

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра энергоресурсосберегающих процессов
в химической и нефтегазовой технологиях

Составитель
А. А. Андрюшков

ОП.04 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ **И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ**

Методические материалы

Рекомендовано цикловой методической комиссией
специальности СПО 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание
и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензент:

Михайлов Г. С. – кандидат технических наук, доцент кафедры энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Андрюшков Алексей Анатольевич

ОП.04 Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия: методические материалы [Электронный ресурс] для студентов специальности СПО 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) очной формы обучения / сост. А. А. Андрюшков; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2019.

Методические материалы для ОП.04. «Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия» содержат перечень разделов отчета по практике, требования по оформлению отчета, содержание разделов отчета, перечень выполняемых на практике работ, перечень вопросов на защиту отчета по практике.

© КузГТУ, 2019

© Андрюшков А. А.,
составление, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа №1	7
Лабораторная работа №2	13
Лабораторная работа №3	14
Практическая работа №1	25
Практическая работа №2	30
Практическая работа №3	34
Учебно-методические материалы	40

ВВЕДЕНИЕ

Вся деятельность любого специалиста в любой отрасли деятельности, по сути, сводится к решению трех взаимосвязанных задач. Во-первых, он должен спланировать деятельность, то есть упорядочить и установить параметры деятельности, придать им статус, довести до исполнителей. Иными словами, задать стандарт. Во-вторых, он должен реализовать этот стандарт, доведя параметры и характеристики объекта деятельности до запланированных (заданных стандартом) и сопоставит результаты с планом (проконтролировать), то есть измерить и провести оценку соответствия. И, наконец, в-третьих, он должен презентовать результаты потребителю для получения того или иного знака его одобрения. Без этого завершения любая деятельность теряет смысл.

Стандартизация, метрология и оценка соответствия является инструментами обеспечения безопасности и качества продукции, работ и услуг. Техническое законодательство, стандартизация и оценка соответствия определяют уровень безопасности и качества продукции и, следовательно, являются важнейшими инструментами конкурентоспособности продукции. В настоящее время очень остро стоит вопрос о гармонизации отечественных правил стандартизации, метрологии и оценки соответствия с международными правилами, поскольку это является важным аспектом дальнейшей деятельности России в рамках Всемирной торговой организации (ВТО). Введение в действие с 1 июля 2003 г. нового Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» положило начало реформе технического регулирования, значимость которой, по мнению специалистов, по последствиям сравнима с либерализацией цен и приватизацией. Технические регламенты, стандартизация, метрология и оценка соответствия определяют регулируемую роль государства с помощью установления норм и правил, организующего поведение на рынке хозяйствующих субъектов. Поэтому актуальное значение данной дисциплины в подготовке специалистов трудно переоценить. Еще с начала 80-х годов в мире установилось понимание, что успех бизнеса определяется, прежде всего, качеством продукции и услуг, а овладение методами обеспечения качества, базирующимися на стандартизации, метрологии и оценке соответствия, является одним из главных условий выхода поставщика на рынок с конкурентоспособной продукцией.

Проблема качества актуальна для всех стран независимо от зрелости рыночных отношений. Достаточно вспомнить, как в разбитых во Второй мировой войне Японии и Германии умелое применение методов стандартизации и метрологии позволило обеспечить качество продукции и тем самым дать старт обновлению экономики этих стран. Сегодня стандартизация является частью современной предпринимательской стратегии. Ее влияние и задачи охватывают все сферы общественной жизни. Так, стандарты на процессы и документы (управленческие, товаросопроводительные, технические) содержат те «правила игры», которые должны знать и выполнять специалисты промышленности и торговли для заключения взаимовыгодных сделок, а приемы технического регулирования являются инструментами обеспечения не только безопасности, конкурентоспособности, но и эффективности партнерства изготовителя, заказчика и продавца на всех уровнях управления.

История развития метрологии, стандартизации и сертификации. С самых древних времен копирование и воспроизводство стали самыми эффективным и реальным инструментом развития человеческого общества. Непрерывно совершенствуя предметы и орудия труда, новые трудовые приемы, постоянно фиксируя наиболее удачные результаты трудовой деятельности с целью их повторного использования, люди всегда стремились к достижению оптимальной степени упорядочения в ней посредством установления положений для всеобщего и многократного использования. Применение в древности единой системы мер, строительных деталей стандартного размера, водопроводных труб стандартного диаметра – это примеры деятельности по стандартизации, которая на современном нормативном языке именуется как «достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования...».

Развитие экономических связей между государствами во все времена неизменно сопровождалось использованием методов стандартизации. Так, в связи с необходимостью строительства большого количества судов в Венеции в Эпоху Возрождения сборка галер осуществлялась из заранее изготовленных деталей и узлов (был использован метод унификации). Началом международной стандартизации можно считать принятие в 1875 г. представителями 19 государств Международной метрической конвенции и учреждение Международного бюро мер и весов. Первые упоминания о стандартах в России

отмечены во времена правления Ивана Грозного, когда были введены для измерения пушечных ядер стандартные калибры – кружала. Петр I, стремясь к расширению торговли с другими странами, не только ввел технические условия, учитывающие повышенные требования иностранных рынков к качеству отечественных товаров, но и организовал правительственные бракеражные комиссии в Петербурге и Архангельске, в обязанность которых входила тщательная проверка качества экспортируемого Россией сырья (древесины, льна, пеньки и др.).

Стандартизация, как правило, основывается на достижениях науки, техники и практического опыта. Она не только определяет уровень развития производства, но и стимулирует прогресс науки и техники. Стандартизация становится одним из важнейших средств улучшения организации общественного производства, осуществления экономической и технической политики государства, ускорения научно-технического прогресса, эффективного управления торами интенсификации экономики, органически объединяет фундаментальные и прикладные науки, она способствует их целенаправленности и быстрейшему внедрению научных достижений в практическую деятельность.

Паспорт рабочей программы учебной дисциплины ОП 04 Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия

Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной образовательной программы среднего профессионального образования – программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальностям СПО 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям).

Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:
- оформлять технологическую и техническую документацию

в соответствии с действующей нормативной базой на основе использования основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности;

- применять документацию систем качества;
- применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

- применять ЕСДП;

знать:

- документацию систем качества;
- единство терминологии, единиц измерения с действующими стандартами и международной системой единиц СИ в учебных дисциплинах;

- основные положения систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов;

- основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации;

- основы повышения качества продукции;

- принцип построения ЕСДП.

Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины: максимальной учебной нагрузки обучающегося 70 часов, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 48 часов; самостоятельной работы обучающегося 16 часов.

Лабораторная работа №1.

Выполнение контроля размеров цилиндрических деталей (штангенциркулем и микрометром)

Измерение наружного размера валов с помощью микрометра (рисунок 1). Перед измерением тщательно протереть измерительные плоскости микрометра – торец микрометрического винта 3 и торец пятки 2, запрессованной в скобу 1; проверить плавность хода микровинта и нулевую установку. Для микрометра с пределом измерения 25...50 мм измерительные плоскости микрометра приводят в соприкосновение с эталоном длиной 25 мм. Если нулевая установка сбита, следует вновь протереть измерительные поверхности, привести их в соприкосновение под усилием трещотки 8, закрепить микровинт 3 стопором 4 и осторожно отвернуть установочный колпачок 7 на пол-оборота. При этом барабан 6 освобождается; вращая его, совместить нулевой штрих с продольной линией стебля 5. После этого барабан закрепить колпачком 7.

