

**Минобрнауки России**

---

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет)»  
(СПбГТИ(ТУ))**

---

Кафедра теоретических основ материаловедения

А.Б. Романов, М.В. Крашенинникова, М.М. Сычев,  
В.Н. Коробко

**ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
СЕРТИФИКАЦИИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

Учебное пособие  
для студентов заочной формы обучения

Санкт-Петербург  
2014

УДК 338.24  
ББК 65.290-2  
Г93

Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества: учебное пособие для студентов заочной формы обучения / А.Б. Романов [и др.] ; СПб, СПбГТИ(ТУ), 2014 - 143 с.

В учебном пособии рассмотрены основные положения метрологии, стандартизации, сертификации продукции, процессов и услуг, приведены контрольные задания по разделам дисциплины – контрольная работа и курсовая работа.

Учебное пособие предназначено для студентов заочной формы обучения бакалавриата по направлениям:

151000 – Metallургия, машиностроение и материалообработка.  
(151000.00 – Технология машин и оборудования)

270000 – Архитектура и строительство. (270000.00 - Строительство)  
и соответствуют рабочей программе учебной дисциплины «Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества».

Рис. 24, табл. 11, библиогр. назв. 19.

- Рецензенты: 1) Петербургский государственный университет путей сообщения. Кафедра «Инженерная химия и защита окружающей среды». Л.Б. Сватовская, д.т.н., профессор, зав. кафедрой.  
2) А.Н. Луцко, доцент, кафедра «Механика», СПбГТИ(ТУ), канд. техн. наук

Утверждено на заседании учебно-методической комиссии  
общеинженерного отделения протокол № от г.

Рекомендовано к изданию РИСО СПбГТИ(ТУ)

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(Технический университет), 2014.

## Введение

Для связи с преподавателями кафедры теоретических основ материаловедения СПбГТИ(ТУ) по вопросам связанным с решением контрольных работ и др.:

e-mail: tom-spbgti@narod.ru

Дополнительную информацию можно найти на сайте кафедры по адресу:

<http://tom-spbgti.narod.ru/>

Курс «Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества» относится к тем учебным дисциплинам, основные положения которых непосредственно используются в инженерной деятельности. Знания, полученные при изучении курса, необходимы для грамотного проектирования технологических процессов, обеспечения нормальной эксплуатации химических аппаратов и машин, для достижения высокого качества и оптимальной стоимости химических продуктов и изделий. Основные положения дисциплины будут использованы также при последующем изучении специальных предметов, выполнении курсовых и дипломных работ и проектов.

Курс состоит, что и отражено в названии его, из трех взаимосвязанных частей.

**Метрология** – это наука о единицах, средствах и методах измерений. Здесь рассматриваются и решаются общие проблемы установления единиц измерения физических величин и передачи единиц средствам измерения, разрабатываются принципы методик измерений и оценки точности измерений, реализуются правила метрологического обеспечения производства и испытаний.

**Стандартизация** – деятельность по установлению норм, требований, положений, выполнение которых обеспечит требуемое качество продукции, эффективность использования материальных ценностей, соблюдение требований безопасности и охраны окружающей среды. Стандартизация охватывает сферы деятельности, связанной с созданием продукции, осуществлением процессов (работ) и обеспечением различных услуг. Она основывается на достижениях науки, техники, опыта и способствует созданию основ настоящего и будущего развития.

Нормы, правила, положения разрабатываются в виде нормативных документов: стандартов, технических условий, регламентов, рекомендаций и др.

В химической промышленности особенно значимыми являются стандарты и правила проектирования, изготовления, приемки и безопасной эксплуатации химических аппаратов, обеспечения надежности химико-технологических процессов и качества химических продуктов.

**Сертификация** – деятельность по проверке соответствия продукции, процесса или услуги установленным требованиям. Доказательством такого

соответствия является специальный документ – сертификат соответствия, выдаваемый государственным органом по сертификации по правилам определенной процедуры.

## 1 Основы метрологии

### 1.1 Задачи и основные понятия метрологии

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

Основными задачами метрологии являются:

- установление единиц измерения и их воспроизведение в виде эталонов;
- разработка методик измерений;
- оценка точности измерений и устранение причин, снижающих точность;
- обеспечение единства измерений и единообразия измерительных средств.

Средства измерения (далее СИ) позволяют определить значение физических величин, различных технических параметров, свойства веществ, что необходимо при проведении исследований, организации промышленных производств, осуществлении технологических процессов, обеспечении контроля окружающей среды и нормального функционирования отраслей хозяйства.

Метрологию разделяют на теоретическую, экспериментальную, прикладную и законодательную. **Теоретическая метрология** занимается наиболее общими проблемами теории измерений, созданием систем единиц измерений, исследованиями в области измерительных методик. **Экспериментальная метрология** – проблемами создания эталонов, мер, новых измерительных приборов, устройств и информационных систем.

Сфера деятельности **прикладной метрологии** – практическая реализация результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**Законодательная метрология** реализуется в виде комплекса законов, правил, норм, которые необходимы для осуществления государственного контроля и для обеспечения единства измерения и единообразия СИ.

**Единство измерений** означает такое состояние измерений, при котором результаты измерений, выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений находятся в заданных пределах с определенной вероятностью. Все средства измерения (СИ) должны быть проградуированы в указанных единицах и их метрологические характеристики соответствовать установленным нормам (**единообразие измерительных средств**).

**Измерение** есть процесс нахождения значения физической величины опытным путем с помощью технического средства. Измерением устанавливают, сколько единиц измерения  $1(x)$  содержится в измеряемой физической величины  $x$ , т.е

$$x = n \cdot 1(x), \quad (1.1)$$

где  $n$  – количество единиц измерения  $1(x)$  в физической величине.

**Физической величиной** называют такое свойство физического объекта, которое является общим в качественном отношении для других аналогичных объектов, но отличается количественной мерой. Физические величины – длина, сила тока, площадь, масса и т.д. **Единица измерения** – величина, которой присвоено числовое значение, равное единице.

Целью каждого измерения является нахождение истинного значения  $x_{ист}$  физической величины, но из-за неизбежных погрешностей результат измерения  $x$  отличен от этого значения, т.е.

$$x_{ист.} = x \pm \Delta x, \quad (1.2)$$

где  $\Delta x$  – диапазон отклонений, в пределах которого с принятой вероятностью может находиться истинное значение величины. Чем меньше этот диапазон, тем точнее измерение.

Результат измерений характеризуются сходимостью и воспроизводимостью. Сходимость означает близость (в пределах точности измерений) результатов измерений одной и той же величины, проведенных повторно с применением одних и тех же средств, одним и тем же методом, в одинаковых условиях.

Воспроизводимость означает близость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах (лабораториях), разными методами, разными средствами, разными операторами, в разное время, но в одних и тех же условиях измерения (температура, давление, влажность и т.д.).

При измерениях используются соответствующие шкалы, т.е. упорядоченный ряд отметок, образующих последовательность значений измеряемых величин.

Используют пять видов шкал: наименований (учитывает, сколько раз встречается то или иное число), порядка (ранговая шкала, измеряющая качественные показатели), интервалов (числа упорядочены по рангам и разделены определенными интервалами), отношений (определяет соотношение значения измеряемой величины и единицы измерения, см. формулу (1.1.)), абсолютных величин (абсолютные количественные значения измеряемого).

Учитывая чрезвычайную значимость метрологических работ для обеспечения качества продукции и процессов недопущения брака и т.д., в стране создана и действует Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Примерно 10% ее общих затрат составляют затраты на выполнение измерений и контроль, а в некоторых отраслях промышленности, например, в электронной, химической, эта доля возрастает до 30-50%.

## **1.2 Государственная система обеспечения единства измерений ГСИ**

Правовой основой метрологической деятельности является Закон РФ от 27 апреля 1993 г. «Об обеспечении единства измерений». Закон устанавливает

следующие основные понятия и их определения (на базе официальной терминологии Международной организации законодательной метрологии — МОЗМ):

- единство измерений (см. выше);
- средства измерения (СИ) — технические устройства, предназначенные для измерения;
- эталон единицы величины — СИ, предназначенное для хранения и воспроизведения единицы величины (либо ее кратных или дольных значений) с целью передачи размера другим СИ данной величины;
- государственный эталон единицы величины — эталон, признанный в качестве исходного на территории РФ решением уполномоченного на то государственного органа;
- нормативные документы по обеспечению единства измерений: государственные стандарты (например, ГОСТ-ы 8.001÷8.098), международные (региональные) стандарты, применяемые в установленном порядке, правила, положения, инструкции и рекомендации;
- метрологическая служба — совокупность субъектов деятельности и видов работ для обеспечения единства измерений;
- метрологический контроль и надзор — деятельность, осуществляемая органом Государственной метрологической службы (ГМС) или метрологической службой предприятий (юридических лиц) в целях проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм;
- поверка средств измерений — совокупность работ, выполняемых органами ГМС (или другими уполномоченными органами и организациями) с целью определения соответствия СИ установленным техническим требованиям;
- калибровка средств измерений — работы, аналогичные поверке СИ, но осуществляемые для средств измерений, не подлежащих госконтролю и госнадзору.

В состав Государственной метрологической службы входят государственные научные метрологические центры, научно-исследовательский институт метрологии и около ста центров метрологии и стандартизации.

Государственной метрологической службой (ГМС) руководит Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Имеются также отраслевые и федеральные метрологические службы, а также метрологические службы предприятий, организаций, учреждений, являющихся юридическими лицами.

ГМС осуществляет государственный контроль и надзор в области метрологии и измерений. Госконтроль включает: утверждение типа измерения, поверку СИ, лицензирование деятельности юридических или физических лиц по изготовлению и ремонту СИ.

Госнадзор осуществляется за количеством товара при торговых

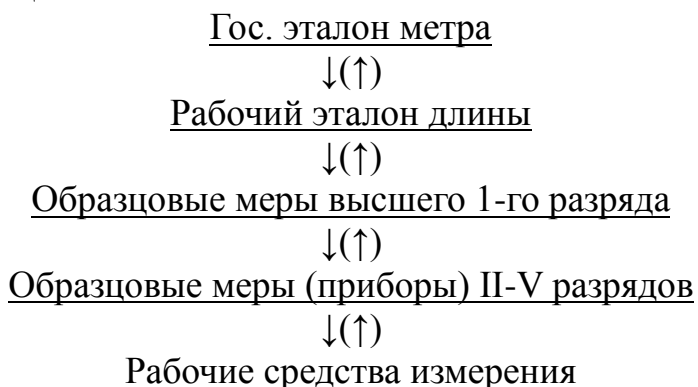
операция, при расфасовке и продаже, за выпуском, состоянием и применением СИ, за аттестованными методиками измерений, эталонами, за соблюдением правил измерений.

Единство измерений обеспечивается передачей единиц измерений от государственного эталона к рабочим средствам измерения в соответствии с поверочной схемой и периодической поверкой СИ.

**Поверочная схема** — утвержденный в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от эталона или исходного образцового средства измерения рабочим средствам.

Поверочные схемы разрабатываются для каждого типа физических величин и разделяются на государственные, ведомственные (разрабатываются органами ведомственной метрологической службы) и локальные (для предприятий, имеющих право поверки СИ).

Например, передача единицы длины (поверка СИ) происходит по (примерной) следующей схеме:



На каждой ступени передачи размеров точность понижается в  $1,6 \div 3$  раза. Образцовыми называют средства измерения, предназначенные только для передачи размера (и поверка СИ низких ступеней) по поверочной схеме. На основании результатов поверки СИ принимается решение (и выдается документ о поверке) о возможности использования данного средства.

Основной ГСИ является эталонная база РФ, которая включает 1176 государственных первичных и специальных эталонов.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии руководит также деятельностью следующих служб:

- Государственной службой времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ);
- Государственной службой стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО);
- Государственной службой стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

К основным видам метрологической деятельности кроме поверки и испытания измерительных средств относят также метрологическое обеспечение производства. На промышленных предприятиях, где и осуществляется основное использование СИ, организация метрологического

обеспечения производства возлагается на метрологическую службу (МС) предприятия, организации, учреждения. Метрологическое обеспечение предприятий включает:

- анализ состояния измерений;
- установление номенклатуры измеряемых величин и использование СИ соответствующей точности;
- проведение поверки и калибровки СИ;
- разработку методик измерения;
- метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации;
- использование государственных, отраслевых, производственных нормативных документов;
- аккредитацию на право поверки;
- проведение метрологического надзора.

Право поверки измерительной техники предприятия может быть предоставлено, кроме государственных служб, аккредитованным службам юридических лиц. Для аккредитации назначается комиссия из представителей НИИ по данному виду измерений и представителя центра стандартизации и метрологии, которая проверяет условия работы образцовых приборов, мер, квалификацию персонала и т.д.; проводит контрольные испытания, по результатам которых решается вопрос об аккредитации (компетенция Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии) и выдается сертификат.

Если СИ не подлежит госповерке (перечень таких СИ утверждается Федеральным агентством), то результат контроля называют калибровкой, которая удостоверяется калибровочным знаком или сертификатом о калибровке.

Деятельность МС предприятия оказывает существенное влияние на качество продукции и процессов, поэтому МС является составной частью системы качества предприятия по ИСО 9001.

Порядок и процедуры метрологического обеспечения определяются стандартами предприятия (СТП), в которых предусматриваются:

- обеспечение подразделений предприятия контрольно-измерительным и испытательным оборудованием, его учет и регистрация;
- выбор средств измерения, их характеристик и точности;
- аттестация СИ, калибровка и надзор за состоянием;
- ремонт СИ;
- документирование результатов аттестации, поверки, контроля и ремонта;
- порядок и условия выдачи, эксплуатации и хранения СИ.

Административную ответственность за нарушение правил законодательной метрологии несут руководители и должностные лица, по вине которых допущены нарушения. Взыскания налагаются в виде штрафа. Основанием для взыскания являются: несоблюдение правил метрологии при



продаже и расфасовке товара, несоблюдение правил поверки СИ, воспрепятствование проведению метрологического контроля и надзора уполномоченными органами (инспекторами ГМС).

Уголовная ответственность (в виде крупных штрафов и других экономических санкций, лишение свободы) наступает в случае применения непроверенных или непригодных СИ в розничной торговле, сферах общественного питания, здравоохранения, охраны окружающей среды, обеспечения безопасности.

