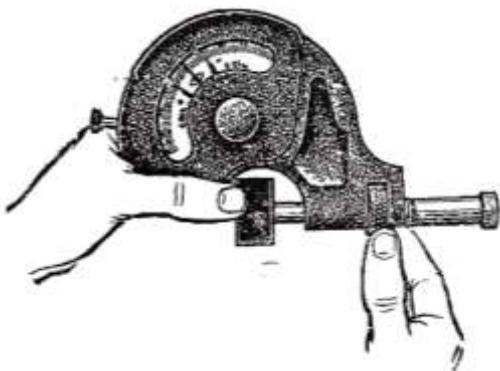
При определении отклонений по шкале отсчетного устройства рычажной скобы порядковый номер штриха от нулевого деления, на который указывает стрелка, умножается на цену деления. Для удобства отсчета на шкале представлены маркированные штрихи, например, 10, 20, ..., 80, для которых порядковый номер умножен 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.

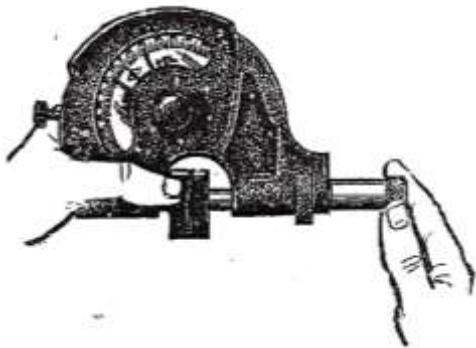


Рис. 10.3. Настройка рычажной скобы.

**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 выше 100 мм вместо встроенных отсчетных устройств оснащены индикаторами часового типа.

К микрометрам с пределами измерений больше 150 мм придается комплект сменных пяток, установочная мера и центровочные гильзы.

Настройка рычажного микрометра при измерении методом сравнения с мерой (относительным методом) аналогична настройке рычажной скобы.

## 2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа)

### **Тема: «ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ БОКОВОЙ ЗАЗОР В ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕ»**

#### 2.8.1 Цель работы:

1. Изучить назначение, устройство тангенциального зубомера и методика измерения им.
2. Приобрести навыки в измерении элементов, характеризующих боковой зазор в зубчатой передаче.

#### 2.8.2 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.

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

1. Тангенциальный зубомер типа М1.
2. Шестерня.

#### 2.8.4 Описание (ход) работы:

*Изучить общие положения об измерении элементов зубчатых колес, обеспечивающих боковой зазор в передаче*

*Виды сопряжений зубьев колес в передаче*

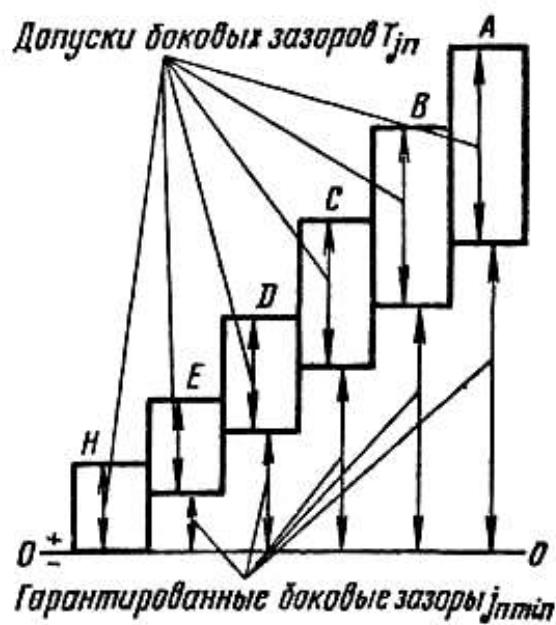
Для обеспечения нормальной работы зубчатой передачи с эвольвентным профилем зуба между нерабочими профилями зубьев, находящихся в зацеплении, предусматривается боковой зазор  $j_n$ .

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  $j_n \text{ min}$ , который называется наименьшим предписанным боковым зазором.

Для удовлетворения требований различных отраслей промышленности ГОСТом 1643-81 предусмотрено шесть видов сопряжений, определяющих различную величину  $j_n \text{ min}$  (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, B и A – 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 корректировании зубчатых колес.

Дополнительное смещение исходного контура от его номинального положения в теле 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).

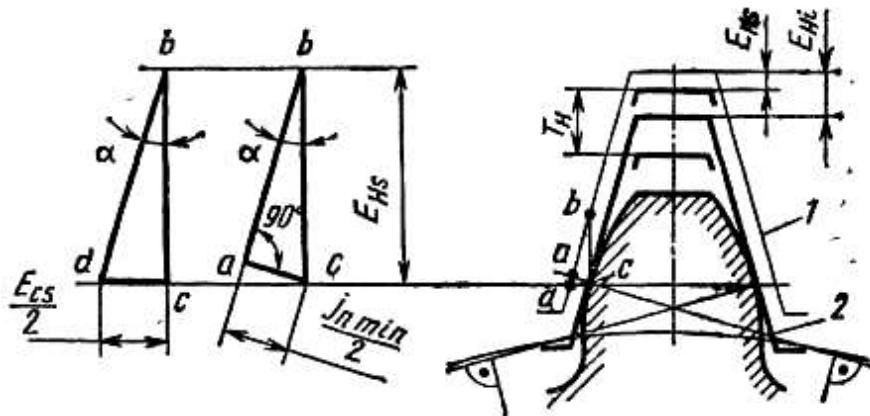


Рис. 13.2. Смещение исходного контура:

1 – номинальное положение; 2 – предельные дополнительные смещения

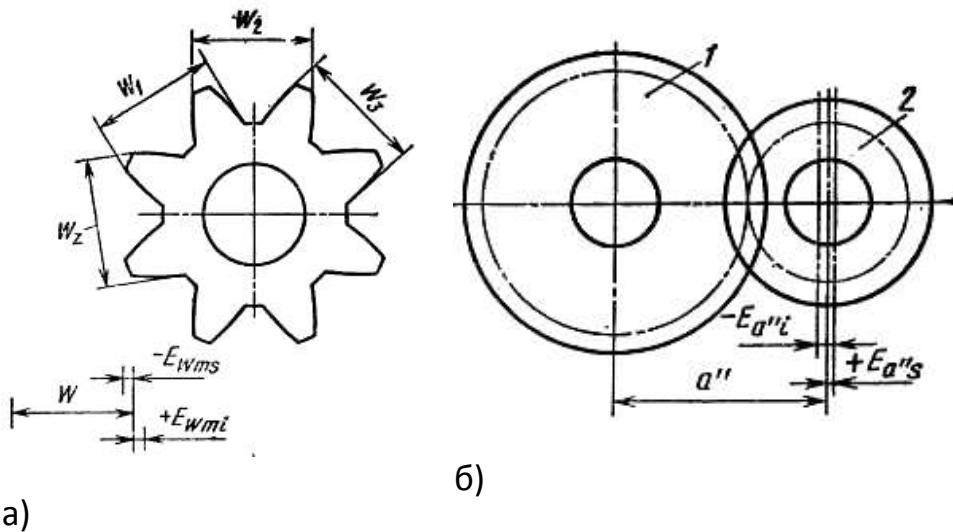
Значения  $E_{hs}$  нормируются ГОСТом 1643-81 в зависимости от степени точности по нормам плавности и вида сопряжения. Допуск  $T_h$  устанавливается в зависимости от допуска на радиальное биение зубчатого венца  $F_r$  и вида сопряжения. Выписки из ГОСТа 1643-81 см. приложение табл. 13.1 и 13.2.

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.

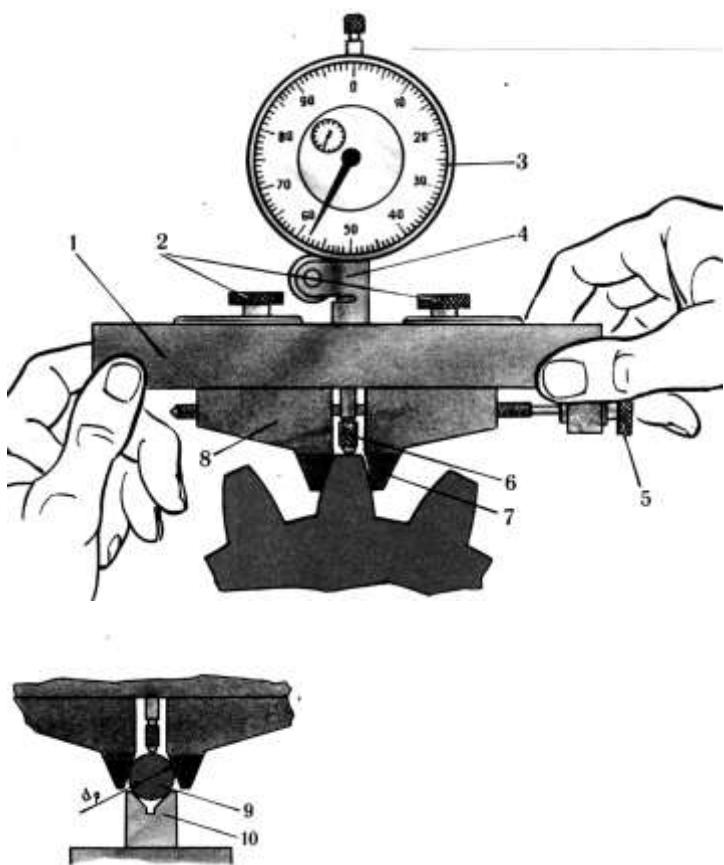
Тангенциальный зубомер (рис. 13.4) состоит из корпуса 1 с двумя симметрично расположенными измерительными губками 7 и 8, рабочие грани которых образуют угол, равный двум углам зацепления.

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

$$E_{hr} = Y - U, \quad (13.3)$$

где  $Y$  – показание индикатора при измерении,

$U$  – показание индикатора при настройке (1,0).

При  $Y > U$ ,  $E_{hr}$  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:

$$E_{HS}^{PP} = |E_{HS}| + 0,35 \cdot F_a, \quad (13.4)$$

$$T_H^{PP} = T_H - \frac{T_a}{2} - 0,7 \cdot F_a, \quad (13.5)$$

допуск на смещение:

$$E_{HS \max}^{PP} = E_{HS}^{PP} + T_H^{PP}, \quad (13.6)$$

наибольшее смещение:

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  $E_{hr}$  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
B	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, Fr, мкм				
		св. 32	св. 40	св. 50	св. 60	св. 80
		до 40	до 50	до 60	до 80	до 100
Допуски Тн, мкм						
B	B	120	140	180	200	250

## 2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа)

### **Тема: «ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РЕЗЬБЫ НА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ МИКРОСКОПЕ ММИ-2»**

#### 2.9.1 Цель работы:

1. Изучить назначение и устройство микроскопа малого инструментального ММИ-2.

2. Приобрести навыки в измерении элементов резьбы на нем.

#### 2.9.2 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.

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

1. Микроскоп малый инструментальный ММИ – 2.

#### 2.9.4 Описание (ход) работы:

*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
<b>Метрическая</b>	$H = 3/2 P = 0,8660254 P$	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:
	$3/8 H = 0,3247595$	профиль

26 Р	ГОСТ 9150 - 81
$d_2 = D_2 = d - 2 \frac{3}{8}H = d - 0,6495190$ 53Р	шаги резьб ГОСТ 8724 - 81
$d_2 = D_2 = d - 2 \frac{3}{8}H = d - 1,0825137$ 55 Р	Допуски, посадки с зазором ГОСТ 16093 - 81
$d_1 = d - 2 \frac{17}{24}H = d - 1,22686932$ 2 Р	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  $d_2$  ( $D_2$ ), Р 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.;

$$\Delta\frac{\alpha}{2} = \frac{\left|\Delta\frac{\alpha}{2} np\right| + \left|\Delta\frac{\alpha}{2} лев\right|}{2}, \quad (15.6)$$

При определении  $f_\alpha$  (мкм)  $P$  подставляют в мм,  $\Delta\alpha/2$  в угловых минутах.