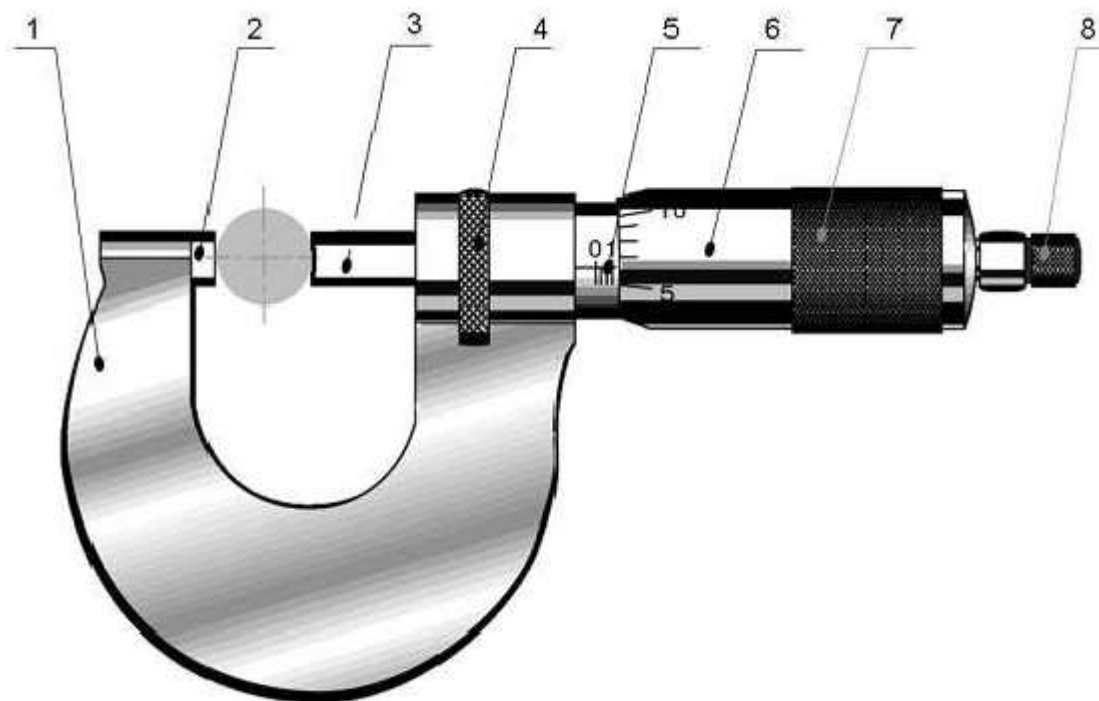


Рисунок 1 – Микрометр

Измерение микрометром производят, пользуясь трещоткой. Использование барабана для подвинчивания микровинта не допустимо.

Не следует пользоваться микрометром с застопоренным микровинтом как жесткой скобой.

Выбор измерительного средства для каждого размера производится в зависимости от величины допуска, установленного для данного размера, и от конструкции детали, руководствуясь тем, что предельная погрешность метода измерения не должна превышать 20...30 % величины допуска на данный размер.

Предельная погрешность измерения с помощью микрометра составляет 10 мкм; с помощью штангенциркуля и штангенглубиномера с ценой деления 0,05 мм составляет 80 мкм.

Зависимость выбора измерительного инструмента от конструкции детали на примере штангенинструмента: при одинаковой точности измерений штангенглубиномером (рисунок 2) измеряют размеры уступов, а штангенциркулем – диаметр ступеней. Универсальным штангенциркулем измеряют диаметры и размеры уступов, но точность измерения при этом ниже.

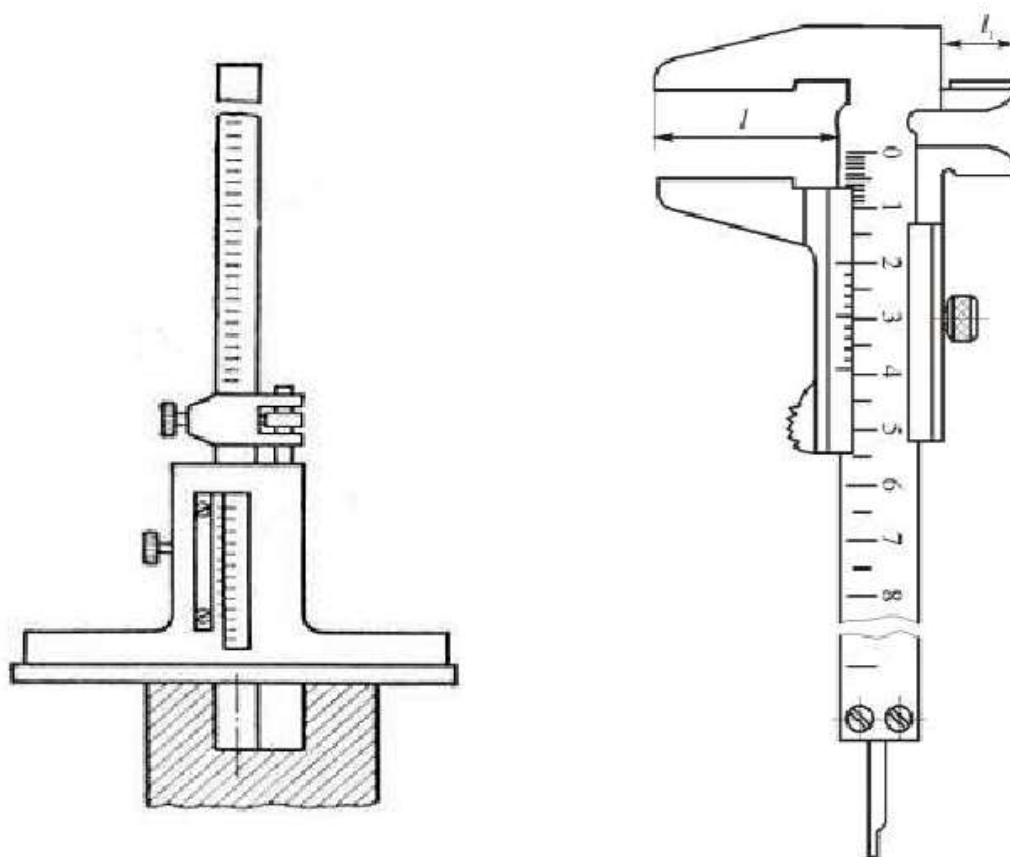


Рисунок 2 – Штангенглубиномер и штангенциркуль

Порядок выполнения работы

1. Выполнить эскиз детали согласно рабочему чертежу (рисунок 4).

2. В таблицу отчета выписать из ГОСТ 25347–82 предельные допускаемые отклонения для всех размеров, указанных на рабочем чертеже детали.

3. Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.

4. Произвести выбор измерительных средств для измерения каждого размера.

5. Определить действительные размеры всех диаметров и длин измеряемой детали с помощью выбранных измерительных средств.

На рис. 1 и 2 показаны микрометр и штангенинструменты, предназначенные для измерительных операций.

Измерение каждого размера производить в трех положениях инструмента по отношению к детали, расположенных под углом 120^0 одно к другому.

6. Среднее арифметическое значение по трем измерениям одного размера принять за действительный размер, сравнить его с предельными допустимыми по ГОСТ 25347–82 и сделать вывод о качестве исполнения данного размера («годный», «брак исправимый», «брак окончательный»). Аналогичное заключение сделать по каждому размеру.

7. Вычертить схему расположения полей допусков для трех размеров (по указанию преподавателя), проставить на них числовые значения предельных отклонений, номинального, предельных и действительного размеров.

В качестве примера рассмотрим построение поля допуска для размера вала $d = 16h8$ (рисунок 4). Данный размер выполнен по 8-му качеству с основным отклонением h .

Из ГОСТ 25347-82 для 8-го качества, номинального размера 16 мм, лежащего в интервале размеров «свыше 10 мм до 18 мм», и основного отклонения h верхнее отклонение равно нулю, а нижнее – минус 27 мкм. От нулевой линии N–N в определенном масштабе откладываем значения предельных отклонений (в микрометрах), предельные размеры (мм), которые равны 16 мм и 15,973 мм, и значение действительного размера.

Если действительный размер вала лежит между допускаемыми размерами 16 и 15,973, то деталь «годная», если размер больше 16 мм – «брак исправимый», если же размер меньше 15,973 – «брак окончательный».

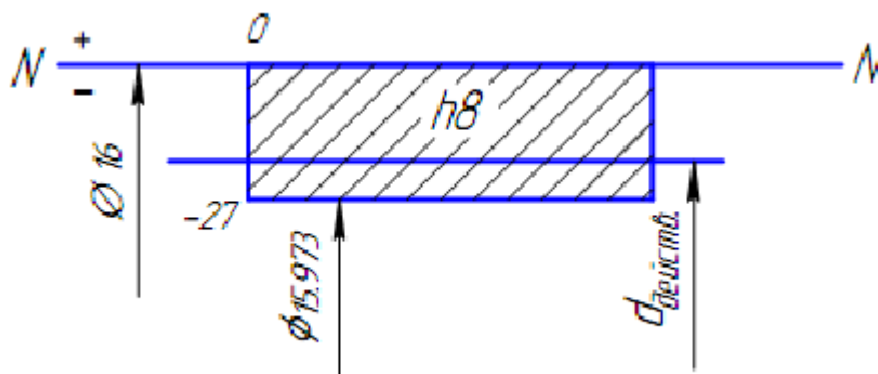


Рисунок 3 – Схема расположения поля допуска

Примечание. Если номинальный размер детали лежит на границе двух интервалов, то его предельные отклонения находятся по интервалу меньших размеров.