### 1.3 Измерение физических величин

Многие стороны обыденной жизни, техники и естествознания определяются количественными данными, характеризующими процессы, предметы и их состояния. Для получения таких данных потребовалось развитие методов измерения и систем единиц. Все большая сложная взаимосвязь в системе хозяйствования потребовала введения единой системы единиц измерения. Эти соображения лежат в основе того, что время от времени в законодательном порядке вводятся новые определения единиц для поддающихся измерению величин и случается, что иногда происходит даже отмена привычных старых единиц (например, замена лошадиной силы (л. с.) на киловатт (кВт) для двигателей автомашин). Как правило, новые определения единиц вводятся после того, как в естественных науках будет указан способ достижения повышенной точности определения единиц и калибровки с их помощью масштабов и пр - всего того, что находит затем применение в каждодневной жизни. Во все времена наблюдалось стремление к установлению единиц, обязательных для граждан страны – «всеобщей меры». Например, в средневековой Англии была определена «средняя нога» - ФУТ.<sup>1</sup>

Прошло уже более 200 лет с тех пор, как удалось точно сформулировать понятие измеримой (физической) величины. Введение новых единиц измерения всегда производится в соответствии с таким пониманием измеримой величины. Еще Леонард Эйлер (математик и физик) дал приемлемое и для наших дней определение физической величины (Приложение 1).

К данным Эйлером определениям физической величины, единицы и численного значения нам и сегодня нечего добавить, кроме того, что нам теперь известно намного больше физических величин, чем во времена Эйлера. В частности, были введены величины теории электричества, магнетизма, атомной и ядерной физики. Таким образом, мы можем привести

---

<sup>1</sup> Средневековое определение единицы длины – из «Геометрии» Якоба Кёбеля, изданной во Франкфурте в 1575 году: «Шестнадцать человек – маленьких и больших, так как они примерно выходили один за другим из церкви, - должны встать своими башмаками друг за другом. Такая длина является и должна быть по праву всеобщей мерой»

намного большее число определений величин и соответствующих конкретных единиц, причем это множество постоянно растет ввиду роста наших потребностей. Бывает так, что в отношении поддающейся измерению величины сначала несколько изменяют постановку вопроса. Например, нельзя сказать: это «голубое», а то «наполовину голубое», ибо невозможно указать единицу, с которой можно было бы сравнивать оба оттенка цвета. Однако вместо этого можно задаться вопросом о спектральной плотности излучения в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 400 до 500 нм и обнаружить, что новая постановка вопроса допускает введение определения (которое, конечно, соответствует не понятию «наполовину голубое», а понятию «в два раза меньшей интенсивности»). Величины и единицы меняются с течением времени и в понятийном аспекте. Примером может служить радиоактивность вещества. Введенная первоначально единица 1 Кюри, позднее также связанная с именем лорда Резерфорда и являющаяся до сих пор единицей радиоактивности, обозначается как 1 Ки и выражает количество вещества, в котором распадается  $3,7 \times 10^{10}$  атомных ядер в одну секунду. Таким образом, ее можно свести к количеству вещества, измеряемому в граммах. Теперь же в единицах СИ — это  $1 \text{ с}^{-1}$ .

Эмоциональные понятия до настоящего времени не поддаются количественному учету, не удается определить соответствующих им единиц. Больной не может количественно выразить степень своего недомогания. Однако большую помощь врачу при установлении диагноза могут оказать измерения температуры и частоты пульса, а также лабораторные анализы, характеризуемые количественными данными.

### 1.3.1 Величина и ее числовое значение

Мы даем названия **характеристикам объектов и явлений** одушевленной и неодушевленной природы, чтобы проводить различия между этими характеристиками. Так возникают понятия, формулировки которых являются ответами на вопросы типа: «Что понимают под тем-то или тем-то?» По ходу истории количество понятий постоянно увеличивалось и продолжает увеличиваться теперь. В некоторых случаях, **понятию** удается сопоставить **физическую величину**. При этом соответствующая характеристика должна быть такой, чтобы можно было определить для нее единицу и производить измерения. Тогда для этих **величин** формулируются **законы природы** в форме математических уравнений, что делает возможным проведение расчетов по общим правилам математики.

Мы говорим, что **величина**  $G$  измерена, если известно, сколько раз в  $G$  содержится некоторая единица. Это и есть **числовое значение**  $\{G\}$  величины  $G$ . Если символически обозначить через  $[G]$  единицу величины  $G$  (единица времени 1 секунда, единица силы тока 1 ампер), то при этом

$$\{G\} = G/[G] \quad (1)$$

Числовое значение является просто числом без добавления какой-либо иной

информации. Соотношение (1) можно задать также в виде

$$G = \{G\} \times [G] \quad (2)$$

Слишком высокие или низкие порядки численных значений по отношению к 10-ти неудобны в употреблении и их сокращённо выражают с помощью введения новых разрядов единиц, называемых через старые с добавлением приставки

Таблица 1 – Официально утверждённые приставки десятичного деления единиц

Приставка	Обозначение		Логарифм степени десяти
	международное	русское	
Экса	E	Э	18
Пета	P	П	15
Тера	T	Т	12
Гига	G	Г	9
Мега	M	М	6
кило	k	к	3
гекто	h	г	2
дека	da	да	1
деци	d	д	-1
санти	c	с	-2
милли	m	м	-3
микро	μ	мк	-6
нано	n	н	-9
пико	p	п	-12
фемто	f	ф	-15
атто	a	а	-18

**Основные (базисные) величины.** Введение системы базисных величин вызвано необходимостью ограничить множество возможных величин и соответствующих им единиц минимальным количеством. Тогда все остальные необходимые величины могут быть определены на основе базисных как **производные**. Базисные величины должны быть легко воспроизводимыми, долговечными и не имеющими отношения к свойствам конкретных веществ (так были отброшены такие единицы, как атмосфера и торр (торичелли)).

**Международная система единиц (СИ)** была установлена в международном масштабе в 1960-ом году на **XI-ой** Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ). В её основе лежат базисные единицы (таблица 2), дополнительные единицы (таблица 3) и когерентные производные единицы. Из них следуют десятичные кратные или дробные единицы в соответствии с таблицей 1. Исключение составляет лишь

килограмм в силу исторических причин. Некоторые из когерентных производных единиц СИ получили самостоятельные названия с соответствующими сокращениями. Все названия, образованные из фамилий учёных, в сокращениях пишутся с большой буквы.

Таблица 2 – Основные (базисные) единицы системы СИ

Величина		Наименование	Единица	
			международное	русское
Наименование	Размерность			
Длина	L	Метр	m	м
Масса	M	Килограмм	kg	кг
Время	T	Секунда	s	с
Сила электрического тока	I	Ампер	A	А
Термодинамическая температура	Θ	Кельвин	K	К
Сила света	J	Кандела	cd	кд
Количество вещества	N	Моль	mol	моль

1. **Метр** равен 1 650 763,7300 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями  $2p_{10}$  и  $5d_5$  атома криптона-86 [XI ГКМВ (1960 г.), Резолюция 6].

2. **Килограмм** равен массе международного прототипа килограмма [I ГКМВ (1889 г.) и III ГКМВ (1901 г.)].

3. **Секунда** равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 1].

4. **Ампер** равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную  $2 \times 10^{-7}$  N [МКМВ (1946 г.). Резолюция 2, одобренная IX ГКМВ (1948 г.)].

5. **Кельвин** равен  $1/273,16$  части термодинамической температуры тройной точки воды [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 4].

6. **Моль** равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов углерода-12 массой 0,012 kg. Число Авогадро  $N_A = (6,0220921 \pm 0,0000062) \times 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>.

При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц [XIV ГКМВ (1971 г. Резолюция 3)].

7. **Кандела** равна силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \times 10^{12}$  Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 W/sr [XVI ГКМВ (1979 г.), Резолюция 3].

Таблица 3 – Дополнительные единицы системы СИ

Величина	Наименование	Единица	
		международное	русское
Наименование			
Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

1. **Радиан** равен углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу.

2. **Стерадиан** равен телесному углу с вершиной в центре сферы, вырезающему на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

Наряду с международной системой измерений (СИ) существуют и региональные системы. В силу разного рода исторических причин до сих пор распространены англо-американские меры:

#### 1. Меры длины

1 дюйм = 25,4 мм;

1 фут = 12 дюймов = 304,8 мм;

1 ярд = 3 фута = 36 дюймов = 0,9144 м;

1 сухопутная миля = 1760 ярдов = 5280 футов = 1609 м;

1 морская миля = 6800 футов = 1853,2 м.

#### 2. Меры площади

1 акр = 4840 кв. ярдов = 43560 кв. футов = 4047 м<sup>2</sup>;

### 3. Меры сыпучих тел

- 1 английская пинта = 0,57 л;
- 1 американская пинта = 0,55 л;
- 1 английская кварта = 2 английские пинты = 1,14 л;
- 1 американская кварта = 2 американские пинты = 1,101 л;
- 1 английский (имперский) бушель = 32 английские quartы = 36,37 л;
- 1 американский бушель = 32 американские quartы = 35,24 л.

### 4. Меры жидких тел

- 1 английская жидкая унция = 0,028 л;
- 1 американская жидкая унция = 0,029 л;
- 1 английский (имперский) галлон = 4 англ. quartы = 8 англ. пинт = 4,55 л;
- 1 американский галлон = 4 амер. quartы = 3,79 л.
- 1 английский (имперский) баррель для жидкостей (пиво) = 163,65 л;
- 1 английский (имперский) баррель для сырой нефти = 158,988 л;
- 1 американский баррель для жидкостей = 119,2 л;
- 1 американский (нефтяной) баррель для сырой нефти = 158,97 л.

### 5. Меры веса (драгоценных металлов и камней)

- 1 карат = 0,2 г;
- 1 унция (тройская и аптекарская) = 8 аптекарских драхм = 480 гранов = 31,1 г.

## 1.3.2 Реализация единицы длины (исторический обзор)

Малые длины первоначально измерялись путём сравнения с индивидуальными измерительными объектами. Об этом напоминают до сих пор старые наименования единиц: пядь, локоть, фут, сажень. Большие расстояния сопоставлялись друг с другом и совершенно иным способом — говорили о часе пути, о дне пути. Вскоре сравнение с индивидуальными размерами, присущими телу отдельного человека и потому различными, перестало соответствовать всё" возрастающим требованиям точности (например, при землемерных работах в Египте). Требовалось создать единый и устойчивый масштаб. Его пытались вводить главным образом властители, и, как нетрудно понять, в результате возникло такое количество запутанных единиц в области мер и весов, что это стало мешать развитию хозяйственных отношений. В 1800 году в одном только Бадене было 112 разных мер, которые все носили наименование «локоть», и 92 единицы площади. Иногда меняли и величину самой единицы. Рассказывают, что в 1804 году прусский король увеличил площадь своих владений очень просто — он приказал уменьшить длину почтовой мили, «так что теперь, проехав семь миль оставляешь за собой всего четыре!». Это может служить примером незнания закона инвариантности величин.

Еще в XVII-ом столетии ставился вопрос о создании единых единиц измерения, но решающий шаг к введению единой (метрической) системы был сделан лишь после Французской революции. Национальное собрание Франции приняло решение о необходимости ликвидации «странного и обременительного многообразия мер» и поручило 8 мая 1790 года Французской Академии наук разработать применимую во всем мире систему мер и весов. Обсуждалось использование трех естественных основ для определения единицы длины: 1) длина маятника с периодом колебаний 1 секунда (период колебаний математического маятника  $T = 2\pi$  зависит только от его длины), 2) длина одной четвертой части экватора Земли, 3) длина одной четвертой меридиональной окружности Земли. Первое из этих предложений наталкивалось на ту трудность, что прежде следовало установить воспроизводимую единицу времени (которую тогда еще было невозможно реализовать с требуемой степенью точности), и к тому же ускорение силы тяжести  $g$  зависит от положения маятника на поверхности Земли. Второе предложение было отвергнуто ввиду трудной доступности земного экватора, правильность формы которого была к тому же установлено не так строго, как правильность меридиана. Поэтому выбор пал на длину меридиана, и единица длины должна была равняться точно  $10^{-7}$  части от одной четвертой меридиональной окружности. Измерить её поручили астрономам Ж.Б.Ж. Деламбру и П.Ф. Мешену. Для измерения отрезка меридиана они воспользовались **методом триангуляции**, развитым В. Снелиусом и применяемый по сей день в геодезии.

Был выбран меридиан, проходящий через Париж (около  $2^\circ$  восточной долготы), а в качестве концов отрезка взяты Дюнкерк и Барселона (расстояние между ними около 1100 км). За базу триангуляции было выбрано расстояние от Льёсена до Мелёна (около 13-ти км), величина которого была известна в одних из старых единиц – туазах. В ходе триангуляции было промерено 100 треугольников, в ряде случаев до 170 раз. В результате было установлено расстояние в туазах между выбранными пунктами, долгота и широта которых были определены с высокой точностью. Таким образом было обнаружено, что расстояние между Дюнкерком и Барселоной равно 5 130 740-ка туазам, а 1 метр = 0,5130740 туаза.

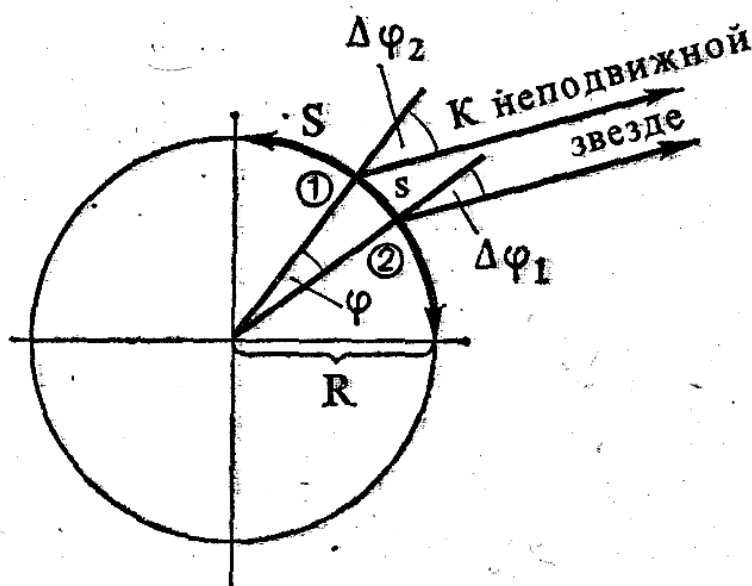


Рисунок 1 – Определение одной четвёртой части окружности меридиана Земли по астрономическим наблюдениям и по измерениям длины дуги S

7-го апреля 1795 года во Франции законодательно была введена метрическая система, о которой было сказано, что «она предназначена для всех времён и для всех народов». Затем. В 1799-ом году была изготовлена платиновая концевая мера длины 1 метр. Однако использование неметрических единиц было запрещено во Франции только в 1840-ом году. Пруссия и Северогерманский союз ввели метрическую систему в 1868-ом году, Германская империя – в 1872-ом году. В 1875-ом году 17-тью государствами, в том числе и Россией, была подписана Метрическая конвенция. 4-го июня 1899 года в России метрическая система была введена как необязательная. В Британской империи и США метрическая система была допущена наряду с англо-саксонскими единицами в 1897-ом году. В РСФСР метрическая система стала обязательной 14 сентября 1918 года, в СССР – 21-го июля 1925-го года.