Приведенный средний диаметр для наружной резьбы

$$d_{2np} = d_{2bpv} + \left(1,732\Delta P_n + \frac{0,36P\Delta\alpha}{2}\right) \cdot 10^{-3}, \quad (15.7)$$

$\Delta P_n$  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  $d_{2np} \leq d_2$ , для годной гайки  $D_{2np} \geq D_2$ .

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.

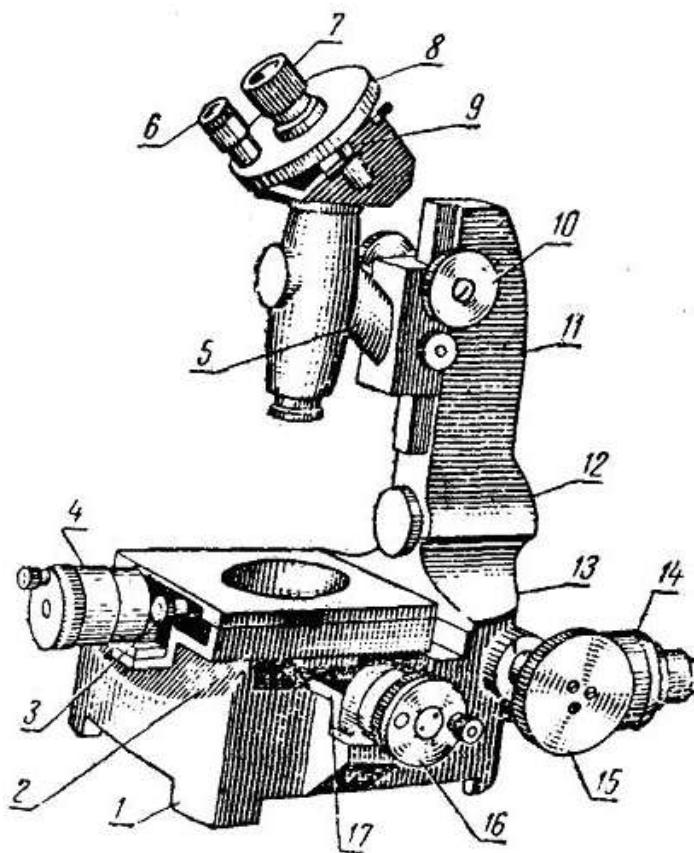


Рис. 15.1. Общий вид микроскопа ММИ – 2:

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.

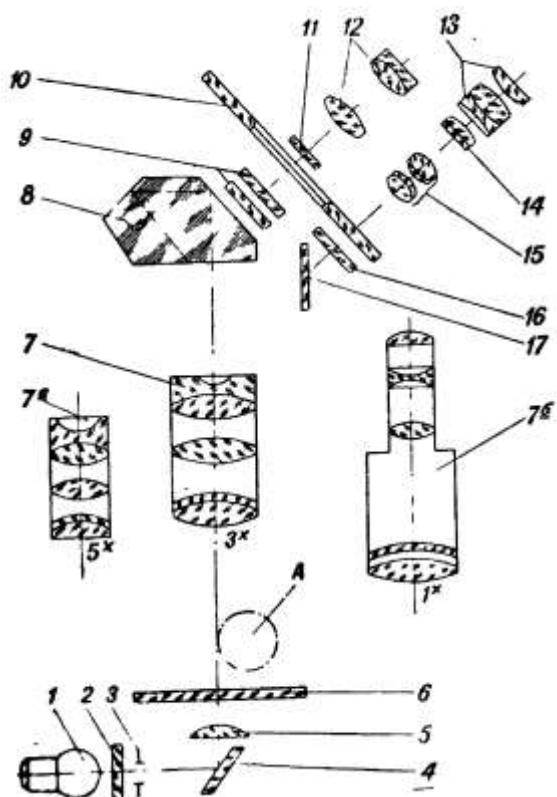
Цена деления обеих микрометрических головок 0,005 мм. Пределы перемещения каждой головки 25 мм. Предел перемещения в продольном направлении может быть увеличен до 75 мм путем введения между столом 2 и микрометрической головкой 16 концевой меры размером до 50 мм. Стол микроскопа находится под действием 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).

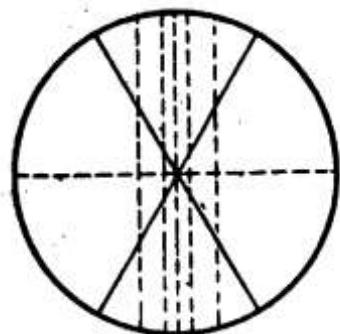


Рис. 15.3. Штриховая сетка окуляра основного микроскопа

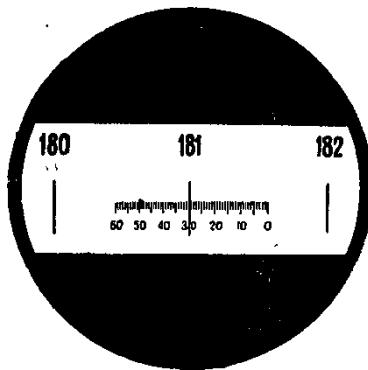


Рис. 15.4. Градусная и минутная шкалы угломерного микроскопа (181°)

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 устанавливаются 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 маховиком 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 маховиком 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 перекрестье 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.

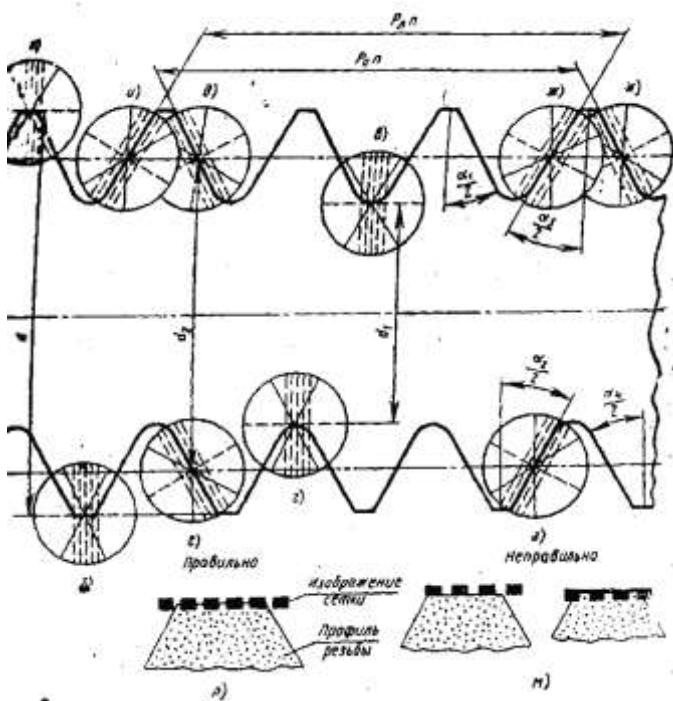
Средний диаметр вычисляют как среднее арифметическое действительных размеров среднего диаметра по правой и левой сторонам профиля.

### ***Измерение шага резьбы***

Шаг резьбы измеряют между одноименными профилями. Можно вести измерение или на одном шаге резьбы или на определенном числе ее витков 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, перекрестье и среднюю вертикальную штриховую линию 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 отсчетов. Повторяют те же измерения по левой стороне профиля (отсчет  $- B_{cp.}$ ,  $\Gamma_{cp.}$  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 раздельно 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. Дальше 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.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **3.1 Практическое занятие № 1 (2 часа)**

**Тема: «Погрешности измерений и их классификация»**

##### **3.1.1 Задание для работы:**

1. Познакомиться с общими понятиями о погрешностях измерений.
2. Изучить и дать определение каждому из видов погрешностей измерения.
3. Построить классификацию погрешностей измерения.
4. Изучить методику определения случайных погрешностей.
5. В соответствии с вариантом (табл. 2) определить абсолютную и относительную погрешность измерения.

##### **3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Измерения не могут быть выполнены абсолютно точно. Всегда имеется некоторая неопределенность в значении измеряемой величины. Эта неопределенность характеризуется погрешностью отклонением измеренного значения величины от ее истинного значения.

При анализе измерений разграничиваются 2 понятия: истинное значение величины и результатом измерения.

Точность измерений характеризуются погрешностью измерения

$$\Delta u = L_{изм} - L_{ист}$$

На практике, вместо истинного значения используют так называемое действительное значение, т.е. значение найденное измерением с точностью примерно на порядок выше точности оцениваемого результата (рисунок 1).

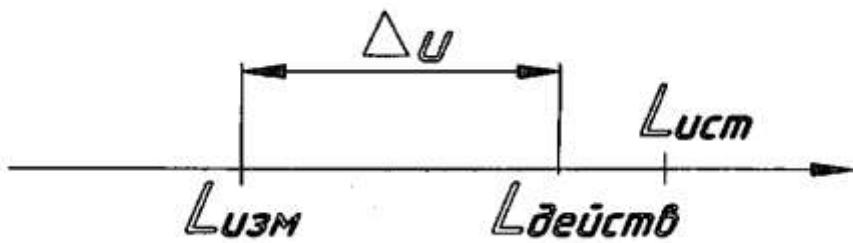


Рисунок 1-Определение погрешности измерений

Приведем некоторые из причин, приводящих к появлению погрешностей.

1. Ограниченнная точность измерительных приборов.
2. Влияние на измерение неконтролируемых изменений внешних условий (напряжения в электрической сети, температуры и т.д.)
3. Действия экспериментатора (включение секундомера с некоторым запаздыванием, различное размещение глаз по отношению к шкале прибора и т.п.).
4. Неполное соответствие измеряемого объекта той абстракции, которая принята для измеряемой величины (например, при измерении объема)

**Абсолютная погрешность** —  $\Delta X$  является оценкой абсолютной ошибки измерения. Величина этой погрешности зависит от способа её вычисления, который, в свою очередь, определяется распределением случайной величины  $X_{meas}$ . При этом равенство:

$$\Delta X = |X_{true} - X_{meas}|$$

где  $X_{true}$  — истинное значение, а  $X_{meas}$  — измеренное значение, должно выполняться с некоторой вероятностью близкой к 1. Если случайная величина

$X_{meas}$  распределена по нормальному закону, то, обычно, за абсолютную погрешность принимают её среднеквадратичное отклонение. Абсолютная погрешность измеряется в тех же единицах измерения, что и сама величина.

**Относительная погрешность** – отношение абсолютной погрешности к тому значению, которое принимается за истинное:

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{X}$$

Относительная погрешность является безразмерная величина (может измеряться в процентах).

**Приведенная погрешность** – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона. Вычисляется по формуле:

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{X_n},$$

где  $X_n$  – нормирующее значение, которое зависит от типа шкалы измерительного прибора и определяется по его градуировке:

- если шкала прибора односторонняя, т.е. нижний предел измерений равен нулю, то  $X_n$  определяется равным верхнему пределу измерений;
- если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора.

Приведенная погрешность – безразмерная величина (может измеряться в процентах)

*По причине возникновения:*

**Инструментальные (приборные погрешности)** – погрешности, которые определяются погрешностями применяемых средств измерений и вызываются несовершенством принципа действия, неточностью градуировки шкалы, ненаглядностью прибора.

**Методические погрешности** – погрешности, обусловленные несовершенством метода, а также упрощениями,ложенными в основу методики.