8. Дать краткую характеристику инструментов, использованных при выполнении работы (название инструмента, цена деления, пределы измерения).

Заполнить таблицу 1 с результатами измерения.

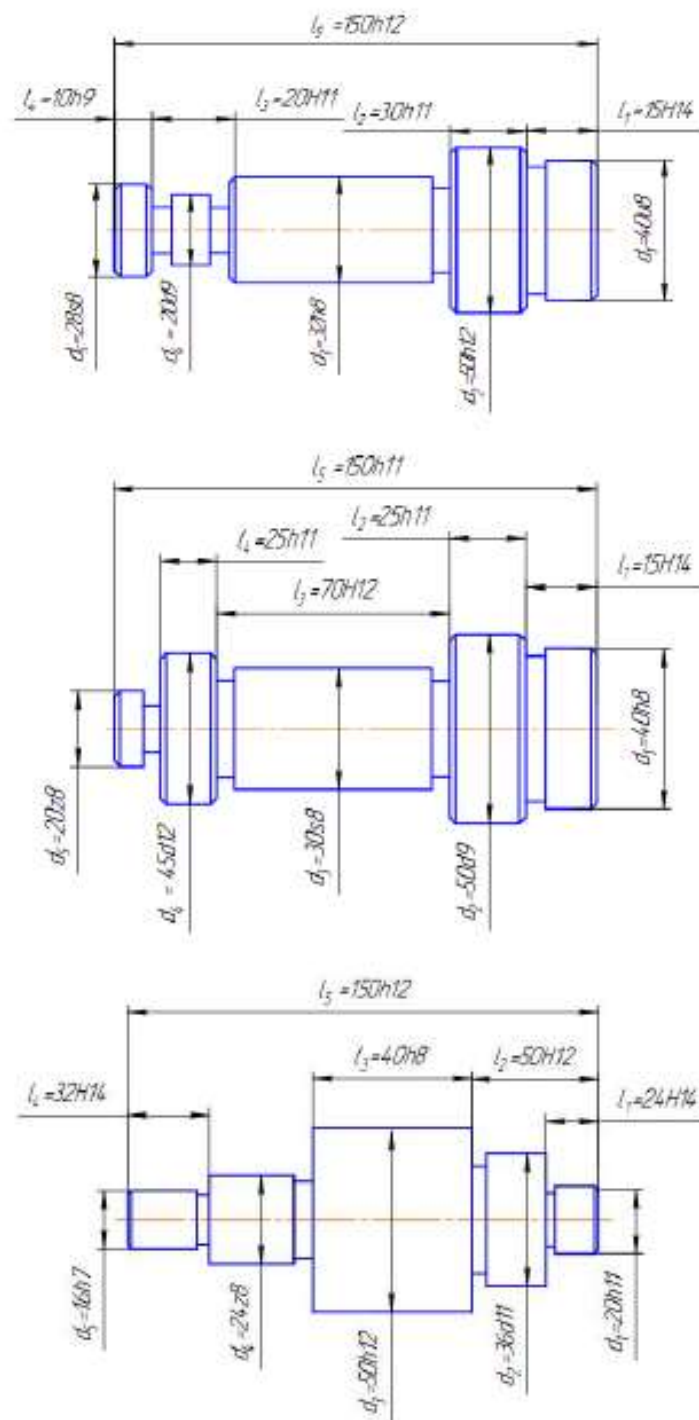


Рисунок 4 – Рабочий чертеж деталей

Таблица 1 – Результаты измерения

Обозначение размера по эскизу	Размер, указанный на эскизе	Предельные отклонения, мкм		Предельные размеры, мм		Допуск, мкм	Измерительный инструмент	Действительный размер, мм	Заключение о годности размера
		Наибольший	Наименьший	Наибольший	Наименьший				
<i>d1</i>									
<i>d2</i>									
<i>d3</i>									
<i>d4</i>									
<i>d5</i>									
11									
12									
13									
14									
15									

Контрольные вопросы

1. Штангенциркуль. Порядок работы, составные части, цена деления.
2. Микрометр. Порядок работы, составные части, цена деления.
3. Что называется качеством?
4. Что такое допуск, верхнее, нижнее отклонение размера?
5. Сколько существует качеств?
6. Что называется полем допуска?
7. Какой размер называется действительным?
8. Какая линия называется нулевой?

Лабораторная работа №2.

Проведение статистической обработки результатов измерений

Цель работы

- 1) изучить теорию статистической обработки результатов прямых измерений;
- 2) определить доверительный интервал методом среднего арифметического и статистическим способом по заданному набору значений измеряемой величины с учётом обусловленной доверительной вероятности.

Порядок выполнения работы

Задание: измерение линейных размеров тела (длины).

1. Выполнить n измерений длины тела и записать их результаты в таблицу 2. (Методика проведения измерений остаётся на усмотрение преподавателя.)
2. Произвести обработку результатов измерений.
3. Определить необходимое число измерений для доверительной вероятности $\alpha_1 = 0.95$ и $\alpha_2 = 0.9$ и средней квадратичной ошибки S_n при $\Delta x^2 = \bar{x}$ и $\Delta x^2 = \Delta x_{\text{СТАТ}}$.
4. Определить доверительный интервал для S_n при $\alpha = 0.95$.
5. Определить доверительную вероятность α для интервала $\Delta x = \Delta \bar{x}$.
6. Записать окончательный ответ в виде $x = \bar{x} \pm \Delta x$ при доверительной вероятности $\alpha = 0.95$.
7. Построить гистограмму результатов измерений длины тела, используя данные компьютерной обработки.

Таблица 2 – Результаты измерений

x_i																
Δx_i																
Δx_i^2																
$\bar{x} =$							$\Delta \bar{x} =$					$x = \bar{x} \pm \Delta x$				

Контрольные вопросы

1. Назовите типы ошибок.
2. Охарактеризуйте 3 группы систематических ошибок.
3. В каких случаях измерение производится один раз, а в каких несколько раз?
4. Чем определяется необходимое число измерений?
5. Средняя квадратичная и средняя арифметическая ошибки.
7. Какие два параметра характеризуют величину случайной ошибки?
8. Закон сложения случайных ошибок.
9. Чему равна средняя квадратичная погрешность среднего арифметического?
10. Порядок определения доверительных интервалов и доверительных вероятностей при любом небольшом числе измерений.
11. Как определяется доверительный интервал для заданного значения?
12. Правило обнаружения промахов.
13. Оценка результирующей ошибки, когда систематическая и случайная ошибки измерений близки друг к другу.
14. Правило определения числа значащих цифр при записи окончательного ответа.

Лабораторная работа №3.

Выбор измерительного средства для различных видов работ

Цель работы

Получить навыки работы с нормативными документами для выбора методов и средств измерений линейных размеров;

Выбрать для измерения линейных размеров детали, выданной руководителем в соответствии с номером подгруппы, соответствующие универсальные измерительные средства и указать их метрологические характеристики.

Методика выбора средств измерения

Для выбора средств измерения применяют три методики:

1. Приближенная

Данная методика широко применяется при ориентировочном выборе средств измерения, при проведении метрологического контроля и экспертизы нормативно-технической и конструкторской и технологической документации.

1.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали ($T_{\text{дет}}$) выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

1.2. Рассчитывается допускаемая погрешность измерения: Допускаемая погрешность измерения принимается 25% от величины допуска на размер, то есть $\sigma_{\text{изм}} = 0,25 T_{\text{дет}}$

1.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемой погрешности измерения.

Допускаемая погрешность измерения в целом является комплексной погрешностью и включает погрешность измерительных средств, погрешность метода измерений и ряд других погрешностей, зависящих от температуры, базирования, измерительного усилия и пр. Наилучшее соотношение между погрешностью самого средства измерения $\sigma_{\text{си}}$ и остальными погрешностями $\sigma_{\text{доп}}$ будет при $\sigma_{\text{си}} \approx \sigma_{\text{доп}}$.