В ходе развития измерительной техники эталон метра оказался недостаточно точным, а как концевая мера длины — часто неэффективным, к тому же нельзя было вполне полагаться на неизменность материала, а значит, на постоянство самого эталона. Поэтому он был заменен штриховым масштабом из платино-иридиевого сплава (90% Pt, 10% Ir), неизменность которого можно было считать более гарантированной. Этот новый эталон, который теперь иногда ошибочно называют «первым прототипом метра», в поперечном разрезе обладает таким асимметричным х-образным профилем (рисунок 2), что его средняя линия проходит по поверхности желоба. В желобе вырезаны две группы штрихов, по три штриха в каждой, и расстояние между средними штрихами равно 1 м. С тех пор метр считался определенным через этот эталон. При этом фактически отпала ссылка на длину 1/4 земного меридиана, тем более, что уже в 1837 г. Бессель установил, что новая единица была несколько короче задуманной (по



новейшим измерениям 1964—1967 гг.— на  $2 \times 10^{-4}$  м=0,2 мм; длина 1/4 меридиана равна 10 001 954,5 м). Однако и в отношении нового эталона не было уверенности, что его длина не станет очень слабо изменяться в силу явлений перекристаллизации материала. Предполагают даже, что между 1889 г. (по I Генеральной конференции по мерам и весам) и 1957 г. эталон укоротился на 0,5 мкм. Это обусловило поиски другого выражения эталона. Кроме того, значительно возросли требования к точности измерений. В 1800 году считалась вполне достаточной точность измерения длины, равная 0,25 мм; к 1900 году предельные требования дошли до 0,01 мм, к 1950 году — до 0,25 мкм, а сейчас существуют отрасли промышленности, где работают с точностью  $10^{-9}$ — $10^{-10}$  м. Пределы точности национальных эталонов метра составляют около  $10^{-7}$  м.

Ко времени проведения I-ой Генеральной конференции по мерам и весам в 1899 году и введении эталона метра А.А. Майкельсон и Э.У. Морли показали, что с помощью интерферометра возможно сопоставление метра с длиной волны светового излучения, т. е. определение того, сколько длин волн света укладывается в одном метре. Поиски подходящих источников света привели к обнаружению оранжевого излучения атомов  $^{86}\text{Kr}_{36}$ . В природе криптон представлен изотопами с массовыми числами 78 (0,35%), 80 (2,27%), 82 (11,56%), 83 (11,55%), 84 (56,90%) и 86 (17,37%). Используется газообразный криптон, содержащий как минимум 90%  $^{86}\text{Kr}$  (в разделительной трубке он поддается обогащению до 99,6%). Спин такого дважды четного ядра (четный заряд  $Z = 36$  и четное число нейтронов  $N = 50$ ) равен нулю, так что у состояний этого атома нет сверхтонкой структуры. На рисунке 3 приведена схема лампы, разработанной Энгельгардом. Она полностью погружена в жидкую углекислоту, которая путем снижения давления (откачкой) доведена до температуры тройной точки (63 К). Разряд осуществляется в капилляре, и излучение наблюдается вдоль него. При низкой температуре криптон находится в твердом состоянии, давление газа составляет всего 4 Па (=0,03 торр), так что уширение, обусловленное эффектом Доплера и соударениями, весьма незначительно. В таких условиях длина когерентности достигает 0,8 м, и можно промерять даже масштабы 1 м длины.

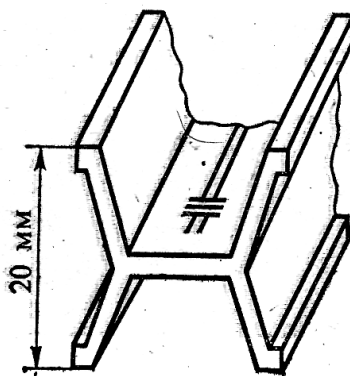
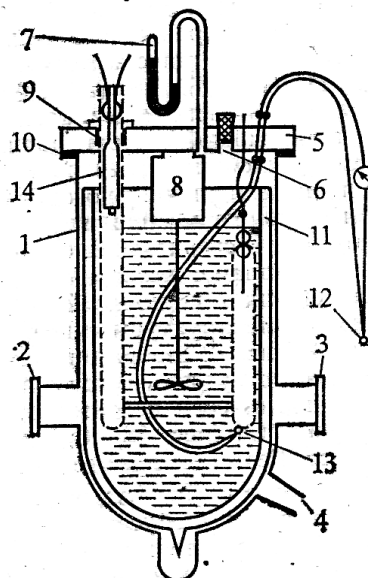


Рисунок 2 – Внешний вид прототипа метра. Полная длина 1020 мм



1 – корпус; 2, 3 – окна; 4 – отвод к насосу; 5 – крышка; 6 – отверстие для заливки; 7 – ртутный манометр; 8 – мешалка; 9, 10 – кольцевые уплотнители; 11 – криптоновая лампа с нагреваемым катодом; 12, 13 – термоэлементы; 14 – горячий катод

Рисунок 3 – Лампа с изотопом  $^{86}\text{Kr}$  в криостате

Через длину волны излучения криптона получено определение: метр равен 1 650 763,7300 длин волн в вакууме для излучения, соответствующего переходу между уровнями  $5d_5 \rightarrow 2p_{10}$  атомов  $^{86}\text{Kr}$ . Отсюда следует величина длины волны  $\lambda_{\text{Kr}} = 6057,80211 \times 10^{-10} \text{ м} = 605,780211 \text{ нм}$ .

### 1.3.3 Реализация единицы массы

Масса – это единственная основная единица, связанная с существованием искусственно созданного материального прототипа, который может быть выбран свободно и который не требует проведения опытов для обеспечения «неизменности» прототипа. Прототип 1 кг массы представляет собой находящийся в Международном бюро мер и весов в Севре под Парижем цилиндр из сплава платины (90%) и иридия (10%) диаметром 39 мм и такой же высоты. Выбор этого сплава обеспечивает стойкость, однородность и высокую полируемость поверхности, но в виду большой плотности ( $21,5 \text{ г/см}^3$ ) он обладает тем недостатком, что отделение от него уже малых частей приводит к большому изменению массы. Вторичные стандарты изготавливаются из стали и латуни ( $\sim 8 \text{ г/см}^3$ ). Постоянство<sup>2</sup> определения 1 кг должно обеспечиваться с точностью  $10^{-8}$ .

<sup>2</sup> Германия обладает прототипом №52. В 1953 году его сравнение с прототипом дало  $1 \text{ кг} + 152 \text{ мкг}$ , в 1974 –  $1 \text{ кг} + 187 \text{ мкг}$ . Колебание составляет 25 мкг, что соответствует точности  $2,5 \times 10^{-8}$ .

### 1.3.4 Реализация температурной шкалы

Понятие температуры возникло из ощущения «теплого» и «холодного» состояния тела. В основе ощущения этого состояния лежал тот наблюдательный факт, что два соприкасающихся тела по прошествии некоторого времени становятся одинаково теплыми, т. е. принимают одинаковую температуру. В отличие от измерения длины, веса и времени прошло длительное время, пока на смену субъективным впечатлениям при определении температуры не пришли точные и единые методы измерений. Развитие методов измерения температуры стало возможным лишь тогда, когда были установлены такие свойства тел, которые зависят от температуры (длина, объем и т. д.) и которые можно было измерить объективно.

**Эволюция понятия температуры на раннем этапе.** Попытки наглядного представления температурных изменений (охлаждения и нагревания) известны еще с древности. **Филон Византийский** (300 г.) и **Герон Александрийский** (130 г.) использовали для этой цели термическое расширение воздуха. На рисунке 4а изображен эскиз термоскопа Герона. Шаровой сосуд, заполненный водой и воздухом, выставляется под лучи солнца. Воздух расширяется и вытесняет воду из сосуда. Вода попадает в резервуар и после охлаждения вновь поднимается по вертикальной трубке в сосуд. Таким образом, вытеснение воды означает, нагревание. В 1592 г. Галилей вновь использовал этот принцип: в его термоскопе (рисунок 4б) по высоте водяного столба можно судить о том, является температура высокой или низкой. О применении такого прибора для измерения температуры воды упомянуто в 1611 г. На основании теплового расширения жидкостей в 1657 году во Флоренции был создан термометр, наполненный спиртом. При этом было замечено, что можно пренебречь малыми температурными изменениями материала термометра, так как газы обладают наибольшим тепловым коэффициентом расширения.

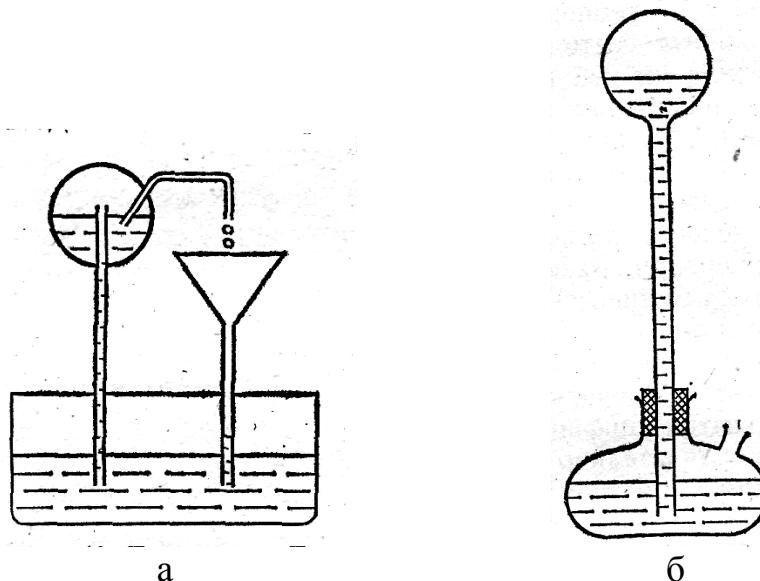


Рисунок 4 – Термоскоп Герона Александрийского (а); термоскоп Галилея (б)

**Определение температуры по Амонтону.** При использовании эмпирических методов, как это делалось раньше, понятие температуры оставалось неясным. Лишь развитие учения о теплоте в начале XVIII в. дало первый толчок к пониманию этого вопроса. **Бойль** в 1662 г. и независимо **Мариотт** в 1676 г. установили взаимосвязь между давлением и объемом газа при постоянной температуре (закон Бойля — Мариотта:  $p \times V = \text{const}$  при  $T = \text{const}$ ). Затем в 1704 г. **Амонтонс** обнаружил, что в Париже давления газа при «наибольшей летней жаре» и «наибольшем зимнем холоде» относятся как 6 : 5. Он предложил определить температуру таким образом, чтобы отношение двух температур равнялось соотношению соответствующих давлений, т.е.  $p \sim T$ . Он установил также, что с уменьшением до нуля газового давления температура должна стремиться к нулю — раннее указание на существование точки абсолютного нуля.

**Температурные шкалы Фаренгейта, Реомюра и Цельсия.** Однако идея определения температуры путем измерения давления газа не получила в то время распространения. Вместо газовых стали использоваться жидкостные термометры и подходящие для них температурные шкалы. Было установлено, что определенные процессы в одних и тех же условиях всегда протекают при одинаковых температурах, например таяние льда или кипение воды при постоянном давлении. Такие состояния вещества, в которых разные фазы при постоянной температуре находятся в равновесии друг с другом, принимаются в качестве **опорных** точек. Их удобно использовать в качестве калибровочных точек для температурной шкалы. Температурная шкала жидкостного термометра задается следующим образом: отмечается высота столба жидкости в двух опорных точках и полученный промежуток делится определенным образом. Разность между двумя соседними отметками обозначается «град» (или короче °).

В 1714 г. **Фаренгейт** ввел для сконструированного им спиртового термометра шкалу, в которой он, следуя идее **Рёмера**, в качестве опорных точек выбрал температуру таяния льда и температуру человеческой крови. Этот температурный интервал был разделен на 64 части, а нулевая точка помещалась ниже точки таяния льда на расстояний, равном половине этого интервала; в то время это была наиболее низкая из известных температур, она получалась путем смешивания нашатыря и смеси вода — лед. Таким образом, температура таяния льда имела значение 32 °F, а температура человеческой крови — значение 96 °F. В дальнейшем Фаренгейт перешел к ртутному термометру и выбрал в качестве верхней опорной точки точку кипения воды, для которой, сохраняя первоначальную шкалу, было установлено значение 212 °F. ( $t_F = t_c \times 9/5 + 32$ ;  $t_c = (t_F - 32) \times 5/9$ ).

Другая температурная шкала была введена **Реомюром** в 1730 г. В качестве опорных точек он выбрал точки таяния льда и кипения воды. Точке таяния льда он приписал значение 0°K. Свои термометр он наполнил смесью спирт — вода, которая между двумя опорными точками расширяется на 8 % (что соответствует коэффициенту объемного расширения  $\alpha \approx 1,25 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ ). За 1°R он принял температуру,

соответствующую расширению жидкости на 1‰, поэтому температура кипения воды получила значение 80°R.

Решающий шаг в будущее был сделан *Цельсием* в 1742-ом году. Он предложил разделить интервал между точками таянья льда и кипения воды на 100°С. Первоначально он придал точке таянья льда значение 100°С, а точке кипения воды – 0°С; используемое в наше время обратное обозначение было введено позднее *Линнеем*.

Количественные методы измерения температуры начали развиваться в XVII столетии; первые попытки унифицировать эти измерения относятся к 1887 г., т. е. приблизительно через столетие после введения метра в качестве единого эталона длины.

Наряду с этим развивалось само понятие температуры от субъективных впечатлений «тепло» и «холодно» до современного понимания термодинамической температуры, которая как «интегрирующий множитель», ведущий к энтропии, играет основополагающую роль. Для нужд термодинамики необходимо было ввести понятие еще одной базисной величины — температуры. На практике она измеряется термометрами и задается в градусах. Опытные данные и теоретические представления показывают, что существует точка абсолютного нуля температуры, и поэтому для установления градуса температуры необходима еще только одна точка. В соответствии с этим в 1967 г. XIII Генеральная конференция по мерам и весам постановила:

**1 кельвин составляет 1/273,16 часть термодинамической температуры тройной точки воды.**

Эта единица обозначается К. Допускается также особое обозначение для кельвина — градус Цельсия (пишется °С). Разность температур теперь уже обозначается не град или град<sup>-1</sup> (последнее — для величин типа термодинамического коэффициента расширения), а К или К<sup>-1</sup>.