**Субъективные / операторные / личные погрешности** – погрешности, обусловленные степенью внимательности, сосредоточенности, подготовленности и другими качествами оператора.

*По характеру проявления:*

**Случайная погрешность** – погрешность, меняющаяся (по величине и по знаку) от измерения к измерению. Случайные погрешности могут быть связаны с несовершенством приборов (трение в механических приборах и т.п.), тряской в городских условиях, с несовершенством объекта измерений (например, при измерении диаметра тонкой проволоки, которая может иметь не совсем круглое сечение в результате несовершенства процесса изготовления), с особенностями самой измеряемой величины (например при измерении количества элементарных частиц, проходящих в минуту через счётчик Гейгера).

**Систематическая погрешность** – погрешность, изменяющаяся во времени по определенному закону (частным случаем является постоянная погрешность, не изменяющаяся с течением времени). Систематические погрешности могут быть связаны с ошибками приборов (неправильная шкала, калибровка и т.п.), неучтёнными экспериментатором.

**Грубая погрешность (промах)** – погрешность, возникшая вследствие недосмотра экспериментатора или неисправности аппаратуры (например, если экспериментатор неправильно прочёл номер деления на шкале прибора, если произошло замыкание в электрической цепи).

*По способу измерения:*

**Погрешность прямых измерений**

**Погрешность косвенных измерений** – погрешность вычисляемой (не измеряемой непосредственно) величины:

Если  $F = F(x_1, x_2 \dots x_n)$ , где  $x_i$  – непосредственно измеряемые независимые величины, имеющие погрешность  $\Delta x_i$ , тогда:

$$\Delta F = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \Delta x_i \frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2}$$

## Вычисление погрешностей

В дальнейшем будем предполагать, что:

- 1) грубые погрешности исключены;
- 2) поправки, которые следовало определить (например, смещение нулевого деления шкалы), вычислены и внесены в окончательные результаты;
- 3) все систематические погрешности известны (с точностью до знака).

В этом случае результаты измерений оказываются все же не свободными от случайных погрешностей. Но случайная погрешность уменьшается при увеличении числа измерений.

Поскольку из-за наличия случайных погрешностей результаты измерений по своей природе представляют собой тоже случайные величины, истинного значения  $x_{\text{исх}}$  измеряемой величины указать нельзя. Однако можно установить некоторый интервал значений измеряемой величины вблизи полученного в результате измерений значения  $x_{\text{изм}}$ , в котором с определенной вероятностью содержится  $x_{\text{ист}}$ . Тогда результат измерений можно представить в следующем виде:

$$x_i - \Delta x \leq x_{\text{ист}} \leq x_{\text{изм}} + \Delta x$$

где  $\Delta x$  – погрешность измерений. Вследствие случайного характера погрешности точно определить ее величину невозможно. В противном случае найденную погрешность можно было бы ввести в результат измерения в качестве поправки и получить истинное значение  $x_{\text{исх}}$ . Задача наилучшей оценки значения  $x_{\text{исх}}$  и определения пределов интервала (5) по результатам измерений является предметом математической статистики. Воспользуемся некоторыми ее результатами.

Пусть проведено  $n$  измерений величины  $x$ . Тогда за лучшую оценку истинного значения результата измерений принимается среднее арифметическое значение

$$\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

где:  $x_i$  - результат  $i$ -го измерения.

Для оценки случайной погрешности измерения существует несколько способов. Наиболее распространена оценка с помощью стандартной или средней квадратичной погрешности  $\sigma$  (ее часто называют стандартной погрешностью или стандартом измерений).

Средней квадратичной погрешностью называется величина

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}{n - 1}}$$

где  $n$  - число наблюдений.

Если число наблюдений очень велико, то подверженная случайным колебаниям величина  $S_n$  стремится к постоянному значению  $\sigma$ :

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n$$

Квадрат этой величины называется дисперсией измерений. Таким образом по результатам измерений всегда вычисляется не  $\sigma$ , а ее приближенное значение  $S_n$ , которое, вообще говоря, тем ближе к  $\sigma$ , чем больше  $n$ .

Все сказанное выше о погрешностях относится к погрешностям отдельного измерения. Однако важнее знать, насколько может уклоняться от истинного значения  $x$  среднее арифметическое, полученное по формуле (2) для

п повторных равноточных измерений. Теория показывает, что средняя квадратичная погрешность среднего арифметического  $S$  равна средней квадратичной погрешности отдельного результата измерений  $S_n$ , деленной на корень квадратный из числа измерений  $n$ , то есть

$$S = \frac{S_n}{\sqrt{n}}$$

Это фундаментальный закон возрастания точности при росте числа наблюдений.

Пусть  $\alpha$  означает вероятность того, что результат измерений отличается от истинного на величину, не большую, чем  $\Delta x$ . Вероятность  $\alpha$  в этом случае носит

название доверительной вероятности, а интервал значений измеряемой величины от  $-\Delta x$  до  $+\Delta x$  называется доверительным интервалом.

Определим доверительный интервал. Чем большим будет установлен этот интервал, тем с большей вероятностью  $x_{\text{ист}}$  попадает в этот интервал. С другой стороны, более широкий интервал дает меньшую информацию относительно величины  $x_{\text{ист}}$ . Если ограничиться учетом только случайных погрешностей, то при небольшом числе измерений  $n$  для уровня доверительной вероятности  $\alpha$  полуширина доверительного интервала (5) равна

$$\Delta x_n = t_{\alpha, n} S$$

где  $t_{\alpha, n}$  – коэффициент Стьюдента (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты Стьюдента

Коэффициенты Стьюдента					
$\alpha = 0.68$		$\alpha = 0.95$		$\alpha = 0.99$	
$n$	$t_{\alpha, n}$	$n$	$t_{\alpha, n}$	$n$	$t_{\alpha, n}$
2	2.0	2	12.7	2	63.7
3	1.3	3	4.3	3	9.9
4	1.3	4	3.2	4	5.8
5	1.2	5	2.8	5	4.6
6	1.2	6	2.6	6	4.0
7	1.1	7	2.4	7	3.7
8	1.1	8	2.4	8	3.5
9	1.1	9	2.3	9	3.4
10	1.1	10	2.3	10	3.3
15	1.1	15	2.1	15	3.0

20	1.1	20	2.1	20	2.9
30	1.1	30	2.0	30	2.8
100	1.0	100	2.0	100	2.6

Смысл понятий «доверительный интервал» и «доверительная вероятность» состоит в следующем: пусть  $\alpha = 0.95$ , тогда можно утверждать с надежностью 95%, что истинное значение величины  $x_{\text{ист}}$  не отличается от оценки (6) больше, чем на  $+\Delta x_{\text{сл}}$ . Значения коэффициентов  $t_{\alpha, n}$  в зависимости от  $\alpha$  и  $n$  табулированы (см. табл. 1). Чтобы окончательно установить границы доверительного интервала необходимо расширить его с учетом систематической погрешности  $\Delta x_{\text{систем}}$ . Систематическая погрешность, как правило, указана в паспорте или на шкале прибора, а в простейших случаях может быть принята равной половине цены деления младшего разряда шкалы. Обычно (хотя, строго говоря, и неверно) суммарная погрешность определяется как корень квадратный из суммы квадратов случайной и систематической погрешностей:

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_{\text{сл}}^2 + \Delta x_{\text{систем}}^2}$$

Определенная согласно (11) величина  $\Delta x$  является абсолютной погрешностью. Очевидно, что при одном и том же значении  $\Delta x$  результат может оказаться достаточно точным при измерении некоторой большой величины, тогда как при измерении малой величины его точность будет недостаточной. Например, пусть имеется возможность измерять линейные размеры с погрешностью  $\Delta x = 1$  мм. Ясно, что это заведомо превышает необходимую точность при измерении, скажем, размеров комнаты, но измерение окажется слишком грубым при определении толщины монеты.

Таким образом, становится понятной необходимость введения относительной погрешности, которая определяется по формуле (2) и выражается, обычно, в процентах. Как видно, выражение (2) позволяет оценить величину погрешности по отношению к самой измеряемой величине.

Рассмотрим теперь случай, когда при повторении измерений в одних и тех же условиях устойчиво получаются одинаковые значения  $x = x_0$ . В этом случае систематическая погрешность настолько превышает случайную, что влияние случайной погрешности полностью маскируется. Истинное значение  $x$  отнюдь не равно  $x_0$ . Оно, по-прежнему, остается неизвестным, и для него можно

записать  $x = x_0 + \Delta x$ , причем погрешность  $\Delta x$  определяется в данном случае воспроизводящимися от опыта к опыту ошибками, связанными с неточностью измерительных приборов или метода измерений.

Такую погрешность  $\Delta x$ , как отмечалось, называют систематической. Для более точного определения физической величины  $x$  в данном случае необходимо изменить постановку самого опыта: взять прибор более высокого класса точности, улучшить методику измерений и т.п.

*При обработке результатов прямых (непосредственных) измерений предлагается следующий порядок операций:*

1. Вычисляется среднее из  $n$  измерений:

$$\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

3. Определяется среднеквадратичная погрешность среднего арифметического:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\langle x \rangle - x_i)^2}{n(n-1)}}$$

4. Задается доверительная вероятность  $\alpha$  и определяется коэффициент Стьюдента  $t_{\alpha, n}$  для заданного  $\alpha$  и числа произведенных измерений  $n$  по таблице 1.

5. Находится полуширина доверительного интервала (абсолютная погрешность результата измерений):

$$\Delta x = \sqrt{\Delta x_{\text{сист}}^2 + \Delta x_{\text{сл}}^2}$$

где  $\Delta x = t_{\alpha, n} S$

6. Оценивается относительная погрешность результата измерений

$$\delta = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle}$$

7. Окончательный результат записывается в виде

$$x = \langle x \rangle \pm \Delta x.$$

### Пример.

Пусть при измерении пять раз длины  $L$  предмета с помощью формул (5), (6) и (9) получены среднее арифметическое значение длины  $L = 64,945$  мм и стандартное отклонение среднего арифметического  $S = 0,057879186$  мм. Измерения проводились с помощью штангенциркуля с допустимой приборной погрешностью  $\Delta L_{pr} = 0,05$  мм. Задавшись доверительной вероятностью  $\alpha = 0,95$ , находим по таблице 1 коэффициент Стьюдента для пяти измерений  $t_{\alpha/2} = 2,8$ . Умножив на него  $S$ , получим случайную погрешность  $\Delta L_{sl} = 0,16206172$  мм. Полагая, что доверительная вероятность приборной погрешности не менее 0,95, по формуле (11) найдем полную абсолютную погрешность измерения  $\Delta L = 0,16959953$  мм и его относительную погрешность  $\Delta L/L = 0,0026114332$

Здесь предполагалось, что расчет проводился на калькуляторе с восемью значащими цифрами.

Перед окончательной записью результата полученные при расчете числа следует округлить. При этом в абсолютной погрешности  $\Delta L$ , первая значащая цифра которой 1, следует оставить две значащих цифры, а в относительной погрешности  $\Delta L/L$  одну, т.е. записать  $\Delta L = 0,17$  мм и  $\Delta L/L = 0,003$ . Так как последняя значащая цифра абсолютной погрешности находится в разряде сотых, то результат измерения длины также следует округлить до сотых, т.е. записать  $L = 64,95$  мм.

Таким образом, запись окончательного результата измерения должна иметь следующий вид  $L = (64,95 \pm 0,17)$  мм,  $\Delta L/L = 0,003 = 0,3\%$  (доверительная вероятность  $\alpha = 0,95$ ).