Допускаемые погрешности измерения $\sigma_{\text{изм}}$ определяют случайные и неучтенные систематические составляющие погрешности измерения. При этом случайная составляющая погрешности измерения $\sigma_{\text{си}}$ должна быть на 25...30% ниже, чем $\sigma_{\text{изм}}$ (т.е. $\sigma_{\text{си}} = 0,7 \sigma_{\text{изм}}$). В этом случае оптимальное значение коэффициента $K = \sigma_{\text{си}} / \sigma_{\text{изм}} = 0,7$ при

$$\sigma_{\text{изм}} = \sqrt{\sigma_{\text{си}}^2 + \sigma_{\text{доп}}^2}.$$

Обычно выбирают $K = 0,6...0,8$.

Случайную составляющую можно выявить практически при всех видах измерений. Однако эту часть погрешности иногда принимают за всю предельную погрешность измерения. Ограничивать неучтенную систематическую погрешность измерения не представляется возможным, поскольку для ее непосредственного определения

необходимо иметь рабочие эталоны, что особенно при точных измерениях практически сделать невозможно.

1.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие).

Выбор измерительного средства заключается в том, чтобы наибольшая предельная погрешность $\pm\Delta_{\text{lim}_{\text{си}}}$, являющаяся нормированным метрологическим показателем данного измерительного средства, не превышала случайной составляющей допускаемой погрешности измерения, т.е. при этом должно выполняться условие:

$$\pm\Delta_{\text{lim}_{\text{си}}} \leq (0,6 \div 0,8) \cdot \sigma_{\text{изм}}.$$

1.5. В метрологическую карту (прил. 1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

2. Расчетная

Данная методика применяется при выборе средств измерения для единичного и мелкосерийного производства, для экспериментальных исследований, для измерения выборки при статистическом методе контроля, для повторной перепроверки деталей, забракованных контрольными автоматами.

2.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали ($T_{\text{дет}}$) выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

2.2. Определяется расчетная допускаемая погрешность измерения. При расчете по данной методике необходимо пользоваться таблицей процентного соотношения допускаемой погрешности измерения и допусков деталей для различных качеств точности (табл. 3).

Таблица 3 – Процентное соотношение допускаемой погрешности измерения в зависимости от точности объекта измерения

Квалитет точности объекта измерения по ГОСТ 25347-81	Предельная погрешность измерения, % от допуска
Валы 5-го квалитета	35
Отверстия и валы 6-го и 7-го квалитетов	30
Отверстия 5-го квалитета	
Отверстия 8-го и 9-го квалитетов	25

Квалитет точности объекта измерения по ГОСТ 25347-81	Предельная погрешность измерения, % от допуска
Валы 8-го квалитета	
Отверстия 10-16-го квалитетов Валы 9-16-го квалитетов	20

В соответствии с таблицей 3, определяют расчетную допускаемую погрешность измерения из выражения

$$\frac{\delta_{\text{изм.расч.}}}{T_{\text{дет}}} \cdot 100\% \leq \text{табличной величины.}$$

2.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемой погрешности измерения.

2.4. По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие) при условии

$$\pm \Delta_{\text{limси}} \leq (0,6 \div 0,8) \sigma_{\text{изм.расч.}}$$

2.5. В метрологическую карту (прил. 1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

3. Табличная

Табличная методика рекомендуется для выбора средств измерения при серийном, крупносерийном и массовом производстве, если предусмотрены измерения, а не контроль с применением калибров.

3.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали (ТДЕТ) выбирается в зависимости от заданного квалитета точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

3.2. Определяется допускаемая погрешность измерения.

В основе табличной методики лежит ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». Данный стандарт устанавливает значения допускаемых погрешностей измерения $\sigma_{\text{изм}}$ в зависимости от допуска IT и 13 основных интервалов номинальных размеров для 2... 17-го квалитетов, которые приведены в данных методических указаниях в прил.2. Значение $\sigma_{\text{изм}}$ определяют для любых значений допуска. При допусках, не соответствующих значениям, указанным в прил.2., допускаемая погрешность выбирает-

ся по ближайшему меньшему значению допуска для соответствующего размера.

3.3. Рассчитывается случайная составляющая допускаемая погрешность измерения (аналогично п. 2.1.3).

По справочным таблицам выбирается средство измерения в зависимости от детали (вал или отверстие) при условии

$$\pm \Delta_{\text{lim}_{\text{си}}} \leq (0,6 \div 0,8) \sigma_{\text{изм}}.$$

В метрологическую карту (прил. 1) заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

Следует помнить, что наименования средств измерений выбираются из специальных таблиц предельных погрешностей измерений РД 50-98-86.

Выбор метода измерений

Выбранное средство измерений линейных размеров, его конструкция определяют метод измерений.

Метод измерений представляет собой прием или совокупность приемов применения средств измерений и характеризуется совокупностью тех физических явлений, на которых основаны измерения.

По способу получения и характеру результатов измерения различают прямые, косвенные, абсолютные и относительные измерения (таблица 4).

Таблица 4 – Виды измерений линейных величин

Измерение	Определение	Примеры измерения
Прямое	Измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных	Измерение глубины линейкой; глубиномера штангенциркуля; диаметра вала – микрометром
Косвенное	Измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подверженными прямым измерениям	Измерение среднего диаметра методом трех проволок, устанавливаемых во впадины резьбы

Измерение	Определение	Примеры измерения
Абсолютное	Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант	Измерение линейных размеров штангенциркулем, микрометром, глубиномером, на инструментальном микроскопе и т.д.
Относительное	Измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную	Измерение диаметра отверстия индикаторным нутромером, настроенным по концевым мерам; диаметра вала – рычажной скобой

В производственных условиях наиболее широко применяются методы прямых измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

При методе непосредственной оценки значение измеряемой величины получают непосредственно по отсчетному устройству средства измерений, например штангенциркуля, микрометра и т.д. Кроме того, этот метод по характеру результата измерений является абсолютным, так как весь измеряемый параметр фиксируется непосредственно средством измерения.

Метод прост, не требует особых действий оператора и дополнительных вычислений. Особое внимание при измерениях этим методом уделяется используемым средствам измерений, так как они служат основными источниками погрешности измерений. Это обуславливает необходимость тщательного выбора средств измерений, обеспечивающих высокую точность. При методе сравнения с мерой измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. В литературе этот метод называется также относительным, так как средство измерения фиксирует лишь отклонение параметра от установочного значения.

Метод используют при проведении более точных измерений. Погрешность метода характеризуется в основном погрешностью используемой высокоточной меры.

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Примерами используемых мер являются плоскопараллельные концевые меры и штриховые меры.

Метод сравнения с мерой при линейных измерениях реализуется в следующих разновидностях, среди которых различают:

дифференциальный метод;

метод совпадений.

Дифференциальный (нулевой) метод измерений – метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. Так, диаметр отверстия измеряют индикаторным нутромером, предварительно настроенным на размер с помощью концевых мер длины. Наружные размеры измеряют рычажными и индикаторными скобами. Рычажные скобы имеют большую жесткость по сравнению с индикаторными и как следствие меньшую предельную погрешность измерения.

Метод совпадений – метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение ее с величиной, воспроизводимой мерой (т. е. с фиксированной отметкой на шкале физической величины). К примеру, при измерении длины штангенциркулем, наблюдают совпадение отметок на шкалах штангенциркуля и нониуса.

Если рассмотренные методы прямых измерений не позволяют решить измерительную задачу, прибегают к косвенным измерениям, что значительно расширяет диапазон измеряемых величин и возможности измерений.

Порядок выполнения работы

Освоить табличную методику выбора универсальных измерительных средств, которая рекомендуется для серийного, крупносерийного и массового производства.

По чертежу детали (рисунок 5) определить заданные контролируемые размеры согласно своему варианту (таблица 5).