**Международная практическая температурная шкала.** Практическое измерение термодинамической температуры с помощью газового термометра обременительно и дорого. Поэтому предпринимаются попытки развить более удобные методы измерения температуры, результаты которых по возможности приближались бы к значениям термодинамической температуры; другими словами, термодинамическая шкала заменяется «практической» температурной шкалой. Для этого выбирается некоторое количество хорошо воспроизводимых *опорных точек*, термодинамические температуры которых тщательно измерены и зафиксированы при помощи газовых термометров. С помощью опорных точек градуируются приборы для измерения температуры, показания которых между опорными точками описываются хорошо известными функциями термодинамической температуры. Эти функции можно получить как из экспериментально измеряемых значений, так и из теоретических выкладок. Иными словами, соответствие практической температурной шкалы шкале

термодинамической прямо зависит от состояния измерительной техники и теории. Усовершенствование в обеих этих областях влечет за собой пересмотр практической температурной шкалы.

Первая международная обязательная практическая температурная шкала была введена в 1927 г. на VII Генеральной конференции по мерам и весам (ГКВМ) под названием «Международная температурная шкала 1927». Она представляла собой шкалу Цельсия, единица которой (ГС) определялась с помощью интервала между точкой таяния льда ( $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и точкой кипения воды ( $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). В области температур от  $t = -183\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $t = 1063\text{ }^{\circ}\text{C}$  эта шкала реализовалась с помощью четырех других опорных точек [точек кипения кислорода ( $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и серы ( $445\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), точек плавления серебра ( $962\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и золота ( $1063\text{ }^{\circ}\text{C}$ )]. Для измерения температур использовались три прибора: в области от  $-183\text{ }^{\circ}$  до  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  — термометр сопротивления, от  $660\text{ }^{\circ}$  до  $1063\text{ }^{\circ}\text{C}$  — термоэлемент, выше  $1063\text{ }^{\circ}\text{C}$  — пирометр.

Эта температурная шкала была заменена на IX ГКВМ «Международной температурной шкалой 1948». Опорные точки остались прежними, но условия, которые накладываются на степень чистоты веществ, используемых для опорных точек, и термометрических веществ, стали более жесткими. Применявшаяся до того времени в пирометрических измерениях формула излучения Вина была заменена формулой Планка с уточненным численным значением константы излучения  $c_2$ .

В связи с тем, что X ГКВМ в 1954 году установила температуру тройной точки воды  $273,16\text{ K}$  в качестве базисной величины Международной системы единиц, в 1960 году XI ГКВМ переименовала «Международную температурную шкалу 1948» в «Международную практическую температурную шкалу 1948» (МПТШ-48). Добавление «практическая» указывает на то, что эта температурная шкала в общем не совпадает с термодинамической. Точка таяния льда была заменена тройной точкой воды ( $t = 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а точка кипения серы — точкой плавления цинка ( $t = 420\text{ }^{\circ}\text{C}$ )/

Со временем на основе усовершенствованных методов измерений были обнаружены отличия МПТШ-48 от термодинамической шкалы, особенно в области высоких температур. Кроме того, возникла необходимость продолжить температурную область до более низких температур. Поэтому Консультативный комитет по термометрии (ККТ) создал новую, усовершенствованную шкалу, которая была объявлена обязательной на XIII ГКВМ под названием «Международная практическая температурная шкала 1968» (МПТШ-68). Температуры МПТШ-68 снабжаются индексом ( $T_{68}$  или  $t_{68}$ ). С помощью пяти опорных точек температурная шкала была продолжена ниже  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  до тройной точки водорода при  $T_{68} = 13,81\text{ K}$ . В таблице 4 приведены опорные точки МПТШ-68, а также оценочные погрешности, с которыми эти точки устанавливались. Температуры опорных точек даются для нормального давления  $p = 101325\text{ Па}$  ( $\hat{=}$  1 атм или 760 торр), за исключением тройных точек и точки кипения

водорода. Альтернативой точке кипения, воды является точка затвердевания олова ( $t = 231,968 \text{ }^\circ\text{C}$  с оценочной погрешностью  $0,015 \text{ K}$ ).

Наряду с основными опорными точками в МПТШ-68 имеются и вторичные точки отсчёта, температуры которых определяются нормальными приборами. В области от **13,81 К до 634,74 °С (903,89 К** – точка затвердевания сурьмы) в качестве измерительного прибора используется платиновый термометр сопротивления. Для температурных измерений в области от **630,74 °С до 1064,43 °С** применяют платинородиевый термоэлемент (термопару 10 % Rh – платина). При температурах **выше 1064,43 °С** для определения МПТШ-68 используют формулу излучения Планка. Температура  $T_{68}$  определяется отношением плотности излучения чёрного тела, которое имеет эту температуру, к плотности излучения чёрного тела, которое обладает температурой точки затвердевания золота ( $T_{68} = 1337,58 \text{ K}$ ).

В области низких температур МПТШ-68 заканчивается на температуре 13,81 К, ниже которой опорные точки не установлены. Для практического измерения температур в ПТМШ-68 рекомендуется шкала давления гелиевых паров. В области от **0,8 до 5,2 К** применяется «<sup>4</sup>He-шкала 1958», а в области от **0,2 до 3,3 К** – «<sup>3</sup>He – шкала 1962».

Таблица 4 – Определяющие опорные точки МПТШ-68

Опорная точка	$T_{68}, \text{ K}$	$t_{68}, \text{ }^\circ\text{C}$	Оценочная погрешность
Тройная точка равновесного водорода	23,81	– 259,34	0,01
Точка кипения равновесного водорода при давлении 3330,6 Па = 25/76 атм	17,042	– 256,108	0,01
Точка кипения равновесного водорода	20,28	– 252,87	0,01
Точка кипения неона	27,102	– 246,048	0,01
Тройная точка кислорода	54,361	– 218,789	0,01
Точка кипения кислорода	90,188	– 182,962	0,01
Тройная точка воды	273,16	0,01	<b>Точно по определению</b>
Точка кипения воды	273,15	100	0,005
Точка затвердевания цинка	692,73	419,58	0,03
Точка затвердевания серебра	1235,08	961,93	0,2
Точка затвердевания золота	1337,58	1064,43	0,2

Дальнейшим развитием температурной шкалы стало принятие Генеральной конференции по мерам и весам в октябре 1989 года новой редакции Международной температурной шкалы (МТШ-90) и её введения с 01.01.90. Это связано со стремлением расширить диапазон температур,

охватываемых шкалой, приблизить её к термодинамической температурной шкале и повысить гладкость шкалы. Новая шкала охватывает диапазон от 0,65 К до наивысшей температуры, практически доступной для измерений в соответствии с законом излучения Планка для монохроматического излучения.

В 2000-ом году Международный комитет по мерам и весам в дополнение к ней принял Всемирную низкотемпературную шкалу PLTS-2000, которая согласуется с МТШ и охватывает диапазон от 0,902 мК до 1 К. По прошествии 20-ти лет В Консультативном комитете по термометрии обсуждается вопрос о её дальнейшем совершенствовании в плане создания новой Международной температурной шкалы в большей степени приближенной к термодинамической шкале и формулировки нового определения температуры с последующем отказом от практических шкал и воспроизведения Термодинамической температурной шкалы с помощью первичных термометров. Многие годы МКМВ имеет долговременную цель определения всех основных единиц через фундаментальные физические константы, чтобы исключить зависимость от свойств каких-либо материалов и обеспечить их долговременную стабильность. В Рекомендации 1 от 2005 года МКМВ утвердил подготовку шагов по направлению к новому определению килограмма, ампера, кельвина и моля через фундаментальные физические константы. В 2005 году в Консультативном комитете по термометрии была сформулирована рабочая группа TG-SI, целью которой является оценка последствий возможного введения нового определения кельвина – переопределения этой единицы через единицу энергии системы СИ – джоуля, фиксируя величину постоянной Больцмана.

Решения по совершенствованию шкалы и нового определения кельвина предполагается принять в 2011 году на Генеральной конференции по мерам и весам. Проблема перехода на новое определение единицы температуры широко обсуждалось российскими специалистами и на сегодняшний день они пришли к выводу о необоснованности такого решения.

#### 1.4 Средства и методы измерений

Средства измерения часто классифицируют по конструкционным признакам, по метрологическому назначению и по уровню стандартизации.

По конструктивным признакам средства измерения (СИ) подразделяют на меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и измерительные системы.

**Мера** есть СИ, предназначенное для хранения и воспроизведения физической величины заданного размера. Например, гири — меры массы, линейки — меры длины, резисторы — меры электрического сопротивления.

**Измерительный преобразователь** — СИ, предназначенное для выработки измерительной информации в форме, удобной для передачи преобразования, обработки, хранения (но не для непосредственного восприятия). Например, тензодатчики, термодатчики, частотные



преобразователи.

**Измерительный прибор** — СИ, предназначенное для получения значений, часто непосредственного восприятия значений измерительной величины. Например, весы, рН-метры, штангенинструменты.

Приборы могут быть оснащены шкалами (аналоговые приборы) или цифровыми табло (цифровые). Простейшие СИ линейный и угловых параметров называют инструментами (штангенинструменты, микрометрические).

**Измерительная установка** — совокупность СИ (мер, приборов, преобразователей) и вспомогательных устройств для получения информации, удобной для восприятия, и смонтированных на измерительном стенде.

**Измерительная система** — совокупность СИ и измерительных устройств, соединенных между собой каналами связи и размещенных в разных точках пространства с целью исследования и регулирования физических величин. Например, измерительные системы для контроля и регулирования параметров химико-технологических процессов.

В заводской машиностроительной практике часто используют также технические средства контроля (при контроле определяют годность изделия или продукта, при измерениях — числовые значения физического параметра), называемые калибрами.

**Калибры** — бесшкальные средства, предназначенные для контроля отклонений размеров, формы, взаимного расположения поверхностей изделий. Калибры позволяют рассортировать партию изделий на «годные» и «брак». Например, в машиностроении применяют предельные калибры (ограничивают предельные размеры изделий): калибры-пробки для контроля отверстий и калибры-скобы для контроля валов.

По метрологическому назначению СИ разделяют на рабочие и метрологические.

**Рабочие средства** измерения предназначены для измерений в науке, технике, производстве.

**Метрологические СИ** предназначены для хранения, воспроизведения и передачи единицы измерения рабочим СИ. Это различные эталоны, образцовые СИ, стандартные образцы, поверочные установки.

По уровню стандартизации средства измерения разделяют на стандартизованные и нестандартизованные.

**Стандартизованные СИ** — средства измерения, изготовленные по государственным стандартам, прошедшие государственные испытания и внесенные в Государственный реестр СИ.

**Нестандартизованные СИ** предназначены для специальных задач и не подвергаются госиспытаниям, но подлежат метрологической аттестации.

Методы измерений определяются средствами и условиями измерений. Они характеризуют правила и совокупность использования измерительных средств.

**Метод непосредственной оценки (абсолютный метод)** — метод, при котором значение физической величины определяют непосредственно по

показателям прибора. Например, взвешивание на циферблатных весах, измерение давления пружинным манометром, измерение размера вала гладким микрометром.

**Метод сравнение с мерой (относительный метод)** — метод, при котором измеряемую величину находят сравнением с мерой. Отсчетное устройство прибора показывает отклонение измеряемой величины от установочной меры. Например, взвешивание с помощью гирь на равноплечих весах (разновидность метода — метод противопоставлений), измерение размера детали на микрокаторе, который предварительно был настроен на нуль по плоскопараллельным концевым мерам длины. На шкале микрокатора будут фиксироваться положительные или отрицательные отклонения от установочной меры.

Различают и другие разновидности относительного метода: нулевой, замещения, совпадения.

Результат измерения при относительном методе рассчитывают либо как сумму значения установочной меры и показания (т.е. положительного или отрицательного отклонения) прибора, либо как размер меры (т.е. показания прибора равны нулю).

По способу получения информации различают прямые и косвенные методы.

**Прямой метод** — искомое значение физической величины находят непосредственно по прибору, измеряя данную величину. Например, измерение газового давления манометром, измерения размера детали штангенциркулем.

**Косвенный метод** — искомое значение физической величины определяют расчетом по результатам измерений других величин. Например, определения электрической мощности по результатам измерения силы тока амперметром и напряжения вольтметром или определение диаметра химического аппарата (в виде цилиндра) по значению длины окружности (периметра) полученной при измерении рулеткой (метод «опоясывания»).

Погрешность значения физической величины  $\Delta y$  в данных случаях зависит от погрешностей  $\Delta x$  измеряемых величин.

Пусть зависимость между искомой величиной  $y$  и измеряемыми величинами  $x_i$  известна:

$$y = f(x_i), \quad i = \overline{1, n} \quad (1.4)$$

где  $y$  — искомая величина,  $x_i$  — измеряемые величины.

Тогда погрешность  $\Delta y$  рассчитанного значения величины можно найти по уравнениям:

$$\Delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial y}{\partial x_i} \right)^2 \Delta x_i^2} \quad (1.5)$$

где  $\Delta x_i (i = \overline{1, n})$  — погрешности измеренных величин, или

$$\Delta x = \sum_{i=1}^n \frac{\partial x}{\partial x_i} \Delta x_i$$

(1.5a)

Частные производные в уравнениях (1.5) или (1.5a) рассчитывают по средним значениям  $\bar{x}_i$  измеренных величин.

В машиностроении различают контактные (на объект измерения действует измерительная сила) и бесконтактные (оптические способы — микроскопы, проекторы и т.д.), комплексные (оценка годности изделия одновременно по нескольким параметрам — контроль калибрами) и дифференцированные (измерение каждого параметра изделия отдельно) измерения.

Измерения разделяют также на статические методы измерения (значения физической величины не зависят от времени) и динамические (значения физической величины изменяются со временем), однократные и многократные, равноточные (погрешности каждого результата измерения из совокупности одинаковы), неравноточные.

### 1.5 Погрешности измерений

При измерениях физических величин возникают погрешности, поэтому результат измерения  $x$  отличается от истинного значения физической величины  $x_{\text{ист}}$ . Разность этих значений  $\Delta$  есть абсолютная погрешность измерения:

$$\Delta = x - x_{\text{ист}} \quad (1.6)$$

Истинного значения величины мы не знаем, поэтому в формулу (1.6) вместо  $x_{\text{ист}}$  подставляют действительное значение, полученное измерением с пренебрежимо малой погрешностью. *Действительным значением* обычно называют результат измерения с допустимой погрешностью. Для отдельных видов средств измерения задается *предел допускаемой погрешности* — наибольшая (без учета знака) погрешность средства, при которой оно может быть признано годным и допущено к применению. При поверке средства измерения органами метрологической службы определяют погрешности средства и устанавливается его пригодность к эксплуатации. В зависимости от предела допускаемой погрешности некоторым средствам измерения присваивается определенный *класс точности* (обозначаемый I, II, III, или A, B, C ...).