Если результат желательно представить в метрах, то первая строка примет вид:  
 $L = (6,495 \pm 0,017) \cdot 10^{-2}$  м.

В соответствии с номером варианта определить абсолютную погрешность измерения:

**Дано:**

1. Среднее арифметическое значение длины  $L$

2.Стандартное отклонение среднего арифметического  $S$  3.Допустимая приборная погрешность  $\Delta L_{np}$

3.Доверительная вероятность  $\alpha$

**Найти:**

1. Определить абсолютную погрешность измерения.
2. Определить относительную погрешность измерения
3. Записать окончательный результат

Таблица 2-Исходные данные

Вариант	L	S	$\Delta L_{np}$	$\alpha$
1	53,325	0,01254789	0,05	
2	14,325	0,02547854	0,02	
3	15,658	0,02598765	0,01	
4	19,587	0,68547896	0,03	
5	20,365	0,01452145	0,04	
6	98,365	0,06589745	0,06	
7	58,354	0,09854755	0,07	0,95
8	52,325	0,06587411	0,08	
9	54,214	0,02541211	0,09	
10	100,254	0,09874566	0,05	

### **3.1.3 Результаты и выводы:**

Подготовить отчет о работе и сделать вывод.

### **3.2 Практическое занятие №2 (4 часа)**

**Тема: «Выбор средств измерения»**

#### **3.2.1 Задание для работы**

1. Определить, какие факторы влияют на выбор средства измерения.
2. Изучить порядок действия при выборе средства измерения.

#### **3.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

##### **Общие положения**

При выборе средства измерения детали необходимо учитывать следующие факторы:

величину допуска на изготовление измеряемого размера; номинальный размер;

допускаемую погрешность измерения этого размера; общий контур детали; способ производства при изготовлении данной детали; предельную (полную) погрешность измерения.

Для оценки пригодности выбиаемого средства измерения сопоставляют величину допускаемой погрешности измерения контролируемого размера, определенную по приложению 2, с предельной величиной погрешности измерения этим средством, установленной по приложению 3.

Если предельная погрешность измерения выбранным средством не превышает допускаемой погрешности измерения при оценке годности измеряемого размера, то данное средство можно применить для измерения.

Погрешность средства измерения - это разность между показанием данного средства измерения и действительным размером измеренной величины.

Порядок действия при выборе средства измерения для линейных размеров:

1. Определяют по чертежу детали номинальный размер, величины предельных отклонений измеряемого элемента детали. Подсчитывают величину допуска размера в мкм.

2. Находят величину допускаемой погрешности измерения детали (приложение 2) по величине допуска и номинальному размеру.
3. Выбирают средство измерения по таблицам предельных погрешностей измерения (по приложению 3) и записывают его наименование, диапазон измерения, цену деления шкалы и величину предельной погрешности измерения этим средством.
- 4 Сопоставляют величины предельной и допускаемой погрешностей измерения и решают вопрос о пригодности выбранного средства измерения в данных условиях производства.

### Содержание работы

1. Для размеров заданного соединения (приложение 1) определить значение элементов, характеризующих их точность, и записать их в табл. 1
  - по таблицам ГОСТ 25347-82 определить значение предельных отклонений.
  - величину допуска определить по формулам:

$$TD = ES - EI, \text{ для отверстия} \quad (1)$$

где  $ES$  и  $EI$  - верхнее и нижнее отклонения отверстия

$$Td = es - ei, \text{ для валов} \quad (2)$$

где  $es$  и  $ei$  - верхнее и нижнее отклонения вала

2. По таблице ГОСТ 8.051 - 81 (приложение 2) установить значение допускаемой погрешности измерения для отверстия и вала и записать их в таблицу 1.

4. Выбрать средство измерения по таблицам предельных погрешностей измерения (по приложению 3), чтобы при этом выполнялось условие:

$$\pm \Delta l \leq 8, \quad (3)$$

где  $\pm \Delta l_{irn}$  - предельная погрешность измерения выбранного средства, мкм;

$8$  - допускаемая погрешность измерения, мкм

5. Выбранные измерительные средства и их характеристики записать в таблицу 2.

6. Сделать вывод о пригодности выбранных средств измерения.

Деталь	Условное обозначение размера	Размер с отклонениями, мм	Величина допуска, мкм	Допускаемая погрешность измерения 8, мкм
отверстие				
вал				

Таблица 1- Параметры деталей

	Наименование прибора	Настроенные по концевым мерам класса точности	Интервалы размеров, мм					
			1-10	10-50	50-80	80-120	120-180	180-260
			значения $\pm A_{ct}$ , мкм					
Оптиметр горизонтальный при измерении валов	0 1	0,3 5 0,4	0,5 0,6	0,6 0,8	0,8 1,0	0,9 1,2	1,2 1,8	
	2	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,4	
Оптиметр горизонтальный при измерении отверстий	0 1	-	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	
	2	-	1,0	1,3	1,6	1,8	2,2	
			1,4	1,8	2,0	2,2	2,4	
Индикаторный нутrometer с индикатором 0-го класса точности при работе в пределах одного оборота стрелки с ценой деления 0,01 мм	3	11	11	12	12	13	14	
Индикаторный нутrometer с индикатором 1-го класса точности при работе в пределах одного оборота стрелки с ценой деления 0,01 мм	3	16	17	17	17	18	18	
Индикаторный нутrometer с ценой деления 0,001 и 0,002 мм	2	4,5	5,5	6,5	6,5	7,5	7,5	

Таблица 2- Характеристика выбранных СИ

Деталь	Наименование измерительного средства	Пределы измерения, мм	Точность отсчета (цена деления), мм	Предельная погрешность ( $\pm A_{lim}$ ), мкм
Отверстие				
Вал				

Наименование прибора	Настроенные по концевым мерам класса точности	Интервалы размеров, мм					
		1-10	10-50-	50-80	80- 120	120- 180	180- 260
		значения $\pm A_{lim}$ МКМ					
Рычажная скоба с ценой деления 0.002 мм	2 3	3 3	3 3,5	3,5 4,0	3,5 4,5	6	-
Микрометр 0-го класса	-	4,5	5,5	6.0	7	8	-
Микрометр 1-го класса	-	7	8	9	10	72	-
Микрометр 2-го класса	-	12	13	14	15	78	-
Штихмасс 1-го класса (микрометрический нутромер)	-	-	i	18	20	22	24
Штангенциркуль с отсчетом 0,02 мм -при измерении вала	-	40	40	45	45	45	50
-при измерении отверстия	-		50	60	60	65	65
Штангенциркуль с отсчетом 0,05 мм - при измерении вала	-	80	80	90	100	100	100
- при измерении отверстия	-		100	130	130	150	150

### 3.2.3 Результаты и выводы:

Подготовить отчет о работе и сделать вывод.

### **3.3 Практическое занятие № 3 (2 часа)**

**Тема: «Обработка результатов измерений»**

#### **3.3-4.1 Задание для работы:**

1. Изучить общие положения по обработке результатов измерений
2. Решение типовых задач по обработке результатов измерений
3. Обработка результатов многократных косвенных измерений

#### **3.3-4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Общие положения

**Результат измерения** – числовое значение, приписываемое измеряемой величине, с указанием *точности измерения*.

#### **Численные показатели точности:**

- *доверительный интервал (доверительные границы)* погрешности  $\Delta_p$ ;
- *оценка СКО* погрешности  $S$ .

Правила выражения показателей точности:

- численные показатели точности выражаются в единицах измеряемой величины;
- численные показатели точности должны содержать не более двух значащих цифр
- наименьшие разряды результата измерения и численных показателей точности должны быть одинаковыми.

#### **Представление результатов измерений**

Результат измерения:

$$X = \tilde{X}, \Delta = \pm \Delta_p$$

$$X = \tilde{X} \pm \Delta_p$$

или

Пример:

$$U = 105,0 \text{ В}, \Delta_{0,95} = \pm 1,5 \text{ В} \quad \text{или} \quad U = 105,0 \pm 1,5 \text{ В.}$$

### Вычисление значения измеряемой величины

Пусть модель объекта (измеряемой величины)

$$X = f(X_1, X_2, \dots, X_m) - \Delta_{\text{мет}};$$

при измерениях получены результаты наблюдений  $X_{ij}$ ,

где  $i = 1, \dots, m$  – количество прямо измеряемых входных величин;

$j = 1, \dots, n$  – число наблюдений каждой входной величины.

Порядок нахождения  $\tilde{X}$ :

- 1) исключение известных систематических погрешностей путем введения поправок  $\Delta_{c ij}$  :

$$X'_{ij} = X_{ij} - \Delta_{c ij};$$

- 2) оценка равноточности измерений (исключение грубых погрешностей)  
– по критерию Смирнова или критерию Райта;

3) вычисление среднего арифметического каждой входной величины:

$$\tilde{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n X'_{ij}}{n};$$

4) вычисление значения измеряемой величины:

$$\tilde{X} = f(\tilde{X}_1 \dots \tilde{X}_m) - \Delta_{mem}.$$

При связанных входных величинах сначала вычисляют ряд

$$X'_{ij} = f(X'_{1j}, \dots, X'_{mj}) - \Delta_{met}, \text{ а затем } \tilde{X} = \sum X'_j / n.$$

### Процедура оценивания погрешности

1) вычисление оценок СКО

– входных величин:

$$S(\tilde{X}_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \tilde{X}_i)^2}{n(n-1)}},$$

– результата измерения:

$$S(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left[ \frac{\partial f}{\partial X_i} S(\tilde{X}_i) \right]^2};$$

2) определение доверительных границ случайной составляющей погрешности:

$$\overset{\circ}{\Delta}_P = t_P(v) S(X),$$

$t_P(v)$  – квантиль распределения Стьюдента для заданной  $P_d$  при числе степеней свободы  $v = n - 1$ .

3) вычисление границ и СКО неисключенной систематической составляющей погрешности:

$$\Delta_{hc} = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial f}{\partial X_i} \Delta_{hci} \right)^2}, \quad S_{hc} = \frac{\Delta_{hc}}{\sqrt{3} k},$$

$k = 1,1$  при  $P_d = 0,95$ ;

$\Delta_{hci}$  определяется по имеющейся информации;

4) вычисление СКО суммарной погрешности:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S^2 + S_{hc}^2};$$

5) оценка погрешности измерения

– если  $\Delta_{hc}/S(X) < 0,8$ , то  $\overset{\circ}{\Delta}_P = \overset{\circ}{\Delta}_P$ ;

- если  $\Delta_{\text{нс}} / S(X) > 8$ , то  $\Delta_p = \Delta_{\text{нс}}$ ;
- если  $0,8 \leq \Delta_{\text{нс}} / S(X) \leq 8$ , то  $\Delta_p = \frac{\Delta_p + \Delta_{\text{нс}}}{S(X) + S_{\text{нс}}} S_{\Sigma}$ .

6) интерпретация полученных результатов:

- интервал  $(\tilde{X} - \Delta_p, \tilde{X} + \Delta_p)$  с вероятностью  $P_d$  содержит истинное значение измеряемой величины.

### Оценивание погрешности при однократных измерениях

1) **прямые измерения** ( $i = 1, j = 1$ )

$$X = \tilde{X} \pm \Delta_p$$

$$\tilde{X} = X_{\text{изм}} - \Delta_c; \quad \Delta_p = \Delta_{\text{max}},$$

( $\Delta_{\text{max}}$  находится через класс точности прибора).

**Пример 1:**  $U_{\text{н1}} = 150 \text{ В}$ ,  $K_1 = 1,0$ ;  $U_{\text{н2}} = 200 \text{ В}$ ,  $K_2 = 1,0/0,5$ . Запишите результаты измерения напряжения при показаниях вольтметров  $U_{\text{изм}} = 75 \text{ В}$ .