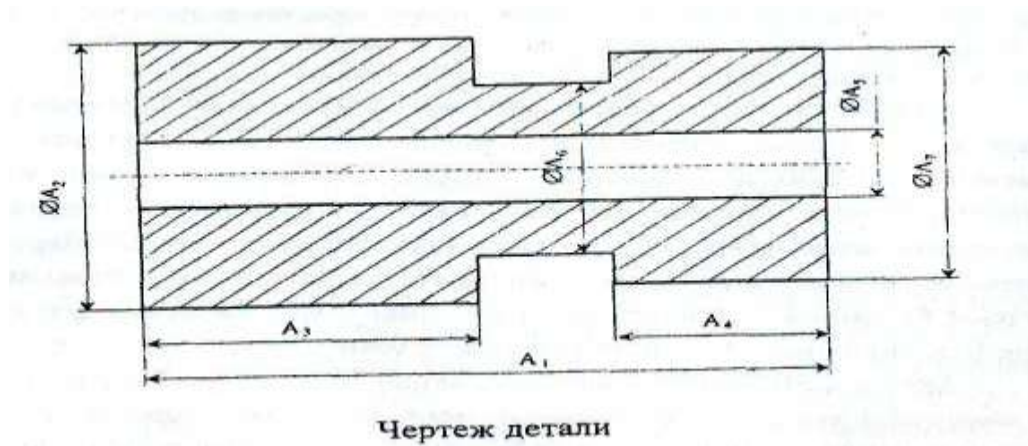


Рисунок 5 – Чертеж детали

Таблица 5 – Варианты заданий

Номер образца	Контролируемые параметры детали						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
1	$130 \pm \frac{IT15}{2}$	40 a 11	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	18,5 H 9	32 h 12	34 h 8
2	$130 \pm \frac{IT15}{2}$	39,5 h 9	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	18,5 D 10	32 h 12	34 h 8
3	$140 \pm \frac{IT15}{2}$	42 h 9	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5 D 10	34 h 12	36 h 8
4	$140 \pm \frac{IT15}{2}$	42 h 9	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5 D 10	34 h 12	36 h 8
5	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	43,5 h 9	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	22,5 D 10	36 h 12	38 u 8
6	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	43,5 h 9	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	$40,5 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5 Js 10	36 js 10	38 u 8
7	$160 \pm \frac{IT15}{2}$	46 u 8	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	24,5 Js 10	38 h 12	40 h 8
8	$160 \pm \frac{IT15}{2}$	46 u 8	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	24,5 Js 10	38 h 12	40 h 8
9	$170 \pm \frac{IT15}{2}$	46 u 8	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	26,5 D 10	40 h 12	42 u 8

Заданные контролируемые размеры представлены в следующем виде:

$$130 \pm \frac{IT15}{2}; 40a11; 20,5D10,$$

где 130, 40 и 20,5 – номинальный (теоретический) размер данного параметра детали,

IT, a и D – характеристика вида параметра детали (линейный размер, внутренний или внешний диаметры соответственно),

15, 11 и 10 – квалитет – характеристика класса точности изготовления данного размера.

3. Определить номинальный размер, квалитет, предельные отклонения элемента детали, используя ГОСТ 25347-81, ГОСТ 25346-81.

Для выполнения задания в соответствии с буквенной частью условного обозначения допустимых предельных отклонений (IT, a, h или D, H) определить ГОСТ, из которого следует выбирать численные значения предельных отклонений:

IT – линейные размеры – ГОСТ 8.051-81

a, h – внешние диаметры – ГОСТ 25347-81

D, H – внутренние диаметры – ГОСТ 25346-81.

Далее по номеру квалитета в соответствующем ГОСТе выбрать таблицу для определения предельных отклонений.

По условному обозначению предельных отклонений ($\pm \frac{IT15}{2}$, a 11 и D 10) и номинальному размеру (130, 40 и 20,5) из таблицы выбрать численные значения допустимых предельных отклонений на изготовление заданного размера (максимальное – верхнее число и минимальное – нижнее, мкм).

4. Рассчитать предельно допустимую погрешность средства измерения.

Необходимо определить допуск на изготовление заданного размера T , который равен

$$T = \Delta H_{\max} - \Delta H_{\min}$$

с учетом знаков.

Рассчитать предельную погрешность измерения данного параметра

$$\sigma_{\text{изм}} = (0,2-0,3) \cdot T.$$

Величину коэффициента выбирают в зависимости от важности объекта, в который входит данная деталь. Чем ответственнее объект, тем меньше численное значение коэффициента.

Рассчитать значение предельно-допустимой погрешности СИ, которое может быть использовано для контроля качества изготовления заданного размера детали

$$\Delta_{\text{lim СИ}} \leq (0,6 \div 0,8) \sigma_{\text{изм}}.$$

Величину коэффициента выбирают в зависимости от квалификации человека, который будет использовать СИ. Чем выше квалификация, тем большую погрешность может иметь СИ.

5. Выбрать средства измерения для контроля параметров детали (штангенциркуль, микрометр, рычажная скоба, индикаторный нутромер) и указать их метрологические характеристики (предел измерения, цену деления и предельную погрешность СИ).

Средство измерения выбирается исходя из анализа его метрологических характеристик, указанных в паспорте (технической документации, справочнике) и сравнения их с размером измеряемого параметра и предельно-допустимой погрешностью, определенной в п. 4, причем:

- измеряемый (номинальный) размер должен входить в предел измерения выбираемого СИ (0,7–0,8 от предела измерений),
- предельная погрешность выбираемого СИ должна быть меньше предельно допустимой погрешности, определенной в п. 4.

В работе метрологические характеристики СИ линейных размеров приведены в таблице приложения 3. Для входа в таблицу сначала определяется интервал размеров, в который входит измеряемый. Затем по этому столбцу опускаются до строки, в которой указана предельная погрешность СИ, способного измерять данный параметр, меньшая, чем допустимая. После этого в данной строке таблицы определяют вид СИ и его метрологические характеристики, которые заносят в метрологическую карту (характеристика объекта измерения; метрологические характеристики выбранных СИ), (прил. 1).

6. Сделать соответствующие выводы по выбранным средствам измерения.

Контрольные вопросы

1. Что является основой методик выбора средств измерений?
2. Что такое допускаемая погрешность измерения?
3. Как определяется предельная погрешность средств измерений?
4. Какие условия влияют на выбор средств измерения?
5. Какие факторы учитывают при выборе средств измерений линейных размеров?
6. Какие существуют виды средств измерений?
7. Какие методы прямых измерений вы знаете?

8. Какая величина является основополагающей при выборе средств измерений?
9. Как влияет допуск на обеспечение функциональной взаимозаменяемости?
10. Каков порядок действий при выборе средств для измерения линейных размеров?
11. Какие способы нанесения требований на линейные размеры в рабочих чертежах вы знаете?
12. Каким образом может быть уменьшена случайная составляющая погрешности измерения?
13. Какие нормативные документы используют при выборе средств измерений линейных размеров?
14. В чем заключается сущность дифференциального (нулевого) метода измерения линейных размеров?
15. Какие вы знаете метрологические характеристики средств измерений?

Практическая работа №1.
Вычисление абсолютной, относительной
и приведённой погрешностей. Определение их влияния
на достоверность результатов

Цель практической работы

Изучение и закрепление знаний о классах точности средств измерений. В результате проведенного занятия студент должен знать:

- формы выражения пределов допускаемой основной и дополнительной погрешностей;
- обозначения классов точности средств измерения в технической документации и на средствах измерений;
- определение класса точности средства измерения.

Класс точности СИ – обобщенная характеристика данного типа СИ, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемой основной, а в некоторых случаях и дополнительных погрешностей (они рассмотрены выше), а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Основная погрешность средства измерений (англ. *intrinsic error of a measuring instrument*) – погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях.

Дополнительная погрешность средства измерений (англ. *complementary error of a measuring instrument*) – составляющая погрешности средства измерений, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений. Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей выражают в форме приведенных, относительных или абсолютных погрешностей.

Абсолютная погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Относительная погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Приведенная погрешность средства измерений (англ. *reducial error of a measuring instrument*) – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Примечания:

- Условно принятое значение величины называют нормирующим значением. Часто за нормирующее значение принимают верхний предел измерений.

- Приведенную погрешность обычно выражают в процентах. Класс точности применяется для средств измерений, используемых в технических измерениях, когда нет необходимости или возможности выделить отдельно систематические и случайные погрешности, оценить вклад влияющих величин с помощью дополнительных погрешностей.

Класс точности позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность средств измерений одного типа, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых с помощью каждого из этих средств. Класс точности СИ конкретного типа устанавливают в стандартах технических требований или других нормативных документах.