Различают погрешность самого измерительного средства и погрешность измерения этим средством. Последняя включает в себя погрешность средства и ряд дополнительных погрешностей.

Погрешность средства измерения обусловлена погрешностью измерительной схемы прибора, неточностью изготовления и сборки деталей или отдельных частей СИ, износом и эксплуатационными изменениями параметров деталей и составных частей средства и т.д.

В свою очередь погрешность результата измерения складывается из погрешности средства, погрешности используемой меры (эталоны), методической погрешности (погрешность метода), температурной погрешностью (при измерении линейных размеров нормальная температура равна 20°C), погрешности из-за нестабильности других условий измерения.

ГОСТ 8.009 устанавливает шесть групп метрологических характеристик СИ:

- характеристики, предназначенные для определения результатов измерения;
- характеристики погрешностей;
- показатели, характеризующие чувствительность к влияющим величинам;
- динамические характеристики;
- характеристики, отражающие взаимодействие средства и объекта измерения;
- информационные параметры выходного сигнала.

**Систематической** называется погрешность измерения, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины. Систематические погрешности выявляются и устраняются.

**Случайной** называют погрешность, изменяющуюся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Эти погрешности непостоянны по величине и знаку. Конкретное значение случайной погрешности в данном измерении предсказать невозможно. Эти погрешности в свою очередь вызваны целым комплексом факторов, среди которых нет доминирующих. Взятые в совокупности случайные погрешности подчиняются определенным законам распределения по частоте. Следует иметь в виду, что деление погрешностей на систематические и случайные не являются абсолютными. Одна и та же погрешность в одних условиях проявляет себя как систематическая, в других — как случайная.

Систематические погрешности можно выявить и устранить. Случайные же погрешности полностью устранить невозможно. Значения их можно уменьшить, принимая меры для большей стабилизации тех факторов, которые оказывают влияние на данную погрешность. Например, для уменьшения колебания температуры, стабилизировать измерительное усилие и т.д.

В общем случае погрешность измерения является случайной функцией времени, т.е. невозможно определить какое значение примет погрешность в момент времени  $t$ . В серии экспериментов, состоящих из ряда многократных наблюдений, получают одну реализацию этой функции. При повторении серии наблюдений той же величины получим новые реализации функции. Погрешность измерений, соответствующая каждому моменту времени  $t$ , называют сечением случайной функции. Для каждого сечения можно определить статистические характеристики: среднее значение погрешности, средние квадратичные ошибки и т.д.

Влияние систематической погрешности проявляется в изменениях среднего значения погрешности. Если систематическая погрешность постоянна, то средние значения практически не изменяются, если переменна, то средние значения увеличиваются или уменьшаются.

Случайные погрешности будут проявлять себя в рассеивании результатов измерения относительно среднего («истинного») значения.

Если выполнить многократные измерения одной и той же физической величины, то окажется, что различные значения величины появляются неодинаково часто. На графике зависимость частоты получения значения ( $y(x)$ ), — значение физической величины  $x_i$  (например, размера детали) получится колоколообразная фигура (т.е. полигон или гистограмма распределения значений), рисунок 1а.

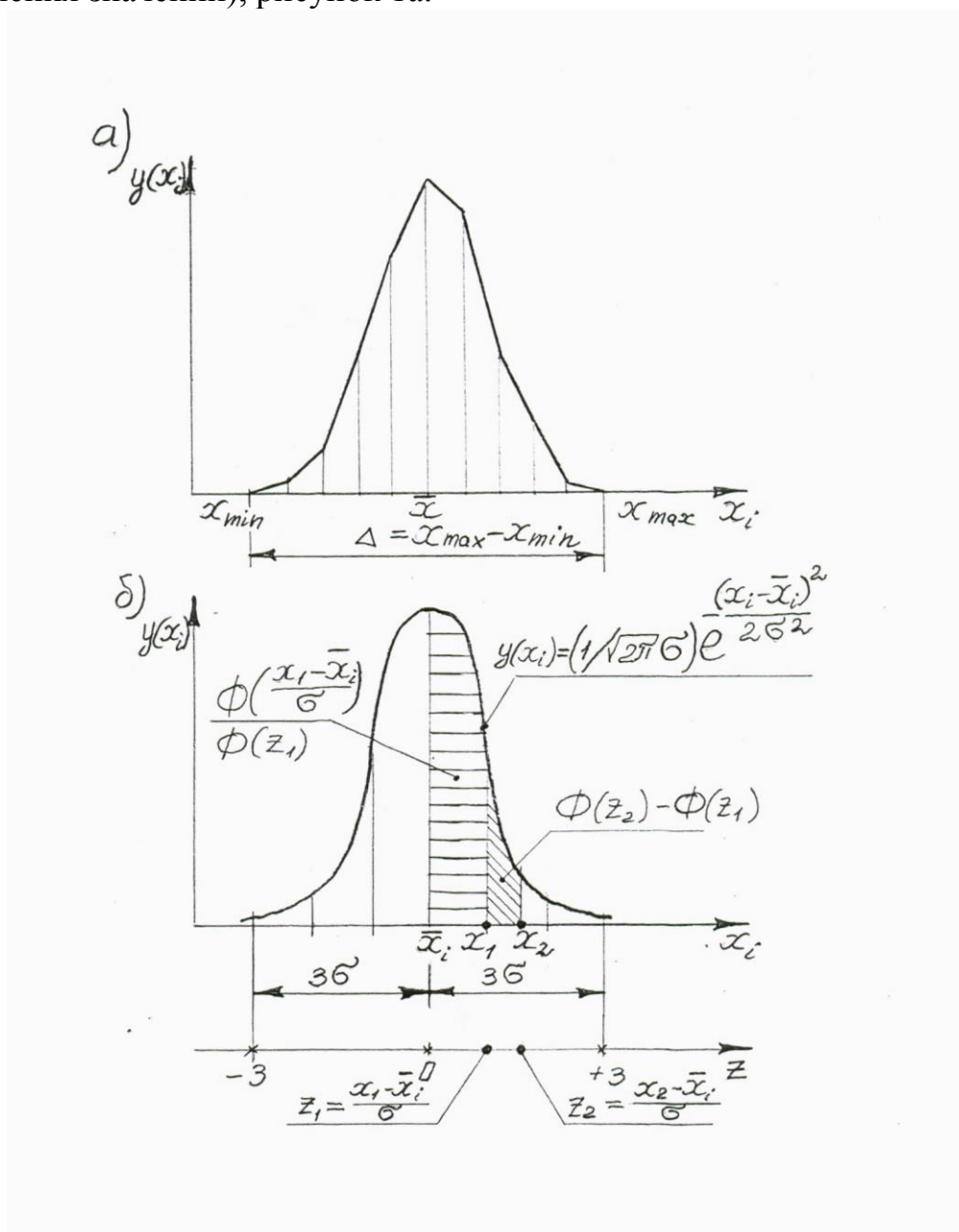


Рисунок 5 — а) полигон распределения значений  $x_i$ ;  
 б) теоретическая кривая распределения значений случайной величины  $x_i$

Характер эмпирических значений случайной величины (см. рис. 5а) часто соответствует теоретическому закону — нормальному закону (или закону Гаусса) (рисунок 5б). Для этого закона плотность вероятности  $y(x)$  характеризуется функцией (см. рисунок 5 б):

$$y(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1.7)$$

где  $\sigma$  — средняя квадратичная ошибка измерения,  $x_i$  — действительное (текущее) значение физической величины,  $\bar{x}_i$  — среднее значение величины.

Эта зависимость возникает, если на случайную величину оказывает влияние большое количество факторов, ни один из которых не является превалирующим. Соответствие эмпирического распределения, показанного на рисунке 1а предполагаемому теоретическому закону проверяется с помощью различных критериев: хи-квадрат  $\chi^2$ , критерии Колмогорова, Пирсона и др.

Кроме нормального закона в теории погрешностей используют и другие законы: равновероятный, биномиальный, пуассоновский, гипергеометрический и др. [6].

Из графика нормального закона следует (см. рисунок 5б):

- наиболее часто при измерениях встречаются значения, близкие к среднему значению  $\bar{x}_i$ ,

- чем больше отличаются значения от среднего, тем реже они встречаются. Среднее значение (математическое ожидание)  $\bar{x}_i$  характеризует условно «истинное» значение. Другие же значения при измерениях появляются под влиянием случайных ошибок. Чем больше значение отличается от среднего, тем больше ошибка измерения, тем реже она встречается.

Теоретически кривая нормального распределения (рисунок 1б) располагается от  $-\infty$  до  $+\infty$ , но действительные значения, существенно отличающиеся от среднего, встречаются относительно редко. Поэтому для практических целей принимают, что диапазон изменений действительных значений составляет  $6\sigma$  или  $\pm 3\sigma$ . Таким образом, в пределах  $\bar{x} \pm 3\sigma$  будет находиться 99,73% всех действительных значений, т.е. вероятность получения значения физической величины в пределах  $x \pm 3\sigma$  равна 0,9973. Вероятность получения значения, отстоящего от среднего («истинного») значения более, чем на  $3\sigma$ , мала и составляет  $(1-0,9973)/2=0,00135$ .

Следовательно, если мы имеем полученное в результате измерения значение величины  $\bar{x}_i$ , то можно утверждать, что с вероятностью 0,9973 «истинное» значение величины  $x_{ист.}$  находится в пределах  $\pm 3\sigma$  :

$$x_{ист.} = \bar{x}_i \pm 3 \sigma (\pm \Delta), \quad (1.8)$$

где  $\Delta$  — систематическая погрешность, которая может быть положительной, отрицательной или равной нулю (последнее после проведения определенных мероприятий),  $\bar{x}_i$  — среднее значение ( $\sim$  математическое ожидание или

«истинное» значение) физической величины:

$$\bar{x}_i \approx M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} x_i \cdot y(x_i) dx \approx (\sum x_i)/n, \quad (1.9)$$

здесь  $y(x_i)$  — плотность вероятности физической величины,  $x_i$  — действительное (полученное при измерении) значение физической величины,  $n$  — количество измерений,  $\sigma$  — среднее квадратичное отклонение (или ошибка):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (1.10)$$

здесь при количестве измерений  $n \geq 30$  в знаменателе ставят не  $n - 1$ , а  $n$ .

Параметр  $\sigma$  характеризует точность измерений: меньше  $\sigma$  — выше точность измерений. Как следует из рассмотренного, наибольшая (предельная) случайная ошибка измерений  $\Delta_{lim}$  составит приблизительно  $3\sigma$  (с вероятностью 0,9973).

$$\Delta_{lim} = 3\sigma, \quad (1.11)$$

Следовательно, если какое-либо значение отличается от среднего больше, чем на  $3\sigma$ , то это значение есть промах и его надо исключить из рассмотрения.

Обычно приборы и инструменты конструируют таким образом, чтобы цена деления прибора (наименьшее значение, отсчитываемое по целым делениям шкалы) не превышала предельной ошибки. Исключения составляют приборы для измерения больших линейных размеров, некоторые часовые механизмы и др.

В общем случае при отсутствии систематической ошибки доверительный интервал, в пределах которого с принятой вероятностью будет находиться «истинное» значение величины, равен:

$$\bar{x}_i \pm t\sigma, \quad (1.12)$$

где коэффициент  $t$  зависит от принятой вероятности. Если число измерений более 30, то коэффициент  $t$  принимают по нормальному закону (например, при вероятности  $P = 0,9973$   $t = 3$ ), если число измерений  $n < 30$ , то — по закону Стьюдента (псевдоним английского математика Госсета), например при  $P = 0,99$  и  $n = 11$ ,  $t = 3,169$ .

Среднее арифметическое значение  $\bar{x}_i$  лишь приблизительно равно математическому ожиданию («истинному» значению) и окажется равным последнему, если количество измерений будет бесконечно. Поэтому для оценки средней квадратичной ошибки  $\sigma_{\bar{x}}$  среднего арифметического значения используют выражение:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1.13)$$

или (при количестве измерений  $n$  менее 30):

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}, \quad (1.13a)$$

Тогда границы доверительного интервала математического ожидания («истинного» значения)  $M[x]$  величины  $x$  лежат в пределах:

$$\bar{x}_i - 3\sigma / \sqrt{n} \leq M[x] \leq \bar{x}_i + 3\sigma / \sqrt{n}, \quad (1.14)$$

или, в общем случае,

$$\bar{x}_i - t \sigma_{\bar{x}} \leq M[x] \leq \bar{x}_i + t \sigma_{\bar{x}}, \quad (1.15)$$

где  $t$  — коэффициент, зависящий от принятой вероятности и закона распределения (при количестве измерений более 30 — нормальный закон, при меньшем числе измерений — закон Стьюдента).

Значения коэффициента  $t$  для закона Стьюдента для данных вероятности  $P$  и количества измерений  $n$  даны в таблице 3.

Таблица 5 Значения коэффициента  $t$  для закона Стьюдента

$P \backslash n$	0,8	0,9	0,95	0,99	0,999
2	3,08	6,31	12,7	63,7	636,6
3	1,89	2,92	4,30	9,92	31,6
4	1,64	2,35	3,18	5,84	12,9
5	1,53	2,13	2,78	4,60	8,60
6	1,48	2,02	2,57	4,03	6,86
7	1,44	1,94	2,45	3,71	5,96
8	1,42	1,90	2,36	3,50	5,40
9	1,40	1,86	2,31	3,36	5,04
10	1,38	1,83	2,26	3,25	4,78
11	1,37	1,81	2,23	3,17	4,59
12	1,36	1,78	2,18	3,06	4,32
13	1,36	1,78	2,18	3,06	4,32
14	1,35	1,77	2,16	3,01	4,22
15	1,34	1,76	2,14	2,98	4,14
$\infty$	1,29	1,64	1,96	2,58	3,29

Таким образом, точность измерений выражают:

- интервалом, в пределах которого с заданной вероятностью находится суммарная погрешность измерения  $\Delta \lim$  (или «истинное» значение),

$$\Delta \lim \approx \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}, \quad (1.16)$$



где  $\Delta_1$  — случайная погрешность (см. формулу (1.11)),

$\Delta_2$  — систематическая погрешность;

- функциями распределения случайных (и, при необходимости, законами изменения систематических) погрешностей измерения (плотностью распределения  $y(x)$ ).