Решение:

$$\Delta_{\text{max}1} = \frac{K_1 U_{\text{н1}}}{100\%} = \frac{1,0 \cdot 150}{100} = 1,5 \text{ В};$$

$$U = 75,0 \pm 1,5 \text{ В}.$$

$$\delta_{\max 2} = c + d \left( \frac{U_{H2}}{U} - 1 \right) = 1,0 + 0,5 \left( \frac{200}{75} - 1 \right) = 1,8 \%$$

2)

### косвенные измерения

$$; \quad \Delta_{\max 2} = \frac{\delta_{\max 2} U}{100\%} = \frac{1,8 \cdot 75}{100} = 1,4 \text{ B};$$

(i = 2, ... , m, j)

$$U = 75,0 \pm 1,4 \text{ B}.$$

=

$$X = \tilde{X} \pm \Delta_P$$

$$\tilde{X} = f(\tilde{X}_1 \dots \tilde{X}_m) - \Delta_{mem}.$$

$$\Delta_P = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial f}{\partial X_i} \Delta_{\max i} \right)^2};$$

- если  $X = \sum X_i$ , то  $\Delta_P = \sqrt{\sum_{i=1}^m \Delta_{\max i}^2}$ ;

- если  $X = \frac{X_1 \dots X_\ell}{X_{\ell+1} \dots X_m}$ , то

$$\delta(X) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \delta_{\max i}^2}; \quad \Delta_P = \frac{\delta(X)X}{100\%};$$

- если  $X = kY$ , то  $\Delta(X) = k \Delta(Y)_{\max}$ ;

- если  $X = Y^n$ , то  $\delta(X) = n \delta(Y)_{\max}$ ,

$$\Delta(X) = nY^{n-1}\Delta(Y)_{\max}$$

( $\Delta_{\max}$  и  $\delta_{\max}$  вычисляются через класс точности).

**Пример 2:** Мощность симметричной трехфазной нагрузки измеряется одним ваттметром. Определите результат измерения, если показание ваттметра 600 Вт, предел измерения 750 Вт, класс точности 0,5.

Решение:  $P = \tilde{P} \pm \Delta_P$ ;  $\tilde{P} = 3P_{\phi} = 1800$  Вт;

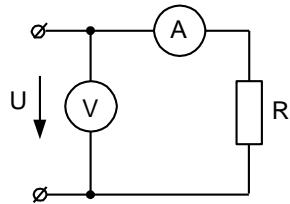
$$\Delta_{\max} = \frac{KP_h}{100\%} = \frac{0,5 \cdot 750}{100} = 3,75 \text{ Вт}; \quad \Delta_P = 3\Delta_{\max} = 11 \text{ Вт};$$

Результат измерения:  $P = 1800 \pm 11$  Вт.

**Пример 3:** Найдите результат измерения сопротивления в схеме при показаниях приборов  $U_{\text{изм}} = 100$  В,  $I_{\text{изм}} = 1$  А,

если  $U_h = 200$  В,  $K_V = 1,0/0,5$ ,  $R_V = 10$  кОм;

$I_h = 2$  А,  $K_A = 1,0$ ,  $R_A = 1$  Ом.



Решение:  $\Delta_{\text{мет}} = R_A = 1 \text{ Ом}$ ;

$$\tilde{R} = \frac{U_{\text{изм}}}{I_{\text{изм}}} - \Delta_{\text{мет}} = \frac{100}{1} - 1 = 99 \text{ Ом};$$

$$\delta_I = \frac{K_1 I_h}{I_{\text{изм}}} = \frac{1,0 \cdot 2}{1} = 2,0\%; \quad \delta_U = c + d \left( \frac{U_h}{U} - 1 \right) = 1,0 + 0,5 \left( \frac{200}{100} - 1 \right) = 1,5\%;$$

$$\delta_R = \sqrt{\delta_U^2 + \delta_I^2} = \sqrt{1,5^2 + 2,0^2} = 2,5\%;$$

$$\Delta R = \frac{\delta_R R_N}{100\%} = \frac{2,5 \cdot 99}{100} = 2,5 \text{ Ом};$$

Результат измерения:  $R = 99,0 \pm 2,5 \text{ Ом}$ .

#### Пример 4:

Переменная составляющая несинусоидального напряжения определяется по показаниям электромагнитного и магнитоэлектрического вольтметров: 50 В и 40 В соответственно. Найдите результат измерения при условиях:  $U_{h1} = 100 \text{ В}$ ,  $K_1 = 0,5$ ;  $U_{h2} = 50 \text{ В}$ ,  $K_2 = 0,5$ .

Решение:

$$\tilde{U}_\sim = \sqrt{U^2 - U_0^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30 \text{ В};$$

$$\Delta_{U_{\text{max}}} = \frac{K_1 U_{h1}}{100\%} = \frac{0,5 \cdot 100}{100} = 0,5 \text{ В}; \quad \Delta_{U_0_{\text{max}}} = \frac{K_2 U_{h2}}{100\%} = \frac{0,5 \cdot 50}{100\%} = 0,25 \text{ В};$$

$$\Delta_P = \sqrt{\left( \frac{\partial U}{\partial U_\sim} \Delta_{U_{\text{max}}} \right)^2 + \left( \frac{\partial U_0}{\partial U_\sim} \Delta_{U_0_{\text{max}}} \right)^2} = \sqrt{\frac{U^2 \Delta_{U_{\text{max}}}^2 + U_0^2 \Delta_{U_0_{\text{max}}}^2}{U^2 - U_0^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(50 \cdot 0,5)^2 + (40 \cdot 0,25)^2}{50^2 - 40^2}} = 1,6 \text{ В};$$

Результат измерения:  $U_\sim = 30,0 \pm 1,6 \text{ В}$ .

#### 3.3-4.3 Результаты и выводы:

Подготовить отчет о работе и сделать вывод.

**4.3** Ответить на вопросы по данной тематике.

### **3.4 Практическое занятие 4 (2 часа)**

**Тема: «Изучение закона «Об обеспечении единства измерения»**

#### **3.5.1 Задание для работы:**

1. Изучить основные положения закона «Об обеспечении единства измерения».
2. Познакомиться с законодательной базой в области средств и методик выполнения измерений.
3. Выяснить, какие метрологические службы работают в области обеспечения единства измерения
4. Рассмотреть виды, осуществления и функции государственного метрологического контроля и надзора
5. Изучить проведение поверки, калибровки и сертификации средств измерения

#### **3.5.2 Краткое описание проводимого занятия:**

##### **Общие положения**

В 1993 г. принят Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». До того, по существу, не было законодательных норм в области метрологии. Правовые нормы устанавливались постановлением Правительства (№ 273 от 04.04.83), и действовала централизованная система управления государственными и ведомственными метрологическими службами. По сравнению с положениями этих постановлений Закон установил немало нововведений – от терминологии до лицензирования метрологической деятельности в стране.

Рассмотрим основные положения Закона «Об обеспечении единства измерений».

Цели Закона состоят в следующем:

- защита прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- содействие научно-техническому и экономическому прогрессу на основе применения государственных эталонов единиц величин и использования результатов измерений гарантированной точности, выраженных в допускаемых к применению в стране единицах;
- создание благоприятных условий для развития международных и межфирменных связей;
- регулирование отношений государственных органов управления РФ с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений;
- адаптация российской системы измерений к мировой практике.

Основные статьи Закона устанавливают:

- организационную структуру государственного управления обеспечением единства измерений;
- нормативные документы по обеспечению единства измерений;
- единицы величин и государственные эталоны единиц величин;
- средства и методики измерений.

Закон «Об обеспечении единства измерений» укрепляет правовую базу для международного сотрудничества в области метрологии, принципами которого являются:

- поддержка приоритетов международных договорных обязательств;
- содействие процессам присоединения России к ВТО;
- сохранение авторитета российской метрологической школы в международных организациях;
- создание условия для взаимного признания результатов испытаний, поверок и калибровок в целях устранения технических барьеров в двухсторонних и многосторонних внешнеэкономических отношениях.

### **3.5.3 Результаты и выводы:**

Подготовить отчет о работе и сделать вывод.

### **3.6 Практическое задание № 6 (2 часа)**

**Тема: «Изучение закона «О техническом регулировании»»**

#### **3.6.1 Задание для работы:**

1. Определить назначение, виды, порядок разработки, принятия изменения и отмены технических регламентов.
2. Выяснить цели, принципы стандартизации, документы в области стандартизации. Изучить правила разработки и утверждения национальных стандартов.
3. Изучить осуществление государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

#### **3.6.2 Краткое описание проводимого занятия;**

**Общие положения**

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.

### **3.6.3 Результаты и выводы:**

Подготовить отчет о работе и сделать вывод.

### **3.6 Практическое занятие № 6 (2 часа)**

**Тема: «Комплексная стандартизация, унификация и агрегатирование»**

#### **3.7.1 Задание для работы:**

1. Изучить и записать термины, касающиеся комплексной стандартизации, унификации и агрегатировании.

2. Изучить и построить классификацию видов унификации.

#### **3.7.2 Краткое описание проводимого занятия:**

##### **Общие положения**

Унификация - наиболее распространенная и эффективная форма стандартизации. Унификации подлежат типоразмеры изделий, их составных частей и деталей, марки материалов, их свойства, размеры, процессы, инструмент, методы испытаний, терминология и тд.

Унификация - это приведение объектов одинакового функционального назначения к единообразию (например, к оптимальной конструкции) по установленному признаку и рациональное сокращение числа этих объектов на основе данных об их эффективной применяемости. Таким образом, при унификации устанавливают минимально необходимое, но достаточное число типов, видов, типоразмеров, изделий, сборочный единиц и деталей, обладающих высокими показателями качества и полной взаимозаменяемости.

Модификационная унификация - унификация всех модификаций определенного изделия с базовой моделью или между собой внутри одного типоразмера.

Внутритиповая (размерно-конструктивная) унификация - унификация

между однотипными изделиями, имеющими различные

параметры

Межтиповая унификация - унификация элементов продукции,

отличающихся конструкцией, но имеющих сходные величины основных параметров.

Общая унификация - унификация сходной по назначению продукции, не имеющей конструктивно - технологического подобия.

Создание и выпуск машин на основе проверенных оптимальных унифицированных агрегатов позволяет примерно в 3 раза сократить сроки проектирования и освоения новой техники, снизить затраты на проектирование и освоение производства в 1,5 ... 2 раза и уменьшить себестоимость изготовления на 25 ... 30 %.

Агрегатирование - принцип создания машин, оборудования, приборов и других изделий из унифицированных стандартных агрегатов (автономных сборочных единиц), устанавливаемых в изделии в различном числе и комбинациях.

Принцип агрегатирования широко применяют при создании разнообразных типов машин в сельскохозяйственном и автотракторном машиностроении. Используемые при этом агрегаты обладают полной взаимозаменяемостью по всем эксплуатационным показателям и присоединительным размерам.

Унификация и агрегатирование позволяет на основе базовой модели создавать ряд производных машин одинакового назначения, но с различными эксплуатационными показателями (по мощности, производительности и др.) или машин различного назначения, выполняющих качественно другие операции.

Метод секционирования заключается в разделении машин на одинаковые унифицированные секции, из которых образуется путем простого набора ряд производных машин (сейлки, плуги, оборудование животноводческих комплексов и т.д.)

Метод базового агрегата заключается в при соединении к базовой модели машины специального оборудования (агрегатов), в результате чего получают ряд производных машин разнообразного назначения. Метод широко применяется при создании тракторов, автомобилей, комбайнов.