Для средств измерений, пределы погрешностей которых выражают в форме приведенных или относительных погрешностей, следует устанавливать ряды классов точности, обозначаемых числами: $1 \times 10n$; $1.5 \times 10n$; $1.6 \times 10n$; $2 \times 10n$; $2.5 \times 10n$; $3 \times 10n$; $4 \times 10n$; $5 \times 10n$; $6 \times 10n$, где $n = 1, 0, -1, -2$ и т.д. Для одного и того же значения показателя степени n разрешается устанавливать не более пяти классов точности.

Примечание:

- Одновременно применять ряды классов точности $1.5 \times 10n$ и $1.6 \times 10n$ не допускается.

- Класс точности $3 \times 10n$ допускается применять в виде исключения в технически обоснованных случаях.

Обозначения, применяемые в документации:

1. Классы точности средств измерений, пределы погрешностей, нормы которых выражены в форме абсолютных погрешностей, обозначают заглавными буквами латинского алфавита, которые допускается сопровождать индексом или римскими цифрами.

Пример. Плоскопараллельная концевая мера длины класса точности А (рисунок 6).



Рисунок 6 – Плоскопараллельная концевая мера длины класса точности А

2. Классы точности средств измерений, пределы погрешностей, нормы которых выражены в форме относительной погрешности или в форме приведенной погрешности, обозначают числами, совпадаю-

щими со значением предела основной погрешности, выраженным в процентах. Пример. Амперметр класса точности 1.5 (рисунок 7).

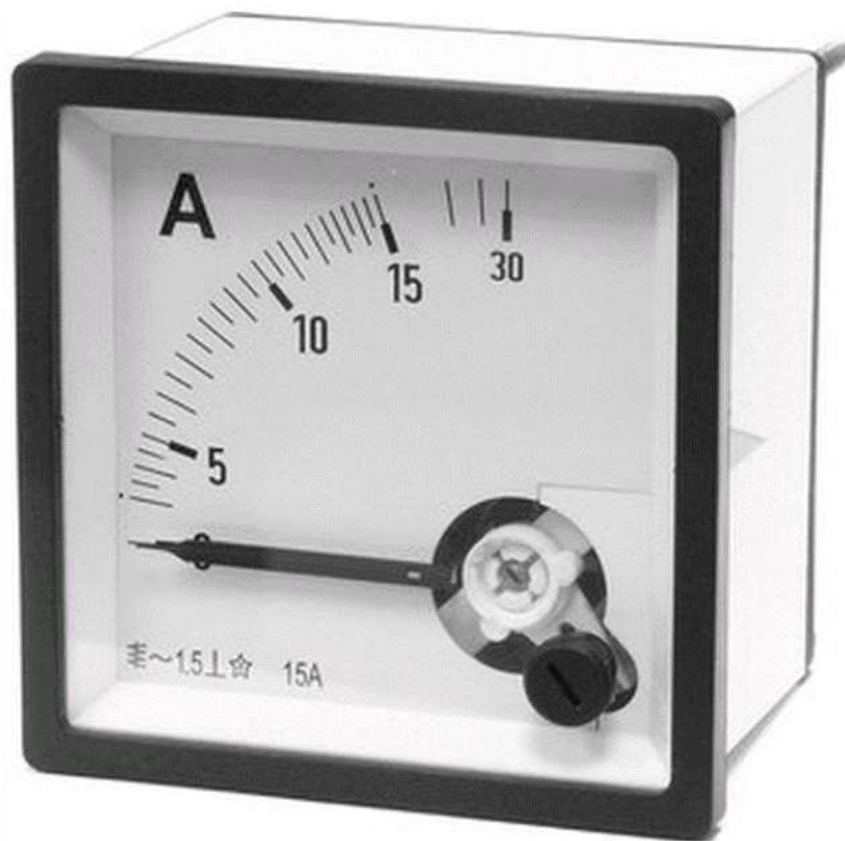



Рисунок 7 – Амперметр класса точности 1.5

3. Точности средств измерений, пределы погрешностей которых представлены в форме относительной погрешности, обозначают двумя числами, разделенными косой чертой. Первое из этих чисел совпадает со значением слагаемого **c**, а второе – коэффициента **d**, которые определяют предел погрешности, выраженный в процентах.

4. В документации, относящейся к изготовлению и применению средств измерений (в национальных нормативных документах, технических условиях, технических описаниях и т. д.), обозначение класса точности рекомендуется сопровождать указанием нормативного документа, которым установлен данный класс точности.

Таблица 6 – Классы точности средств измерений

Форма выражения погрешности	Класс точности или предел погрешности (примеры)	Обозначение класса точности (для данного примера)
Абсолютная	Класс М	М
Приведенная, если нормирующее значение выражено в единицах измеряемой величины	$\gamma = \pm 1,5\%$	1,5
Приведенная, если нормирующее значение принято равным длине шкалы	$\gamma = \pm 0,5\%$	0,5
Относительная постоянная	$\delta = \pm 0,5\%$	
Относительная, возрастающая с уменьшением измеряемой величины (X – результат измерения, X _к – конечное значение шкалы прибора)	$\delta = \Delta / x = \pm \left[c + d(x_k / x - 1) \right],$	0,02/0,01

Порядок выполнения практической работы

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями общей теории измерений, касающимися класса точности средств измерений.
2. Ответить на поставленные вопросы:
 - В чем разница между основной и дополнительной погрешностями средства измерения?
 - Для каких средств измерений используется класс точности?
3. Заполнить таблицу 7.

Таблица 7 – Ответы на тестовые задания

№ варианта тестового задания	№ вопроса тестового задания	Вариант ответа

Практическая работа №2.

Определение нормируемых метрологических характеристик СИ

Цель практической работы

Изучение номенклатуры свойств объекта, определяющих его качество.

Порядок выполнения работы

1. Повторить основные теоретические положения.
2. Построить дерево свойств объекта.
3. Ответить на контрольные вопросы.

При оценке качества электрооборудования устанавливается степень соответствия значений показателей качества после ремонта с их нормативными значениями.

Показатели качества электрооборудования характеризуют пригодность оборудования к использованию в соответствии с назначением при необходимом уровне безопасности, надежности и эффективности. При оценке качества электрооборудования из общей номенклатуры показателей качества изделия используются те показатели, которые могут измениться в процессе эксплуатации и подлежат восстановлению до нормативных значений.

Так как при выполнении ремонта должно быть обеспечено восстановление исправности или работоспособности электрооборудования и восстановление его ресурса, то принимаются показатели качества из следующих групп:

- показатели назначения;
- показатели надежности;
- эргономические показатели;
- экологические показатели;
- показатели безопасности.

Номенклатура и нормативные значения показателей качества электрооборудования принимаются в соответствии с нормативной и технической документацией на конкретные виды и типы изделий (оборудования).

Иерархическая структура свойств

С точки зрения оценивания качество можно представить в виде иерархической структуры (дерево свойств), на самом низком (нулевом) уровне которого находится качество как наиболее обобщенное комплексное свойство продукции, а на самом высоком уровне – простые свойства.

Строя иерархическую структуру свойств, желательно подняться до такого высокого уровня рассмотрения, на котором находятся не разлагаемые на какие-либо другие, наименее общие, так называемые простые свойства.

Правила построения деревьев свойств:

свойства m -го уровня

свойства 2-го уровня

свойства 1-го уровня

свойство 0-го уровня

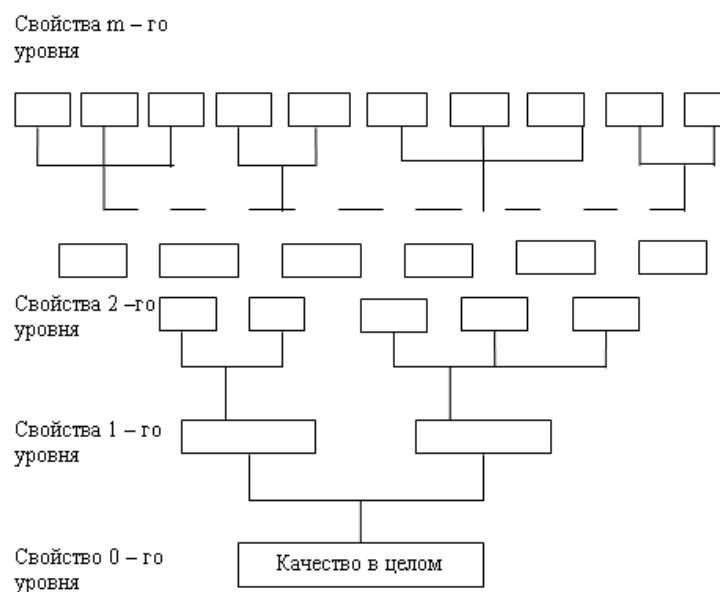


Рисунок 8 – Иерархическое дерево свойств качества

Известно, что каждый предмет и его качество можно описать с помощью большого числа свойств. Комплексный же показатель качества является результирующей величиной этих свойств.