Если известна плотность распределения  $y(x)$  какой-либо величины, то вероятность  $P_{x_1, x_2}$  нахождения значений в пределах от  $x_1$  до  $x_2$  (см. рисунок 1б) равна:

$$P_{x_1, x_2} = \int_{x_1}^{x_2} y(x) dx, \quad (1.17)$$

Применительно к нормальному закону, для расчета вероятностей используют так называемую нормированную функцию, обозначенную  $\Phi(z)$ , где  $z$  — верхний предел интегрирования:

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (1.18)$$

где значение  $z = (x_i - \bar{x})/\sigma$  рассчитывается для искомого значения  $x_i$ .

Значение  $\Phi(z)$  определяет площадь под кривой  $y(x)$  (см. рисунок 1б) от значения  $\bar{x}_i$  до искомого  $x_i$  (площадь на рисунке заштрихована, при этом  $z = (x_i - \bar{x}_i)/\sigma$ ). Поэтому вероятность получения значений от  $x_1$  до  $x_2$  при нормальном законе равна (см. формулу (1.17)):

$$P_{x_1, x_2} = \Phi(z_2) - \Phi(z_1), \quad (1.18a)$$

где  $\Phi(z_2)$  — значение нормированной функции  $\Phi$  при  $z_2 = (x_2 - \bar{x}_i)/\sigma$ ,  $\Phi(z_1)$  — то же при  $z_1 = (x_1 - \bar{x}_i)/\sigma$ . Например, вероятность нахождения истинного значения величины в пределах от  $\bar{x}$  до  $\bar{x} + \sigma$  равна (см. значения  $\Phi$  [3,6]):

$$\Phi\left(\frac{(\bar{x} + \sigma) - \bar{x}}{\sigma}\right) = \Phi(1) \approx 0,34.$$

Аналогично, вероятность нахождения значения в пределах  $\bar{x}_i \pm \sigma$  равна  $2 \Phi(1) \approx 0,68$ , а вероятность нахождения значения в пределах  $\bar{x}_i \pm 2\sigma$  равна  $\sim 0,95$ , в пределах  $\bar{x}_i \pm 3\sigma$  равна  $0,9973$ .

## 2 Стандартизация

### 2.1 Цели и содержание стандартизации

*Стандартизация* — деятельность по разработке и установлению требований, норм, положений и рекомендаций, обеспечивающих право потребителя на получение качественного изделия или качественной услуги.

Основными целями стандартизации являются:

- повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и

муниципального имущества, в области экологии, жизни и здоровья животных и растений, объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- обеспечение: конкурентоспособности продукции, работ, услуг, научно-технического прогресса, рационального использования ресурсов, совместимости и взаимозаменяемости машин, оборудования, их частей, комплектующих изделий и материалов, сопоставимости результатов исследований и измерений технических и экономико-статистических данных, информационной совместимости, анализа характеристик продукции, государственных заказов и внедрения инноваций, решений арбитражных споров и судебных решений, выполнения поставок;
- создание систем классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации, систем обеспечения качества продукции, систем поиска и передачи данных, доказательной базы и условий выполнения технических регламентов;
- содействие проведению работ по унификации.

Для достижения указанных целей необходимо разрабатывать и устанавливать требования к качеству продукции, качеству услуг в соответствии с системой показателей качества, разрабатывать и осуществлять мероприятия по обеспечению безопасности труда, процессов, охраны среды и ресурсов, обеспечению единства и достоверности измерений и контрольных операций, повышению уровня точности, совместимости и взаимозаменяемости изделий и др.

Стандартизация распространяется на продукцию (готовые изделия, оборудование, детали, материалы, сырье), процессы (технологические, управленческие), услуги (банковские, транспортные, страховые и др.).

К нормативным документам в области стандартизации, которые используются 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 и предприятий.

*Стандарт* — нормативный документ, разработанный на основе консенсуса и утвержденный признанным органом. Основывается на результатах научных исследований, технических достижений и практическом опыте.

Национальные стандарты России (ГОСТ Р) утверждает Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, межгосударственные стандарты (ГОСТ) — Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, стандарты организаций и

предприятий (СТО, СТП) — органом по стандартизации и руководителями.

*Свод правил* (ПР) разрабатывается для процессов проектирования, монтажа, технического обслуживания и эксплуатации объектов, оказания услуг и т.д. Может быть самостоятельным документом либо частью стандарта. Правила, содержащиеся в документе, являются рекомендательными. Используются также в виде отдельных документов рекомендации (Р) по стандартизации.

*Регламент* — документ, в котором содержится обязательные правовые нормы.

*Общероссийские классификаторы* (ОК, ОКП, ОКС и др.) - нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию на классификационные группировки (классы, группы, виды) и являющиеся обязательными для применения и создания государственных информационных систем и информационных ресурсов.

Разработку, принятие, введение в действие применение общероссийских классификаторов осуществляют в соответствии с Положением, утвержденным Правительством РФ (постановление от 10 ноября 2003 г. № 677).

Каждый документ по стандартизации имеет определенные цифровые обозначение, содержащее его номер и год утверждения. Например, ГОСТ 2789-73, ГОСТ Р 1.0-2004, ГОСТ 30987-2003 (ИСО 10579:1993), ПР 50.1.001-93. Комплексные системы (объединения) общетехнических стандартов обозначают цифрой и точкой в номере стандарта. Например, стандарты государственной системы стандартизации ГСС обозначают цифрой 1 (ГОСТ Р 1.12-2004 и др.), стандарты системы ЕСКД — цифрой 2 (ГОСТ 2.001-92 и др.), стандарты системы ГСИ — цифрой 8 (ГОСТ 8.009-84 и др.), стандарты системы ЕСТД (система технологической документации) — цифрой 14 (ГОСТ 14.001-85 и др.) и т.д.

Действие отдельных стандартов следует проверять по ежегодно издаваемому Указателю национальных стандартов (в 3-х т.), где приводятся перечень и сведения о стандартах, действующих в данном году, и ежемесячно издаваемым информационным указателям.

## **2.2 Государственная система стандартизации (ГСС)**

Государственная система стандартизации ГСС определяет цели и задачи стандартизации, этапы разработки стандартов, категории и виды стандартов, методику проведения работ по стандартизации, органам и службы по стандартизации. Правовые основы стандартизации установлены законами и постановлениями Правительства РФ «О техническом регулировании», «О защите прав по техническому регулированию и метрологии» и др. Основные положения ГСС даны в основополагающих стандартах ГСС:

- ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизации в Российской Федерации. Основные положения.

- ГОСТ Р 1.1-2002 Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения.
- ГОСТ Р 1.2-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные РФ. 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 в 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 РФ. Изображение. Порядок применения.
- ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания требований установленные следующие *виды стандартов*:

- стандарты на продукцию (устанавливают требования и методы контроля по безопасности, потребительским свойствам, а также правила эксплуатации, хранения, транспортировки, утилизации);
- стандарты на процессы, работы (устанавливают требования к организации производства, методам выполнения работ, методы контроля требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортировки, ремонта и утилизации);
- стандарты на услуги (устанавливают требования в отношении состава, содержания, формы деятельности по оказанию помощи или услуги, а также требования к факторам, влияющим на качество услуги);
- основополагающие стандарты — организационно-технические и общетехнические (устанавливают нормы и правила, обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства, охрану окружающей среды, безопасность и др.);
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля, испытаний, измерений, анализа (устанавливают требования к оборудованию, условиям, процедурам всех операций, обработке результатов, квалификации персонала).

Организацию работ по стандартизации осуществляет национальный орган по стандартизации — (постановление Правительства РФ № 294 от 17 июня 2004 г.) *Федеральное агентства по техническому регулированию и метрологии*. Функции органа по стандартизации:

- утверждение национальных стандартов;

- принятие программ разработки национальных стандартов;
- экспертиза проектов национальных стандартов;
- создание технических комитетов (ТК) по стандартизации и координация их деятельности;
- обеспечение соответствия системы стандартизации интересам экономики, научно-техническому прогрессу и состоянию материально-технической базы;
- осуществление учета документов по стандартизации (стандартов, правил, норм, рекомендаций);
- опубликование и распространение национальных стандартов;
- участие в разработке международных стандартов и защита интересов РФ;
- утверждение изображения знака соответствия национальным стандартам;
- представление Российской Федерации в международных организациях по стандартизации.

К территориальным органам Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии относятся центры стандартизации и метрологии (примерно 100 центров), которые размещаются в регионах и крупных городах.

Для проведения работ по стандартизации на определенных уровнях управления — государственном, отраслевом, организаций и предприятий — создаются службы стандартизации.

Государственные службы стандартизации включают научно-исследовательские институты и технические комитеты. Головные научно-исследовательские институты: ВНИИ стандартизации (ВНИИ стандарт), ВНИИ сертификации продукции (ВНИИС), ВНИИ по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ), ВНИИ комплексной информации по стандартизации и качеству (ВНИИКИ), ВНИИ метрологической службы (ВНИИМС). Технические комитеты по стандартизации создают на базе организацией и предприятий, специализирующихся на определенном виде продукции (процессов и др.) и имеющих в данной области наиболее высокий научно-технический потенциал. В состав комитетов включают представителей разработчиков, изготовителей, поставщиков, заказчиков или потребителей, обществ потребителей и других организаций. Технические комитеты утверждаются Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Работа по созданию стандартов проводится в последовательности и объеме, установленными в ГОСТ Р 1.2. При разработке стандартов используют результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектных работ, патентных исследований, правила, нормы и рекомендации по стандартизации, международные стандарты и другую информацию о достижениях науки, техники и технологии.

Порядок разработки стандарта по ГОСТу включает шесть стадий. На первой стадии осуществляются подготовка и представление заявки на

разработку стандарта в технический комитет по закрепленным за комитетом объекту стандартизации. Может быть приложен подготовленный заявителем проект стандарта. Технический комитет выбирает рабочую группу или предприятие для разработки проекта стандарта и устанавливает сроки выполнения работ по договору.

Вторая стадия — разработка проекта стандарта, пояснительной записки к нему и рассылка на отзыв. В пояснительной записке приводится краткая характеристика объекта стандартизации, основания для разработки стандарта, сведения о соответствии проекта законодательству РФ, международным стандартам, правилам и нормам по стандартизации, о патентной чистоте стандарта, сведения о рассылке на отзыв и др.

Третья стадия — подготовка окончательной редакции стандарта с учетом поступивших отзывов. Технический комитет рассматривает проект стандарта и на основании результатов голосования на своем заседании решает вопрос о направлении проекта стандарта на утверждение.

Четвертая стадия — принятие и государственная регистрация стандарта.

Пятая стадия - издание стандарта. Информация о принятых стандартах публикуется в ежемесячном информационном указателе и ежегодном «Указателе национальных стандартов».

Шестая стадия — обновление и отмена стандарта. Технический комитет собирает предложения по обновлению и пересмотру стандарта от предприятий, членов технического комитета, организаций и т.д. и направляет проекты изменений в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Последнее и принимает решение по дополнению, изменению или отмене национального стандарта.

Стандарты организаций разрабатываются по аналогичной схеме, утверждаются руководством организации и действуют после проведения определенных организационно-технических мероприятий по подготовке и применению стандарта.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ведет федеральный информационный фонд стандартов, единую систему классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСККТЭСИ) и фонды других нормативно-технических российских и зарубежных документов.

В зависимости от уровня утверждения и сферы применения различают общероссийские, отраслевые классификаторы и классификаторы предприятий. Объектами классификаторов являются продукция (промышленная, сельскохозяйственная, строительная), процессы и работы, трудовые и природные ресурсы, экономика и структура хозяйства. Основные положения и порядок проведения работ по разработке, ведению и применению общероссийских классификаторов определены правилами ПР 50.1.024. К общероссийским классификаторам относятся, например,

- ОК 001-2000 — общероссийский классификатор стандартов;
- ОК 010-93 — общероссийский классификатор занятий;

- ОК 016-94 — профессий рабочих должностей и тарифных разрядов;
- ОК 021-95 — технический классификатор сборных единиц машиностроения и приборостроения;
- ОК 029-2001 — экономической деятельности и другие.

В соответствии с законом РФ «О стандартизации» государственный контроль и надзор осуществляется на стадиях разработки, подготовки к производству, хранения, транспортировки и утилизации, а также при выполнении работ и оказании услуг. Цель — защита прав потребителей и интересов государства.

Госнадзор осуществляется в трех формах: испытание продукции (процесса), экспертиза документации, лицензирование разработки и применения потенциально опасных технологий, объектов, изделий.

Непосредственно за соблюдением требований стандартов наблюдают от имени федерального агентства по техническому регулированию и метрологии *государственные инспекторы*.

Государственный инспектор имеет право:

- свободного доступа в помещения субъекта хозяйственной деятельности;
- получать необходимые документы и сведения для осуществления госнадзора;
- проводить отборы образцов продукции для их контроля;
- выдавать предписание о запрете или приостановке реализации, использования продукции, а также выполнения работ и услуг в случае их несоответствия требованиям стандартов;
- принимать постановления о штрафных санкциях за нарушение требований стандартов;
- запрещать реализацию импортной продукции и оказание импортных услуг, которые не получили государственной регистрации и не соответствуют требованиям ГОСТов.

### **2.3 Принципы и методы стандартизации**

Основные принципы стандартизации, обеспечивающие достижение заявленных целей, следующие:

- добровольность применения стандартов. Обязательность соблюдения требований стандартов наступает, если на это есть прямое указание в действующем законодательстве, договорах, контрактах, правомерно принятых нормативных документах органов исполнительной власти или предприятий любых форм собственности;
- консенсус всех заинтересованных сторон при разработке и принятии стандартов;
- использование международных стандартов при разработке национальных стандартов;
- комплексность (системность), которая заключается в систематизации и оптимальной увязке требований всех взаимодействующих факторов и

стандартов. В химической промышленности — это процесс установления и применения нормативных документов, определяющих качество исходных компонентов (сырья), технологических процессов переработки в готовый продукт, методов контроля, правил приемки, хранения, транспортировки;

- недопустимость установления требований, противоречащих техническим регламентам;
- соответствие стандартов современным достижениям науки, техники и технологии с учетом имеющихся ограничений по их реализации;
- возможность объективного контроля выполнения требований стандартов;
- четкость и ясность изложения стандартов для исключения неоднозначности понимания;
- исключения дублирования при разработке стандартов на идентичные по функциональному назначению объекты стандартизации;
- недопустимость создания препятствий производству, выполнению работ, оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;
- доступность предоставления информации по стандартам заинтересованным лицам за исключением оговоренных законодательством случаев.

Стандарты, особенно относящиеся к продукции и процессам, разрабатываются на основе теоретических и экспериментальных исследований с учетом технических возможностей производств и практического опыта. Задачами стандартизации являются оптимизация требований к продукции, процессу или услуге с целью достижения наибольшего эффекта при определенных затратах или минимализация затрат при заданном эффекте.