Комплексная стандартизация - это стандартизация, при которой осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимоувязанных требований как к самому объекту комплексной стандартизации в целом и его основным элементам, так и к материальным и нематериальным факторам, влияющим на объект, в целях обеспечения оптимального решения задачи.

Комплексная стандартизация продукции, определяя одновременно качество конечной продукции, исходного сырья, материалов, комплектующих изделий, позволяет сбалансировать качество всех составляющих элементов в интересах достижения оптимального уровня конечной продукции.

Инструментом практической организации работ по комплексной стандартизации продукции является разработка и реализация программ комплексной стандартизации. Реализация указанных программ осуществляется путем разработки и внедрения взаимосвязанных комплексов нормативно-технических документов, обеспечивающих решение поставленных задач.

Показатели уровня стандартизации и унификации изделий.

Уровень стандартизации и унификации изделия - насыщенность его соответственно стандартными и унифицированными составными частями.

Унифицированная деталь (составная часть) - это деталь (составная часть), используемая под одним и тем же номером в двух и более машинах.

Оригинальная деталь (составная часть) - это деталь (составная часть), используемая в одной конкретной машине.

Уровень стандартизации и унификации изделия характеризуется следующими коэффициентами, определенными по методике РД 50-33-80:

Коэффициент применяемости по типоразмера

$$K_{np}^t = \frac{n - n_0}{n} \times 100, \%$$

где  $n$  - общее количество типоразмеров составных частей в изделии;

$n_0$  - количество оригинальных типоразмеров составных частей в изделии.

Коэффициент применяемости по стоимости:

$$K_{np}^{CT} = \frac{C - C_0}{C} \times 100, \%$$

где  $C$  - стоимость всех деталей;

$C_0$  - стоимость оригинальных деталей.

Коэффициент повторяемости:

$$K_n = \frac{N - N_0}{N - 1} \times 100, \%$$

где  $N$  - общее количество составных частей в изделии;

$N_0$  - количество оригинальных деталей.

Для планирования уровня унификации устанавливается коэффициент межпроектной (взаимной) унификации:

$$K_{my} = \frac{\sum_{i=1}^H n_i - z}{\sum_{i=1}^H n_i - n_{max}} \times 100\%$$

$n_i$  - число типоразмеров составных частей (узлов) в  $i$ -м изделии;

$z = \sum_{j=1}^m q_j$  - число типоразмеров составных частей в  $N$  изделиях;

$q_j$  - число разновидностей типоразмеров одного наименования в  $j$ -й составной части;

$m$  - общее число наименований составных частей рассматриваемых изделий (проектов);

$n_{max}$  - максимальное число типоразмеров составных частей одного изделия (проекта).

Для количественной оценки уровня комплексной стандартизации используется интегральный коэффициент охвата изделий стандартизацией

$$K_{\text{инт}} = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n$$

где  $K_1, K_2, \dots, K_n$  - частные коэффициенты стандартизации каждого элемента конструкции, компонента, входящего в изделие.

Таким образом, интегральный коэффициент охвата изделий стандартизацией  $K_{\text{инт}}$  получается перемножением частных коэффициентов, характеризующих уровень стандартизации сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий и т.д.

Частный коэффициент  $K$  представляет собой отношение количества разработанных нормативно-технических документов на стандартизованные элементы конструкции  $K_{\text{ст}}$  и общему количеству нормативно технических документов, необходимых для выпуска данной продукции  $K_{\text{общ}}$

$$K = \frac{K_{\text{ст}}}{K_{\text{общ}}}$$

### Решение задач

Рассмотрим решение задач на примерах.

Оценить уровень унификации автомобиля. Исходные данные по числу типоразмеров, деталей и их стоимости представлены в таблице 1.

Таблица 1 -Информация о составных частях автомобиля

Число типоразмеров		Число деталей		Стоимость, руб	
общее $n$	оригинальных $n_0$ ,	Общее $N$	Оригинальных $N_0$	общая С	Оригинальная С0
3473	196	14989	763	3239,36	1146,46

Решение:

Коэффициент применяемости по типоразмерам:

$$K_{np}^T = \frac{n - n_0}{n} \times 100 = \frac{3473 - 196}{3473} \cdot 100 = 94.3\%$$

## Коэффициент применяемости по стоимости:

$$K_{np}^{CT} = \frac{C - C_0}{C} \times 100 = \frac{3239.36 - 1146.46}{3239.36} \cdot 100 = 64.7$$

Коэффициент повторяемости:

$$K_n = \frac{N - N_0}{N - 1} \times 100 = \frac{14989 - 763}{14989 - 1} \cdot 100 = 94.9$$

Определить коэффициент межпроектной (взаимной) унификации для 18 моделей универсальных токарных станков при следующих исходных данных:

общее количество моделей станков  $H=18$ ;

число типоразмеров составных частей  $z = \sum_{o=1}^{18} q_j = 76$

максимальное число типоразмеров составных частей одного станка  
 $P_{max} = 28$

общее количество составных частей

$$z = \sum_{i=1}^{18} q_i = 276$$

Решение:

## Коэффициент межпроектной (взаимной) унификации:

Пара- метр	Вариант

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
п	152	167	87	195	27	225	141	186	197	213	176	185	200	215
N	484	523	68	587	60	643	674	518	546	578	620	492	520	600
C, уел. ед.	410	440	60	490	51	530	550	580	610	640	630	620	650	590
по	12	17	3	39	42	55	68	76	84	95	85	87	83	94
к,	19	28	4	46	57	76	84	97	105	128	100	115	103	90
CO, уел. ед.	200	220	40	260	28	300	320	340	360	380	400	420	440	460

Таблица 1- Исходные данные

$$K_{\text{my}} = \frac{\sum_{i=1}^H n_i - z}{\sum_{i=1}^H n_i - n_{\max}} \times 100 = \frac{276 - 76}{276 - 28} \cdot 100 = 80.$$

### 3.7.3 Результаты и вывод:

Подготовить отчет о работе и сделать вывод

### **3.7 Практическое занятие №7 (2 часа)**

**Тема: «Определение основных элементов сопряжения»**

#### **3.8.1 Задания для работы:**

1. Изучить общие положения о допусках, посадках и предельных отклонениях размеров.
2. Ознакомиться с примерами решения задач по определению основных элементов соединения.

#### **3.8.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Основные обозначения и расчетные зависимости, применяемые при решении задач этой темы, поясняются на схемах рисунке 1 и 2,

где  $D$  - номинальный размер отверстия;

$d$  - номинальный размер вала;

$ES$  - верхнее отклонение отверстия;

$EI$  - нижнее отклонение отверстия;

$es$  - верхнее отклонение вала;

$ei$  - нижнее отклонение вала;

$D_{min}$  - наименьший предельный размер отверстия;

$D_{max}$  - наибольший предельный размер отверстия;

$d_{min}$  - наименьший предельный размер вала;

$d_{max}$  - наибольший предельный размер вала;

$T_d$  - допуск вала;

$T_D$  - допуск отверстия;

$S_{min}$  - наименьший предельный зазор;

$S_{max}$  - наибольший предельный зазор;

$N_{min}$  - наименьший предельный натяг;

$N_{max}$  - наибольший предельный натяг;

$T_n$  - допуск посадки.

На схемах принято указывать номинальные и предельные размеры в мм, а предельные отклонения, допуски, зазоры или натяги в мкм ( $1\text{мкм} = 0,001\text{мм}$ )

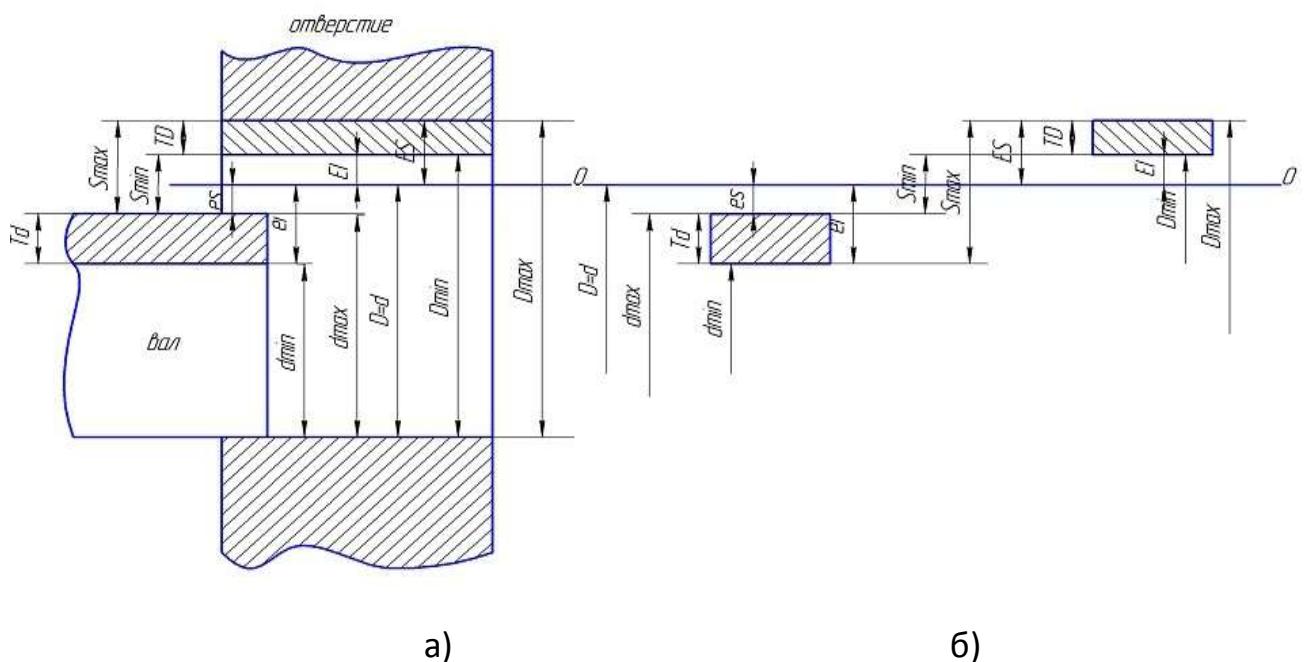
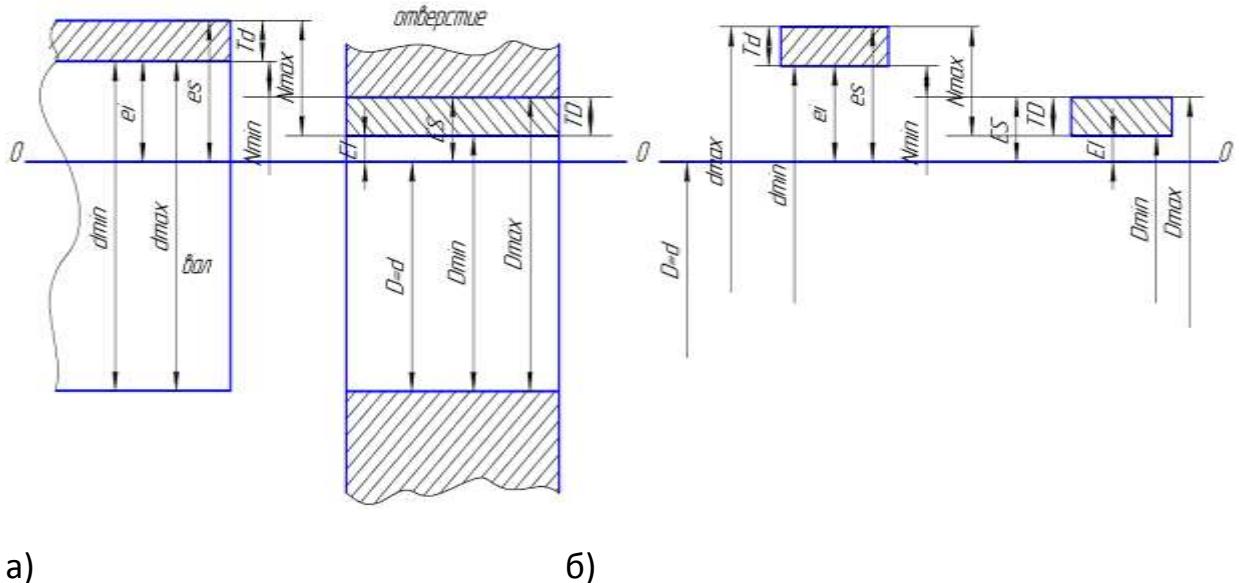


Рисунок 1- Посадка с зазором : а) схема сопряжения б) схема расположения полей допусков



а)

б)

Рисунок 2- Посадка с натягом : а) схема деталей, образующих посадку ( до сборки ) ; б) схема расположения полей допусков

Основные расчетные зависимости:

$$D_{\max} = D + ES$$

$$D_{\min} = D + EI$$

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

$$TD = ES - EI$$

$$Td = es - ei$$

$$d_{\max} = d + es$$

$$d_{\min} = d + ei$$

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

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$$

$$T_n = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d \text{ (для посадки с зазором)}$$

$$T_n = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d \text{ (для посадки с натягом)}$$

$$T_n = N_{\max} + S_{\min} = T_D + T_d \text{ (для переходной посадки)}$$

### Решение задач

Рассмотрим решение задач на примере.