В квалиметрии следует учитывать две противоположные тенденции: с одной стороны – стремление описать качество максимально возможным числом свойств, с другой – количество учитываемых свойств стараются уменьшить, чтобы сократить объемы расчетов.

Следовательно, необходимо найти оптимальное число свойств, придерживаясь следующих положений: свойства качества рассматриваются как классификационная система согласно иерархической многоуровневой структуре свойств, основу классификации составляет признак, определяемый целью, с которой проводится оценка качества; количество свойств качества должно удовлетворять требованиям необходимости и достаточности.

Правила построения дерева свойств

1. Правила, обязательные при любой ситуации оценки, называются общими правилами. Те правила, которых нужно придерживаться только в зависимости от ситуации оценки, будут называться частными.

2. Общие правила построения дерева свойств

3. Свойства, входящие в группу, должны исключать необходимость их одновременного учета в виду того, что между показателями этих свойств есть функциональная зависимость.

4. Структура дерева должна позволять проводить корректировку (добавлять в дерево новые свойства или, наоборот, исключать некоторые свойства) в связи с изменением ситуации оценки.

5. В дереве свойств должны обязательно присутствовать (разумеется, с учетом ситуации оценки) показатели: экологичность, жизнеобеспеченность, безызбытность.

6. В дереве свойств жесткая структура отдельных поддеревьев должна распространяться на максимально возможное число ярусов.

7. Для каждого сложного свойства существует несколько различных признаков, с помощью которых оно может быть разделено на группу простых свойств. Из них надо выбрать те признаки, которые имеют потребительскую направленность.

8. В дереве не должно быть нечетких, двусмысленных, неоднозначно трактуемых формулировок свойств.

9. Необходимо так строить дерево, чтобы в нем нашли отражение все особенности процесса потребления объекта, выявленные на стадии определения ситуации оценки.

10. В любой группе должны быть отставлены только независимые свойства.

11. Дерево должно «ветвиться» до тех пор, пока во всех группах свойств, находящихся на последнем ярусе дерева, не останутся только простые, которые уже не нужно разделять.

12. Преимущество дерева в табличной форме заключается в экономии места, необходимого для изображения дерева.

В квалиметрии считается, что любое свойство качества может быть определено двумя числовыми параметрами: весомостью (важностью) и оценкой качества. Правда, в некоторых методиках весомость учитывается разными по размеру шкалами. Однако все методики подчиняются одному правилу: весомости всех свойств, находящихся на одном уровне, связаны друг с другом так, что сумма весомостей всегда остается постоянным, заранее заданным числом.

Во многих методиках принимается, что весомость всех свойств, находящихся на одном и том же уровне равна 1.

Задание

Используя мнение экспертов и в соответствии с правилами построения деревьев свойств, построить дерево свойств объекта. Объект выбирается студентом самостоятельно. В качестве экспертов выступает группа студентов в количестве 6–8 человек.

1. Выбрать объект.

2. Сформировать экспертную группу, назначить ведущего эксперта.

3. Рассмотреть объект и, используя любой метод («мозговой атаки», простого обсуждения и т. д.), определить набор показателей на каждом уровне дерева свойств.

4. Используя знания правил построения дерева свойств, определиться с формой дерева.

5. Учитывая мнения экспертов, расположить на каждом ярусе этого дерева соответствующие свойства.

6. Экспертным способом определить коэффициенты весомости каждого из свойств в рассматриваемом объекте.

Контрольные вопросы

1. Сущность понятия «дерево свойств».

2. Что такое простое свойство?

3. Что такое весомость?

4. Как определяется степень весомости различных свойств в рассматриваемом объекте?

Требования к отчету по работе

1. Название работы;
2. цель;
3. название применяемых методов;
4. построенное дерево;
5. вывод по работе.

Практическая работа №3. Составление локальной поверочной схемы для универсального средства измерений

Цель практической работы

Составление поверочной схемы средства измерений на основе государственной поверочной схемы.

Одним из важнейших понятий метрологии является единство измерений. Обеспечение единства измерений – главная задача деятельности государственных и ведомственных метрологических служб, проводимой в соответствии с установленными правилами, требованиями и нормами.

На государственном уровне деятельность по обеспечению единства измерений регламентируется техническими регламентами, нормативными документами Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ), национальными стандартами, методическими указаниями метрологических институтов и других органов государственной метрологической службы (МИ), руководящими документами (РД), правилами по метрологии (ПР).

Единство измерений достигается путем точного воспроизведения, хранения единиц физических величин (ЕФВ) эталонами и передачи их размеров эталонам более низкой точности и рабочим средствам измерений.

Эталоном ЕФВ называется средство измерений или комплекс средств измерений, предназначенные для воспроизведения и (или) хранения ЕФВ и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденные в качестве эталона в установленном порядке.

Поверочная схема – это нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений, участвующих в передаче ЕФВ от эталона рабочим средствам измерений (с указанием методов и погрешности передачи), утвержденный в установленном порядке.

Передача размеров ЕФВ от эталонов рабочим средствам измерений (мерам, измерительным приборам) осуществляется с помощью рабочих эталонов соответствующих разрядов.

Разрядность рабочих эталонов определяется в зависимости от точности воспроизведения ЕФВ, а также от порядка их соподчинения в соответствии с поверочной схемой. Для различных видов измерений (линейных, угловых, световых, электрических и т. д.) устанавливается различное число разрядов рабочих эталонов (до 4-х), что определяется требованиями практики и соответствующими стандартами.

Передача размера ЕФВ от эталона к нижестоящему по поверочной схеме средству измерений осуществляется путем поверки.

Поверочные схемы разрабатываются на основании ГОСТ «ГСИ. Поверочная схема. Содержание и построение» и подразделяются на государственные, ведомственные и локальные.

Государственная поверочная схема распространяется на все средства измерения данной физической величины, применяемые в РФ. Схема представляет собой чертеж с текстовой пояснительной частью и оформляется в виде ГОСТ или МИ.

Чертеж поверочной схемы выполняется по определенным правилам (рисунок 9). Все средства измерений (эталон, рабочие эталоны, рабочие средства измерений) представляются в виде прямоугольников с указанием наименования СИ и его метрологических характеристик (диапазон измерений ФВ или ее номинальное значение, допускаемые погрешности СИ). Первичный государственный эталон имеет двойную линию обводки прямоугольника. Чертеж разделен горизонтальными штрихпунктирными линиями на отдельные поля. Обозначения существующих полей выполняются с левой стороны чертежа. В верхней части располагается поле исходных эталонов (первичных, специальных, вторичных, рабочих). Ниже следуют поля рабочих эталонов соответствующих разрядов. Между ними могут

размещаться поля рабочих эталонов, заимствованных из других поверочных схем. В нижней части чертежа располагается поле рабочих средств измерений.