При стандартизации технической продукции соблюдаются также принципы предпочтительности (распределение численных значений параметров продукции по степеням очередности выбора: в первую очередь, во вторую и т.д.) и функциональной взаимозаменяемости (принцип обеспечения необходимой точности эксплуатационных характеристик изделия путем нормирования допустимых отклонений значений параметров, влияющих на эти характеристики).

Работам по стандартизации обычно предшествует этап упорядочения объектов стандартизации, направленный на сокращение излишнего многообразия. Упорядочение включает систематизацию, селекцию и другие методы, рассмотренные ниже.

*Систематизация* — метод, заключающийся в классификации определенной совокупности объектов стандартизации. Например, общероссийский классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП) — свод кодов и наименований продукции. Обозначение кода включает цифровое обозначение класса-подкласса — группы — подгруппы — виды — разновидности (десять цифр).



При *селекции* происходят отбор объектов стандартизации, производство которых признано целесообразным.

При стандартизации продукции чаще всего используются следующие методы: пассивный, симплификации, унификации, типизации и агрегатирование.

*Пассивный метод* — метод стандартизации на основе достигнутого качества выпускаемой продукции.

*Симплификация* (ограничение) — процесс ограничения качества марок или разновидностей продукции до обоснованного минимума без внесения каких-либо технических изменений.

*Унификация* — процесс и результат рационального сокращения марок, типов, видов продукции одинакового функционального назначения для удешевления производства и создания изделий из относительно ограниченного числа составных частей.

*Агрегатирование* — метод разработки и создание разнообразных изделий, машин, аппаратов, агрегатов и т.п. путем комбинации ограниченного числа стандартизованных составных элементов (изделий).

Для реализации принципа предпочтительности и для обеспечения совместимости стандартизации используется система *предпочтительных чисел*. Предпочтительными называются числа, которые рекомендуется выбирать при определении значений параметров (например, грузоподъемности, емкости, габаритов, напряжений электрического тока, давлений и др.) вновь создаваемых изделий. Ряды предпочтительных чисел (обозначаемых R5, R10, R20, R40) построены на основе геометрической прогрессии со своим знаменателем для каждого ряда (для ряда R5 — знаменатель  $\varphi = \sqrt[5]{10}$ , для ряда R10 —  $\varphi = \sqrt[10]{10}$ , для ряда R20 —  $\varphi = \sqrt[20]{10}$ , для ряда R40 —  $\varphi = \sqrt[40]{10}$ ). Использование предпочтительных чисел обеспечивает совместимость параметров и размеров изделий различного назначения: комплектующих изделий и машин, химических аппаратов и технологического оборудования, электромашин и агрегатов и т.д.

Например, в машиностроении используют при назначении геометрических размеров деталей ряды линейных размеров по ГОСТ 6636, обозначаемых R<sub>a</sub>5, R<sub>a</sub>10, R<sub>a</sub>20, R<sub>a</sub>40. При этом каждый предыдущий ряд является предпочтительным по отношению к последующему (R<sub>a</sub>5 по отношению к R<sub>a</sub>10 и т.д.). Использование стандартных размеров приводит к сокращению номенклатуры и удешевлению заготовок, инструментов, калибров, приспособлений, снижению затрат на производство.

## 2.4 Стандартизация в области взаимозаменяемости

### 2.4.1 Основные понятия о взаимозаменяемости, допусках и посадках

Применительно к машиностроению, в том числе химическому и нефтехимическому, *взаимозаменяемость* есть некоторое *свойство* деталей, сборочных единиц машин, приборов, аппаратов и других технических устройств, позволяющее монтировать их или заменять без дополнительной

механической или иной обработки, при этом соблюдаются все технические требования, предъявляемые к изделию.

Для достижения такого свойства детали, сборочные единицы и другие составные части изделий должны быть изготовлены с заданной точностью, т.е. таким образом, чтобы их размеры, форма, расположение частей и другие параметры находились в пределах, установленных при проектировании.

Взаимозаменяемость является комплексным понятием, которое не сводится только к обеспечению собираемости или замены деталей и сборочных единиц при изготовлении изделия, но и охватывает существенные технические и экономические вопросы при проектировании, производстве, эксплуатации (использовании) изделий или продуктов. Поэтому в широком смысле слова *взаимозаменяемость* есть *принцип проектирования, производства и эксплуатации*, в соответствии с которым на всех этапах жизненного цикла и трансформации изделий или продуктов их параметры и характеристики с помощью ряда организационно-технических мер будут выдерживаться в определенных границах для качественного выполнения заявленных функций.

Взаимозаменяемость должна обеспечиваться с исходных материалов, сырья, заготовок, полуфабрикатов (однородность химического состава, прочностные характеристики материалов, физические и технологические свойства, точность размеров и формы и др.) и в дальнейшем неуклонно проводится на всех этапах проектирования, производства и эксплуатации (выбор запасов прочности, методы расчета и проектирования, осуществление унификации и стандартизации размерных и иных параметров качества деталей и продуктов, выбор оборудования, инструментов, приспособлений, применение рациональных технологических процессов переработки, методов измерения и контроля, квалификация рабочих и обслуживающего персонала, эксплуатационное обслуживание и т.д.).

Каждое изделие или продукт характеризуется набором параметров или свойств. Если это и другие изделия являются составной частью более сложного агрегата, то эксплуатационные характеристики последнего будут зависеть от возможных колебаний значений (погрешностей) параметров составных частей (деталей) агрегата. Следовательно, для обеспечения качественной работы всего агрегата и стабильности его эксплуатационных характеристик следует ограничивать погрешности параметров деталей и составных частей.

Параметры деталей и сборочных единиц, влияющие на эксплуатационные характеристики машин и аппаратов, называют *функциональными*.

К ним относятся геометрические (размеры, отклонения формы и расположения поверхностей, микрогеометрия поверхностей и др.), электрические (напряжение, сила электрического тока, емкость и др.), механические (прочностные характеристики и др.), оптические, магнитные и другие параметры.

Взаимозаменяемость, при которой обеспечиваются оптимальные

эксплуатационные характеристики технических изделий (машин, приборов, химических аппаратов) путем установления допустимых отклонений функциональных параметров, называют *функциональной взаимозаменяемостью* [7, 8].

Различают полную (100%-ную) взаимозаменяемость и неполную или ограниченную взаимозаменяемость. При *полной взаимозаменяемости* форма, размеры и другие параметры деталей или сборочных единиц полностью соответствуют тем рабочим местам, которые детали должны занимать в техническом устройстве. Поэтому любая, наугад взятая из партии деталь может быть использована при сборке или для замены, и при этом не потребуется производить пригонку, подбор или регулировку, а технические требования к собранному изделию будут обеспечены. Например, параметры цоколей и гнезд электроламп, присоединительные размеры подшипников качения, размеры штепсельных вилок, болтов, гаек и т.п.

В ряде случаев по технико-экономическим причинам (невозможность или неэкономичность получения требуемых точных деталей) приходится применять пригонку, подбор, регулировку некоторых деталей при сборке изделий, что характеризует *неполную взаимозаменяемость*. Например, при сборке поршневой группы двигателей внутреннего сгорания используют так называемую селективную сборку — подбор (по группам) поршней и цилиндров для получения малых зазоров между ними.

Взаимозаменяемость лежит в основе важнейших принципов и форм организации современных производств. На базе взаимозаменяемости организуются серийное, массовое и даже единичные производства, осуществляются автоматизация, роботизация и механизация производственных процессов, в том числе сборки, широкая специализация и кооперирование в производстве. Взаимозаменяемость упрощает поставку запасных частей и организацию ремонта, сводя последний к простой замене изношенных деталей.

Одной из основных предпосылок достижения взаимозаменяемости является изготовление деталей с размерами и иными параметрами, значения которых находятся в определенных чертежами пределах - в пределах *допусков*.

Поверхности деталей имеют различную форму: цилиндрическую, плоскую, коническую, резьбовую, шлицевую, зубчатую и др. Две детали, одна из которых входит в другую образуют соединение: гладкое, цилиндрическое, плоское, коническое, резьбовое и др. Соприкосновение деталей в соединениях происходит по поверхностям, называемых сопрягаемыми, другие поверхности будут несопрягаемые (свободные). Одна из сопрягаемых поверхностей является охватывающей (внешней по отношению к другой), вторая — охватываемой (внутренней) Охватывающую поверхность (цилиндрическую у круглых или образованную двумя плоскостями) называют *отверстием*, охватываемую — *валом* (рис. 6а). Понятие отверстия и вала относятся и к свободным поверхностям.

Эти поверхности характеризуются размерами — диаметрами  $D$  (для

отверстий) и  $d$  (для валов) или расстояниями между плоскостями  $B$  и  $b$  (см. рис. 6 а,б).

Если размер отверстия  $D$  (или  $B$ ) больше размера вала  $d$  (или  $b$ ), то разность между ними, характеризующая степень подвижности деталей, называется зазором и обозначается  $S$  (см. рис.6б):

$$S = D - d; \quad S \geq 0; \quad D \geq d, \quad (2.1)$$

Если до сборки размер вала  $d$  (или  $b$ ) больше размера отверстия  $D$  (или  $B$ ), то разность между ними, характеризующая степень прочности соединения после сборки, называется *натягом* и обозначается  $N$  (см. рис.6б):

$$N = d - D; \quad N \geq 0; \quad d \geq D, \quad (2.2)$$

Если при расчете зазора  $S$  по формуле (2.1) получится отрицательное значение, то размер вала больше размера отверстия ( $d > D$ ), т.е. в соединении получается не зазор, а натяг. Следовательно, при необходимости зазор можно представить, как отрицательный натяг ( $S = -N$ ), а натяг — как отрицательный зазор ( $N = -S$ ).

При сборке партии втулок (отверстий) и партии валов в соединениях могут получаться в зависимости от исходных размеров деталей соединения различного характера. Характер соединений, определяемый степенью подвижности (например, свободное или плотное вращение) деталей или степенью прочности соединения (зависит от значения натяга  $N$ ), называют *посадкой*.

В промышленности используют три группы посадок: с зазором, с натягом и переходные. Каждая группа включает несколько отдельных видов посадок отличающихся значениями предельных зазоров или натягов.

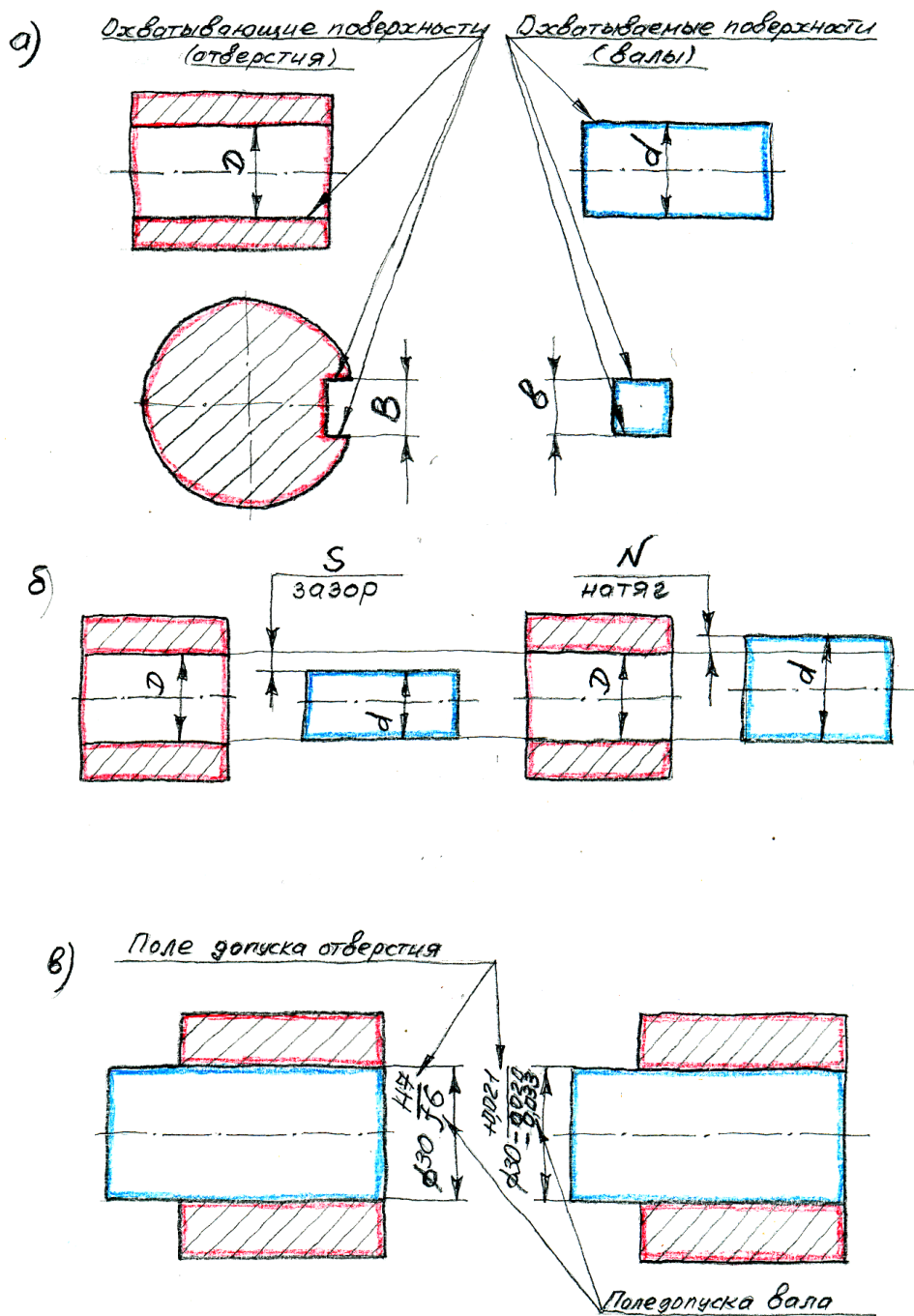
При *посадках с зазором* во всех соединениях собранной партии образуются зазоры, детали собирают вручную (автомат, робот).

При *посадках с натягом* во всех соединениях собранной партии образуются натяги, детали собирают запрессовкой или термическим способом — нагревая одну или охлаждая другую деталь.

При *переходных посадках* в зависимости от случайного сочетания исходных размеров деталей могут получаться как малые зазоры, так и малые натяги, детали часто собирают с помощью слесарных молотков.

Посадки обозначают на сборочных чертежах в виде дроби (см.рис.6в), в числителе которой указывают точность отверстия (т.е. поле допуска отверстия), а в знаменателе — точность вала (т.е. поле допуска вала).