*Пример.* В двух сопряжениях типа вал-отверстие известны: номинальные размеры сопряжений, предельные отклонения отверстия и вала.

**Первое сопряжение:**  $\emptyset 40$  

Второе сопряжение:  $d=100$  mm;  $T_d=0,035$  mm;  $EI=0$  mm;  $es = 0,125$  mm;  $ei= 0,08$  mm.

Для каждого из заданных сопряжений определить:

- 1) предельные размеры отверстия и вала;
- 2) допуск отверстия и вала, допуск посадки
- 3) наибольший и наименьший зазоры или натяги
- 4) начертить схему расположения полей допусков деталей соединений с указанием отклонением.

*Решение*

**Первое сопряжение:**  $\emptyset 40$  

1. Предельные отклонения сопряжений указаны около номинального размера в числовом виде. Имеем:  $ES = +0,025$  мм;  $EI = 0$  мм;  $es = -0,025$  мм;  $ei = -0,050$  мм. Предельные размеры отверстия находим по формулам (1) и (2), а вала - по (6) и (7):

$$D_{\max} = D + ES = 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 40 + 0 = 40,000 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d + es = 40 + (-0,025) = 39,975 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + ei = 40 + (-0,050) = 39,950 \text{ мм}$$

2. Допуск отверстия, допуск вала и допуск посадки вычисляем, соответственно, по формулам (3), (8), (13):

$$T_D = ES - EI = 0,025 - 0 = 0,025 \text{ мм};$$

$$T_d = es - ei = -0,025 - (-0,050) = 0,025 \text{ мм};$$

$$T_h = T_D + T_d = 0,025 + 0,025 = 0,050 \text{ мм}.$$

3. Наименьший и наибольший зазоры определяем по формулам:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0 - (-0,025) = 0,025 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,025 - (-0,050) = 0,075 \text{ мм}.$$

### Второе сопряжение:

1. Предельные размеры отверстия и вала находим по формулам (1), (2), (6), (7), найдя предварительно  $ES$  из уравнения (3):

$$ES = T_D + EI = 0,035 + 0 = 0,035 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = D + ES = 100 + 0,035 = 100,035 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = D + EI = 100 + 0 = 100 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + es = 100 + 0,125 = 100,125 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + ei = 100 + 0,08 = 100,08 \text{ мм}$$

2. Допуск вала и допуск посадки можно найти по формулам

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = 0,125 - 0,08 = 0,045 \text{ мм}$$

$$T_n = N_{\max} - N_{\min} = T_d + T_d = 0,035 + 0,045 = 0,08 \text{ мм}$$

3. Наибольший и наименьший натяги определяем по формулам (11), (12):

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = 100,08 - 100,035 = 0,045 \text{ мм}$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 100,125 - 100 = 100,125 \text{ мм}$$

Схема расположения полей допусков деталей первого и второго соединений приведены на рисунок 3, 4.

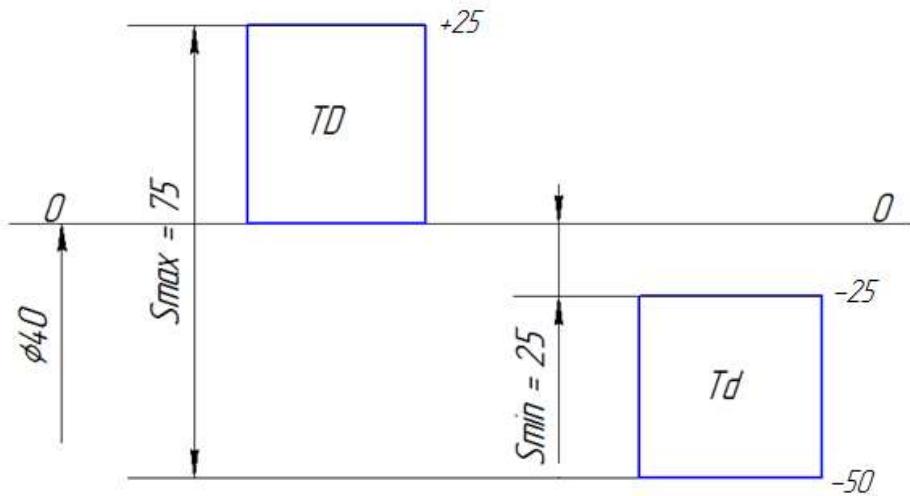


Рисунок 3 - Схема расположения полей допусков деталей первого сопряжения.

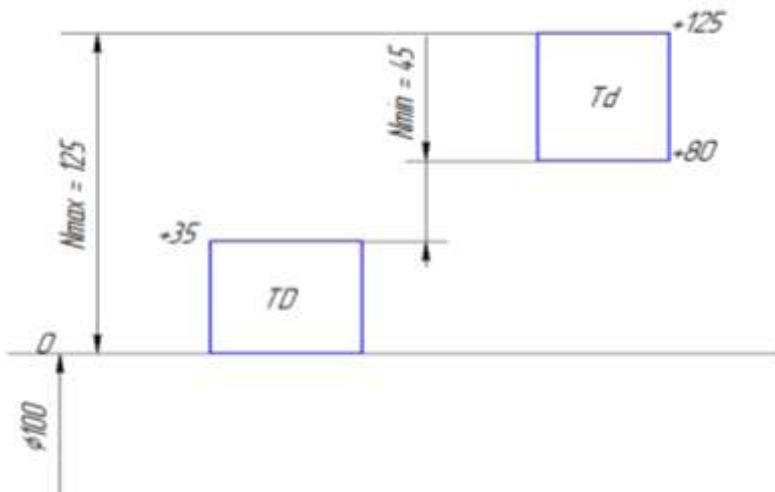


Рисунок 4 - Схема расположения полей допусков деталей второго соединения.

### Задание

Задача 1. В двух сопряжениях типа вал-отверстие известны номинальные размеры сопряжений, предельные отклонения отверстия и вала, которые заданы в табл. 1.

Для каждого из заданных сопряжений дать схему расположения полей допусков деталей сопряжения. На схемах указать предельные отклонения.

Для заданных сопряжений определить:

- предельные размеры отверстия и вала;
- допуск отверстия, допуск вала и допуск посадки;
- наибольший и наименьший зазоры или натяги.

Таблица 1.

Предпоследняя цифра номера варианта	0	1	2	3	4	5
Номинальный размер сопряжения, мм	5	8	16	24	32	63
ES, мкм	+13	+16	+19	+24	+27	+30
EI, мкм	0	0	0	0	0	0
es, мкм	-4	-5	-6	-8	-10	-12

$ei$ , мкм	-12	-15	-18	-22	-27	-32
Отверстие						
	$50_{-0,017}$	$56_{-0,02}$	$32_{-0,017}$	$19_{-0,014}$	$11_{-0,012}$	$6_{-0,006}$
Вал	$50^{+0,035}_{+0,010}$	$56^{+0,07}_{+0,03}$	$32^{+0,060}_{+0,025}$	$19^{+0,050}_{+0,020}$	$11^{+0,040}_{+0,016}$	$50^{+0,017}_{+0,004}$

### Задача 2.

В двух посадках известны номинальные размеры сопряжений, допуска вала, нижнее предельное отклонение вала, натяг наибольший и натяг наименьший (табл. 2).

Дать схемы расположения полей допусков деталей сопряжения в заданных посадках. На схемах указать предельные отклонения.

Для каждой из заданных посадок необходимо определить:

- предельные отклонения отверстия и вала;
- допуск отверстия и допуск вала;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 2.

Предпоследняя цифра номера варианта	0	1	2	3	4	5
Номинальный размер сопряжения, мм						

	42	67	8	26	20	28
$T_d, \text{ мкм}$	39	46	22	39	33	33
$e_i, \text{ мкм}$						
$N_{\max}, \text{ мкм}$	+70	+102	+28	+60	+41	+48
$N_{\min}, \text{ мкм}$	109	148	50	99	74	81
	31	56	6	21	8	15
Номинальный размер сопряжения, мм	190	340	85	240	400	170
$T_d, \text{ мкм}$	72	89	54	72	89	63
$e_i, \text{ мкм}$	+236	+390	+124	+284	+435	+210
$N_{\max}, \text{ мкм}$	308	479	178	356	524	273
$N_{\min}, \text{ мкм}$	163	301	70	211	346	247

### Задача 3.

В двух сопряжениях типа вал-отверстие известны, соответственно, номинальный размер сопряжения, допуски отверстия и вала, верхнее отклонение вала (отверстия), минимальный зазор (натяг) в соединении (табл. 3)

Построить схемы расположения полей допусков деталей сопряжений. На схемах указать предельные отклонения.

Определить для каждого из заданных сопряжений:

- предельные отклонения вала и отверстия;
- наибольший зазор (натяг) и допуск посадки;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 3.

Предпоследняя цифра номера варианта	0	1	2	3	4	5
Номинальный размер сопряжения, мм	90	450	34	280	12	130
$T_d$ , мкм						
$es$ , мкм	35	63	25	52	18	40
$T_D$ , мкм	-36	-68	-25	-56	-16	-43
$S_{min}$ , мкм	54	97	39	81	27	63
	36	68	25	56	16	43
Номинальный размер сопряжения, мм	80	250	50	120	180	30
$T_d$ , мкм						
$es$ , мкм	30	46	25	35	40	21
$T_D$ , мкм	19	29	16	22	25	13
$N_{min}$ , мкм	+30	+46	+25	+35	+40	+21
	29	94	18	44	68	14

#### Задача 4.

В двух посадках известны, соответственно, номинальный размер сопряжения, допуски отверстия и вала, верхнее отклонение вала (отверстия), минимальный зазор (натяг) в соединении.

Построить схемы расположения полей допусков деталей сопряжений для заданных посадок с указанием предельных отклонений.

Для каждой из заданных посадок определить:

- предельные отклонения вала и отверстия;
- наибольший зазор (натяг) и допуск посадки;
- предельные размеры отверстия и вала.