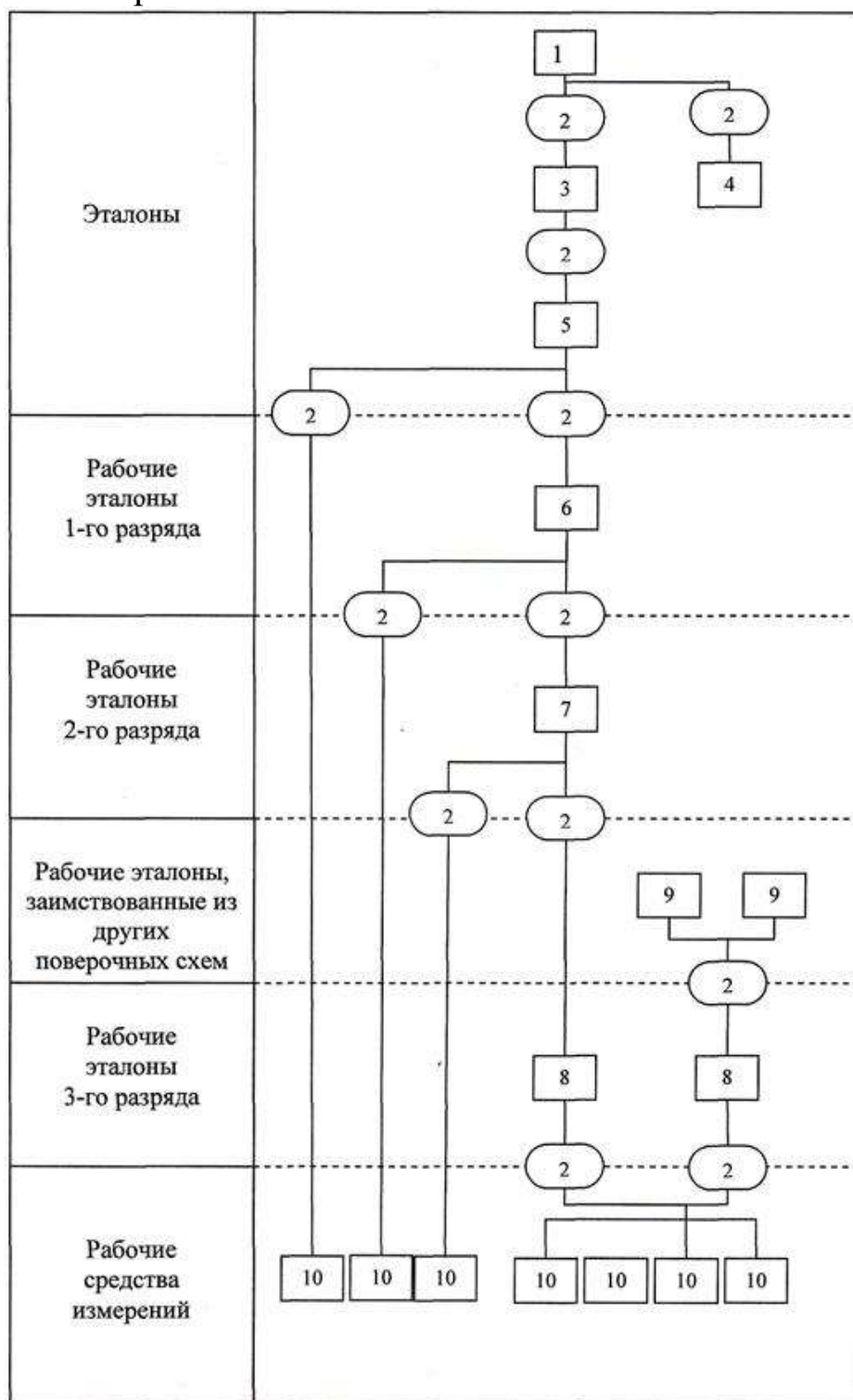


Рисунок 9 – Структура Государственной поверочной схемы

1 – государственный эталон; 2 – метод передачи размера единицы ФВ; 3 – эталон-копия; 4 – эталон-свидетель; 5 – рабочий эталон; 6, 7, 8 – рабочие эталоны соответствующих разрядов; 9 – рабочий эталон, заимствованный из других ПС; 10 – рабочие средства измерений (РСИ)

На границах полей в овалах указываются методы поверки и допускаемые значения погрешностей поверки. Все элементы схемы связаны отрезками прямых линий, которые указывают последовательность передачи ЕФВ от первичного или специального эталона к рабочим средствам измерений. При этом движение вдоль линий может осуществляться только «сверху вниз» и «вправо – влево».

Существуют следующие методы поверки СИ: метод непосредственного сличения, метод сличения при помощи компаратора, метод прямых измерений, метод косвенных измерений.

При построении поверочных схем должны быть соблюдены соотношения между погрешностями эталонного и поверяемого средств измерений. Если при поверке вводятся поправки за показания эталонных СИ, это соотношение принимается равным 1:3, а в случае, если поправки не вводятся, исходя из критерия ничтожной малости погрешности, соотношение устанавливается в пределах от 1:5 до 1:10. Для особо точных СИ при введении поправок это соотношение может достигать 1:2.

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя описание средства измерений, для которого должна быть составлена поверочная схема.

2. Выбрать государственную или ведомственную поверочную схему для средств измерений соответствующей физической величины.

3. Исходя из наименования поверяемого СИ и его метрологических характеристик, выбрать на поле рабочих СИ средство измерений, аналогичное поверяемому, либо близкое ему по виду или назначению. В случае если погрешности поверяемого СИ находятся между значениями погрешностей более точного и менее точного средств измерений, выбрать в качестве аналога более точное СИ.

4. Проследить по поверочной схеме соподчиненность средств измерений в обратной последовательности, т. е. от выбранного рабочего средства измерений до эталонов в верхней части схемы.

5. Воспроизвести на листе формата А4 последовательность передачи размеров ЕФВ от исходного эталона к поверяемому средству измерений с соблюдением всех требований ГОСТ «ГСИ. Поверочная схема. Содержание и построение».

Требования к отчету по работе

Отчет по данной лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Описание поверяемого средства измерений с указанием его технических характеристик.
3. Сведения о государственной или ведомственной поверочной схеме, выбранной в качестве исходной.
4. Чертеж составленной поверочной схемы.

Типовые вопросы на зачет

1. Основные вехи развития стандартизации в России.
2. Основные понятия и средства стандартизации.
3. Категории и виды стандартов.
4. Порядок разработки, утверждения и отмены стандартов.
5. Обязательства РФ по стандартизации для вступления во Всемирную ассоциацию.
6. Комплексная стандартизация.
7. Межотраслевые и межгосударственные системы стандартов.
8. Международная и региональная стандартизация.
9. Системы управления качеством на базе стандартизации.
10. Службы стандартизации в организациях.
11. Сущность, цели и задачи технического регулирования.
12. Технические регламенты.
13. Федеральный информационный фонд.
14. Развитие метрологии в РФ.
15. Понятие науки метрологии.
16. Физические величины.
17. Виды и методы измерений.
18. Назначение средств измерений.
19. Факторы, влияющие на измерения.
20. Этапы развития сертификации.
21. Нормативно-правовая база подтверждения соответствия.
22. Понятия в области подтверждения соответствия.
23. Обязательная сертификация.
24. Сертификация продукции и услуг.
25. Фальсификация сертификатов соответствия.

26. Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов и технических регламентов.

Учебно-методические материалы

Основная литература

1. ГОСТ Р 1.0-2012. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения (с Изменением № 1) [Текст] : Взамен ГОСТ Р 1.0-2004; введ. 2013-07-01. – Изд. офиц., [с изм.] / Всерос. науч.-исслед. ин-т стандартизации и сертификации в машиностроении (ФГУП «ВНИИНМАШ»). – Москва : Стандартинформ, 2013. – 11 с.

Дополнительная литература

1. Виноградова, А. А. Законодательная метрология: учебное пособие. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 92 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106874>. – Загл. с экрана.

2. Сергеев, А. , Г. Метрология. – 3-е изд., пер. и доп. [электронный ресурс]. – Москва : Юрайт, 2019. – 322 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/metrologiya-433660>. – Загл. с экрана.

3. Латышенко, К. П. Метрология и измерительная техника. лабораторный практикум. – 2-е изд., испр. и доп. [электронный ресурс]. – Москва : Юрайт, 2019. – 186 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/metrologiya-i-izmeritelnaya-tehnika-laboratornyy-praktikum-437218>. – Загл. с экрана.

4. Волегов, А. С. Метрология и измерительная техника: электронные средства измерений электрических величин [электронный ресурс]. – Москва : Юрайт, 2019. – 103 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/metrologiya-i-izmeritelnaya-tehnika-elektronnye-sredstva-izmereniy-elektricheskikh-velichin-431341>. – Загл. с экрана. (04.10.2019).

5. Степанова, Е. А. Метрология и измерительная техника: основы обработки результатов измерений [электронный ресурс]. – Москва : Юрайт, 2019. – 95 с. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/metrologiya-i-izmeritelnaya-tehnika-osnovy-obrabotki-rezultatov-izmereniy-431339>. – Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачёва. Режим доступа: www.kuzstu.ru.