Таблица 4

Предпоследняя цифра номера варианта	0	1	2	3	4	5
Номинальный размер сопряжения, мм	11	36	260	210	85	125
$T_D$ , мкм	11	16	32	29	22	25
$ES$ , мкм	8	11	23	20	15	18
$N_{min}$ , мкм	+11	+16	+32	+29	+22	+25
	7	10	24	21	15	18

Номинальный размер сопряжения, мм	100	380	200	170	500	53
$T_d$ , мкм						
$es$ , мкм	54	89	72	63	97	46
$T_D$ , мкм	-72	-125	-100	-85	-135	-60
$S_{min}$ , мкм	87	140	115	100	155	74
	72	125	100	85	135	60

### 3.8.3 Результаты и выводы:

Подготовить отчет о работе и сделать выводы.

### **3.8 Практическое задание №8 (2 часа)**

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

#### **3.9.1 Задание для работы:**

1. Изучить методику расчета и выбора посадок подшипников качения.
2. Определить предельные отклонения размеров посадочных поверхностей вала и отверстия в корпусе, а также колец подшипника.
3. Построить схему расположения полей допусков для сопряжений «внутреннее кольцо-вал» и «наружное кольцо-корпус»; указать на вид посадки в соединениях, рассчитать предельные зазоры и натяги.

#### **3.9.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. По Гост 8338-75 определяются основные размеры подшипников (приложение 1).

Устанавливается вид нагружения колец подшипника. 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.

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

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} \times k_1 \times k_2 \times k_3$$

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 вибрациях равно 1,0; при перегрузке до 300%, при сильных ударах и вибрациях – 1,8);  $k_2$  – коэффициент, учитывающий степень ослабления посадочного натяга при полном вале или тонкостенном корпусе (при сплошном вале и массивном корпусе равно 1);  $k_3$  – коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки R между рядами роликов в двухрядных конических роликоподшипниках или между сдвоенными шарикоподшипниками при наличие осевой нагрузки на опоре; для радиальных и радиально-упорных подшипников с одним наружным или внутренним кольцом равно 1.

При выборе посадки должно выполняться условие:

$$P_H = [P_R]$$

Где  $[P_R]$  – допустимая интенсивность радиальной нагрузки для выбранного поля допуска посадочной поверхности вала или корпуса (приложение 2).

Для местно нагруженного кольца поле допуска посадочной поверхности вала или корпуса выбирается с учетом его номинального размера и характера нагрузки (приложение 3).

2. По таблицам ГОСТ 520-89 (приложение 4) 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.

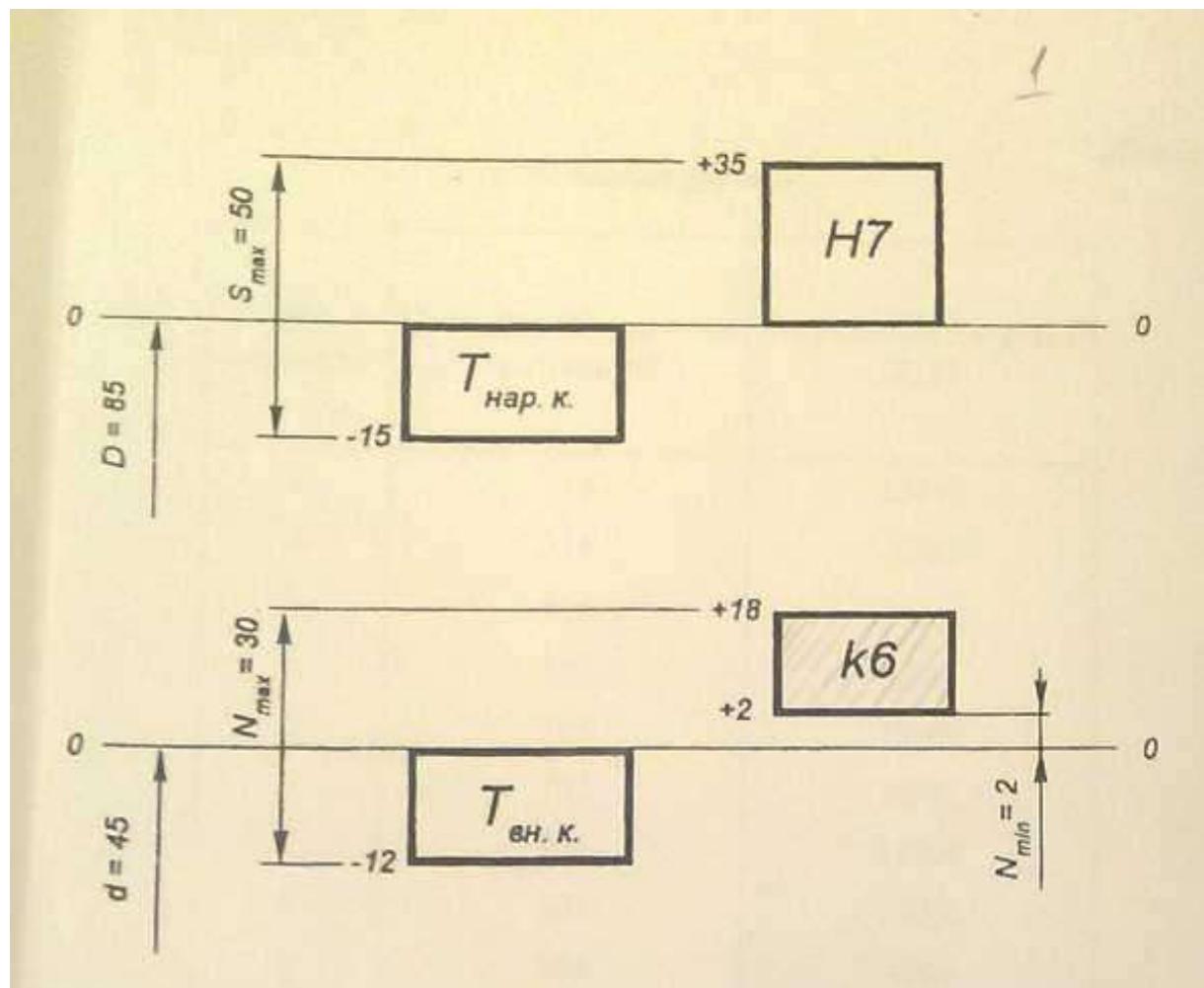


Рис.1 Схема расположения полей допусков и посадочных размеров подшипников и сопряженных деталей.

Таблица 1

Исходные данные

№ варианта	Условное обозначение подшипника	Радиальная нагрузка R, Н
1	312	15800
2	311	9200
3	310	17400
4	309	6500
5	308	15000
6	307	8500
7	306	11500
8	305	10000
9	304	4200
10	220	8400
11	219	17800
12	218	9200
13	217	19200
14	216	5100
15	215	12500

Приложение 1

Условные обозначения подшипников	Габаритные размеры, мм			
	Внутренний диаметр (d)	Наружный диаметр (D)	Ширина (B)	Радиус закругления, r
<b>Легкая серия</b>				
200	10	30	9	1,0
201	12	32	10	1,0
202	15	35	11	1,0
203	17	40	12	1,0
204	20	47	14	1,5
205	25	52	15	1,5
206	30	62	16	1,5
207	35	72	17	2,0
208	40	80	18	2,0
209	45	85	19	2,0
210	50	90	20	2,0
211	55	100	21	2,5
212	60	110	22	2,5
213	65	120	23	2,5
214	70	125	24	2,5
215	75	130	25	2,5
216	80	140	26	3,0
217	85	150	28	3,0

218	90	160	30	3,0
219	95	170	32	3,5
220	100	180	34	3,5
221	105	190	36	3,5
222	110	200	38	3,5
224	120	215	40	3,5
226	130	230	40	4,0
228	140	250		4,0
230	150	270	45	4,0
<b>Средняя серия</b>				
300	10	35	11	1,0
301	12	37	12	1,5
302	15	42	13	1,5
303	17	47	14	1,5
304	20	52	15	2,0

Номинальные габаритные размеры подшипников (по ГОСТ 8338-75)

#### Продолжение приложения 1

Условные обозначения подшипников	Габаритные размеры, мм			
	Внутренний диаметр (d)	Наружный диаметр (D)	Ширина (B)	Радиус закругления, r
<b>Средняя серия</b>				
305	25	62	17	2,0
306	30	72	19	2,0

307	35	80	21	2,5
308	40	90	23	2,5
309	45	100	25	2,5
310	50	110	27	3,0
311	55	120	29	3,0
312	60	130	31	3,5
313	65	140	33	3,5
314	70	150	35	3,5
315	75	160	37	3,5
316	80	170	39	3,5
317	85	180	41	4,0
318	90	190	43	4,0
319	95	200	45	4,0
320	100	215	47	4,0
321	105	225	49	4,0
322	110	240	50	4,0
324	120	260	55	4,0
326	130	280	58	5,0
330	150	320	65	5,0
<b>Тяжелая серия</b>				
403	17	62	17	2,0
404	20	72	19	2,0
405	25	80	21	2,5
406	30	90	23	2,5

407	35	100	25	2,5
408	40	110	27	3,0
409	45	120	29	3,0
410	50	130	31	3,5
411	55	140	33	3,5
412	60	150	35	3,5
413	65	160	37	3,5
414	70	170	42	4,0
415	75	190	45	4,0
416	80	200	48	4,0
417	85	210	52	5,0

## Приложение 2

Допускаемые интенсивности радиальных нагрузок на посадочных поверхностях валов и корпусов

Диаметр отверстия внутреннего кольца, мм		Допустимые значения $P_R$ кН/м (Н/мм), поля допуска валов			
свыше	до	js6	k6	m6	n6
18	80	До 300	300-1400	1400-1600	1600-3000
80	180	До 600	600-2000	2000-2500	2500-4000
180	360	До 700	700-3000	3000-3500	3500-6000
Диаметр наружного кольца, мм		Допустимые значения $P_R$ кН/м (Н/мм), поля допуска корпусов			
Свыше	до	K7	M7	N7	P7
50	180	1000	800-1000	1000-1300	1300-2500
180	360	1200	1000-1500	1500-2000	2000-3300
360	630		1200-2000	2000-2600	2800-4000

## Приложение 3

Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий для местно нагруженных колец

Размер посадочного диаметра, мм		Поля допусков			Типы подшипников
		валов	Отверстий в корпусах стальных или чугунных		
Свыше	До		Неразъемных	Разъемных	
Нагрузка спокойная или с умеренными толчками и вибрацией, перегрузка до 150%					

-	80	h6	H7		Все, кроме штампованных игольчатых
80	260	g6,f6*,js6	G7	H7	
260	500	f6, js6	G7		
Нагрузка ударами и вибрацией, перегрузка до 300%					
-	80	h6	Js7		Все, кроме штампованных игольчатых, роликовых конических, двухрядных
80	260	h6	H7	Js7	
260	500	g6	H7		

\*Применять при частоте вращения не более 0,5  $\Pi_{\text{пр}}$  ( $\Pi_{\text{пр}}$  – предельно допустимая частота вращения подшипников).

#### Приложение 4

Допускаемые отклонения (мкм) диаметров колец подшипников класса точности 0 (по ГОСТ 520-89)

Интервалы номинальных диаметров		Св. 6 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 250
Допускаемые отклонения диаметра $d^1$	ES	0	0	0	0	0	0	0	0
	EI	-8	-10	-12	-15	-20	-25	-25	-30
Допускаемые отклонения диаметра $D^1$	es	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-25	-30

Примечание:

При контроле подшипников по данным отклонениям за  $d^1$  и  $D^1$  следует принимать  $d_{cp}$  и  $D_{cp}$  которые определяются как среднее арифметическое наибольшего и наименьшего значений диаметра, измеренного в двух крайних сечениях кольца.

**3.9.3** Подготовить отчет о работе и сделать вывод.