Например,  $\text{Ø}30 \frac{H7}{f6}$  или  $\text{Ø}30 \frac{+0,021}{-0,020 \text{ } -0,033}$  (см. рис.6в). Здесь  $\text{Ø}30$  — номинальный размер.



- а) — охватывающие и охватываемые поверхности деталей;  
 б) — соединения с зазором  $S$  и с натягом  $N$ ;  
 в) — обозначение посадок на сборочных чертежах.

Рисунок 6 — Элементы допусков и посадок

Номинальным размером называют размер, полученный расчетом на прочность, устойчивость, жесткость и т.д., и округленный до нормального линейного размера по стандарту (ГОСТ 6636-69). Стандартные номинальные размеры (диаметры, длины, высоты, глубины и т.п.), построенные на базе предпочтительных чисел, сгруппированы в четыре ряда, обозначаемых  $R_{a5}$ ,

R<sub>a</sub>10, R<sub>a</sub>20, R<sub>a</sub>40. Каждый ряд чисел охватывает диапазон от 0,01 мм до 10000 мм (дополнительно от 0,001 мм до 0,009 мм), в котором числа увеличиваются по геометрической прогрессии (см. раздел 2.3). При установлении отдельных размеров или рядов размеров однотипных элементов следует отдавать предпочтение рядам с большим знаменателем геометрической прогрессии, т.е. ряд R<sub>a</sub>5 предпочитать ряду R<sub>a</sub>10, ряд R<sub>a</sub>10 — ряду R<sub>a</sub>20 и т.д.

Относительно номинального размера с помощью отклонений (см. ниже) определяют предельные размеры, которые ограничивают зону допустимых изменений действительных размеров деталей при их изготовлении.

Предельными размерами называют два предельно допустимых размера (два значения), между которыми должен быть расположен любой из действительных размеров годных деталей. Большой из двух предельных размеров является *наибольшим предельным размером* и обозначается для отверстия D<sub>max</sub>, для вала — d<sub>max</sub>, меньший — *наименьшим предельным размером* и обозначается соответственно D<sub>min</sub> и d<sub>min</sub>.

Разность предельных размеров есть *допуск* размера: T<sub>D</sub><sup>3</sup> — для отверстия и T<sub>d</sub><sup>3</sup> для вала:

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} \quad (2.3)$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} \quad (2.4)$$

Допуск характеризует точность размера (или другого параметра). Чем меньше допуск, тем выше точность, меньше возможный диапазон изменения размеров, больше однородность соединений, меньше различия в эксплуатационных характеристиках. Изготовление детали с меньшим допуском улучшает, как правило, качество изделия, но требует применения более точного оборудования, точных средств измерения, приспособлений, соответствующих методов и режимов технологических процессов, что удорожает изделие. Стоимости изготовления деталей, различающихся степенями точности, могут отличаться на порядок и более (по гиперболической зависимости).

Для сокращения объема таблиц в стандартах, упрощения расчетов и обозначений предельных размеров введено понятие отклонений. *Отклонение* размера есть алгебраическая разность между этим размером и его номинальным значением. Отклонения могут быть положительными, отрицательными или равными нулю, поэтому на чертежах или в иных документах указываются со своими знаками (нулевое отклонение на чертеже часто не указывают). Отклонения разделяют на предельные (верхние и нижние), основные и средние.

*Верхнее отклонение* (ES<sup>4</sup> — обозначение для отверстий, es — для

<sup>3</sup> Начальная буква французского слова *tolerance* (допуск).

<sup>4</sup> Начальные буквы французских слов *Ecart superieur* (отклонение верхнее).

валов) — алгебраическая разность между наибольшим предельным размером ( $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ) и номинальным размером ( $D_H$  — для отверстий,  $d_H$  — для вала,  $d_{H.C.} = D_H = d_H$  — для соединений с посадками):

$$ES = D_{\max} - d_{H.C.}; \quad (2.5)$$

$$es = d_{\max} - d_{H.C.} \quad (2.5a)$$

*Нижнее отклонение* ( $EI^5$  — обозначение для отверстий,  $ei$  — для валов) — алгебраическая разность между наименьшими предельными размерами ( $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$ ) и номинальными размерами ( $D_H$  — для отверстий,  $d_H$  — для вала,  $d_{H.C.} = D_H = d_H$  для соединений с посадками):

$$EI = D_{\min} - d_{H.C.}; \quad (2.6)$$

$$ei = d_{\min} - d_{H.C.} \quad (2.6a)$$

Зная предельные отклонения, легко рассчитать допуски отверстия и вала, если вместо предельных размеров в формулах (2.3) и (2.4) подставить их выражения через предельные отклонения и номиналы (см. (2.5), (2.5a), (2.6), (2.6a)):

$$T_D = ES - EI; \quad (2.7)$$

$$T_d = es - ei. \quad (2.8)$$

На чертежах и иных документах отдельные отклонения располагают справа от номинального размера. Например,  $\text{Ø}30_{-0,033}^{-0,020}$ . Здесь верхнее отклонение вала  $es = -0,020$  мм, а нижнее  $ei = -0,033$  мм. Следовательно, наибольший предельный размер вала (см. формулу (2.5a)) равен:

$$d_{\max} = es + d_{H.C.} = (-0,020) + 30 = 29,98 \text{ мм},$$

наименьший предельный размер вала (см. формулу (2.6a)) равен:

$$d_{\min} = ei + d_{H.C.} = (-0,033) + 30 = 29,967 \text{ мм}.$$

Допуск равен:

$$T_d = es - ei = (-0,020) - (-0,033) = 0,013 \text{ мм}.$$

Если отклонения равны по модулю, то их указывают в виде симметричных отклонений большими цифрами. Например,  $\text{Ø}30 \pm 0,01$ , т.е.  $es$

<sup>5</sup> Начальные буквы французских слов *Ecart inferieur* (отклонение ниже).

= +0,01 мм, а  $e_i = -0,01$  мм. Допуск равен:

$$T_d = es - ei = (+0,01) - (-0,01) = 0,02 \text{ мм.}$$

Если одно из отклонений равно нулю, то последнее обычно не ставится, а записывается только другое отклонение — вверху, если оно положительное (верхнее), или внизу, рядом с цифрой номинального размера, если оно отрицательно (нижнее). Например,  $\text{Ø}30^{+0,021}$ . Здесь верхнее отклонение отверстия  $ES = +0,021$  мм, а нижнее отклонение равно нулю  $EI = 0$ . Следовательно, наибольший предельный размер отверстия (см. формулу(2.5)) равен:

$$D_{\max} = ES + d_{\text{н.с.}} = (+0,021) + 30 = 30,021 \text{ мм,}$$

а наименьший предельный размер (см. формулу (2.6)) равен:

$$D_{\min} = EI + d_{\text{н.с.}} = 0 + 30 = 30,00 \text{ мм.}$$

Допуск равен:

$$T_D = ES - EI = (+0,021) - 0 = 0,021 \text{ мм}$$

Одно из двух предельных отклонений, расположенное ближе всего к номинальному размеру, называется основным. Например, у вала  $\text{Ø}30_{-0,033}^{-0,020}$  основным будет отклонение: - 0,020 мм.

Основное отклонение определяет характер соединения (посадку) и обозначается латинскими буквами (всего 28 букв и их сочетаний) основные отклонения валов:

- a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, gh — для посадок с S,
- j, js, k, m, n — для посадок переходных (N-S).
- p, r, s, t, n, v, x, y, z, za, zb, zc — для посадок с N.

Аналогично, основные отклонения отверстий: A, B, . . . Z.

Сочетание основного отклонения и цифры, обозначающей уровень точности (калитет), есть поле допуска в условном обозначении. Например,  $\text{Ø}30f6$ , здесь f — основное отклонение, 6 — квалитет, f6 — поле допуска вала, используемое в посадке с зазором. Поле допуска может быть записано в числовом обозначении. Например,  $\text{Ø}30_{-0,033}^{-0,020}$ .

Каждая посадка характеризуется предельными зазорами и натягами, значения которых определяются предельными размерами деталей, случайно соединяющихся на сборке.

На рисунке 3а показаны предельные размеры отверстия и вала ( $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ,  $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$ ) предельные отклонения (верхние для отверстия ES и для вала es, нижние для отверстия EI и для вала ei), допуски отверстия ( $T_D$ ) и вала ( $T_d$ ). При этом размеры ( $d_{\text{н.с.}}$ ,  $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$ ,  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$ ) указываются от одной линии.



Поэтому отклонения следует отсчитывать от линии 00, соответствующей номинальному размеру  $d_{н.с.}$  (рис. 7а).

*Наибольший зазор*  $S_{max}$  в этой посадке (по рис.7а) образуется, если в отверстие с наибольшим предельным размером  $D_{max} = ES + d_{н.с.}$  будет установлен вал с наименьшим предельным размером  $d_{min} = ei + d_{н.с.}$ :

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei, \quad (2.9)$$

Аналогично, возможный *наименьший зазор*  $S_{min}$  возникает при сочетании размеров  $D_{min}$  и  $d_{max}$  :

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es, \quad (2.10)$$

*Средний зазор*  $S_C$  равен:

$$S_C = (S_{max} + S_{min})/2 = D_C - d_C = E_C - e_C, \quad (2.11)$$

где  $D_C, d_C$  — средние размеры,  $E_C, e_C$  — средние отклонения.

Точность любой посадки характеризуется допуском посадки (в данном случае допуском зазора)  $T_S$ :

$$T_S = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d, \quad (2.12)$$

При сборке деталей (по принципу взаимозаменяемости) вероятность случайной встречи деталей с экстремальными размерами ( $D_{max}$  и  $d_{min}$ ,  $D_{min}$  и  $d_{max}$ ) очень мала. Поэтому скорее всего в партии собранных изделий будет очень мало соединений с зазорами, равными  $S_{max}$  и  $S_{min}$ . Предельные размеры зазоров с учетом вероятности сочетания размеров деталей можно рассчитать, принимая, что распределение значений зазоров соответствует нормальному закону — закону Гаусса (см. рис. 7б, здесь  $f(s)$  — плотность вероятности зазора).

Предельные вероятностные значения зазора  $S_{max}^{sep.}$  и  $S_{min}^{sep.}$  равны (см. рис. 7б):

$$S_{max}^{sep.} = S_{max} + 3\sigma, \quad S_{min}^{sep.} = S_{min} - 3\sigma, \quad (2.13)$$

В указанных пределах будут находиться 99,73% всех соединений, т.е. вероятность получения зазора в пределах от  $S_{min}^{sep.}$  до  $S_{max}^{sep.}$  равна  $2\Phi(3) = 0,9973$ , площадь под кривой на рисунке  $\pm 3\sigma$  от  $S_{min}^{sep.}$  до  $S_{max}^{sep.}$  (см. раздел 1.5). Вероятности получения значений зазора менее  $S_{min}^{sep.}$  и более  $S_{max}^{sep.}$  малы и составляют  $(1-0,9973)/2=0,00135$ .

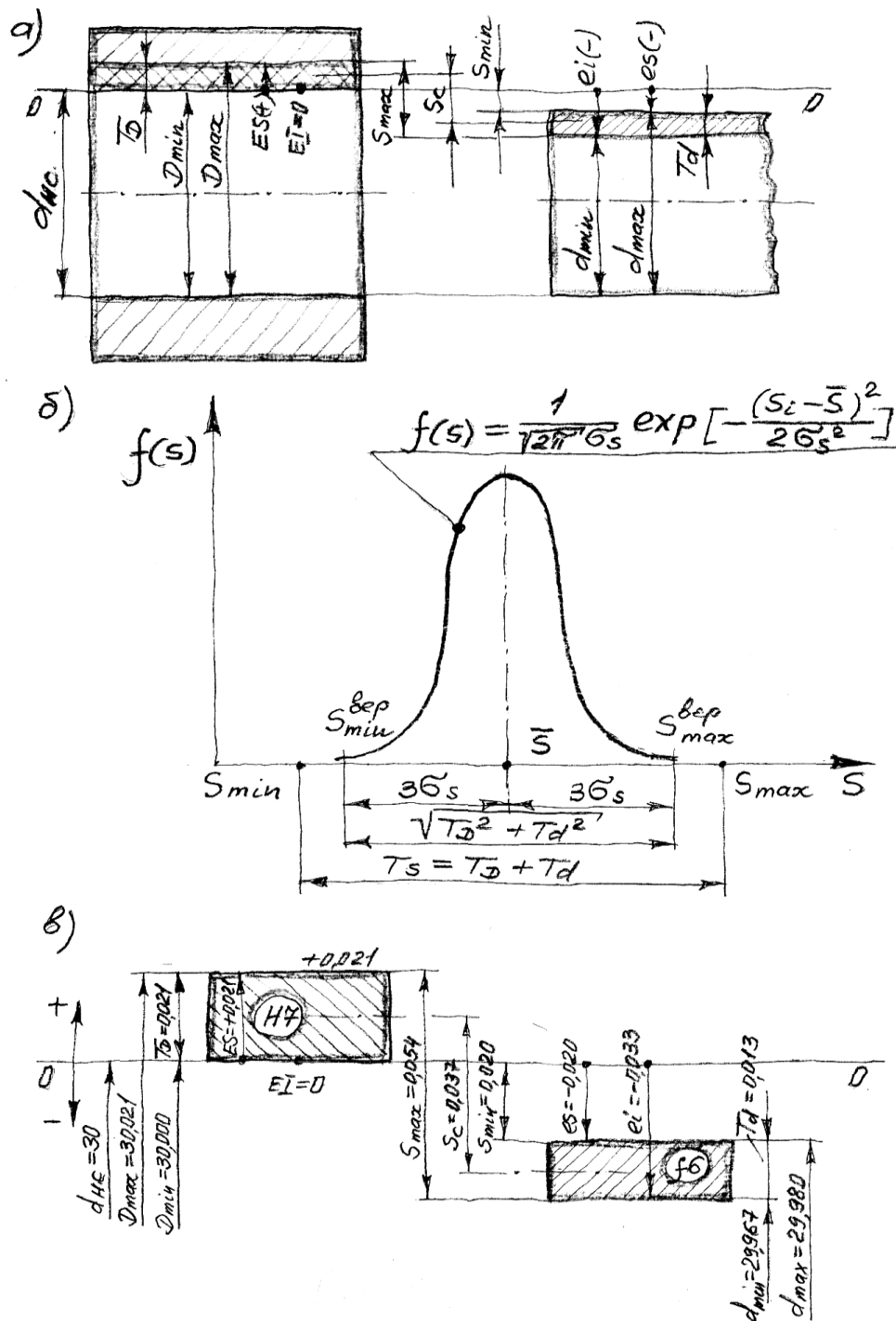


Рисунок 7 — Характеристики посадок:

- а) — предельные размеры ( $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$ ,  $D_{\min}$ ,  $d_{\min}$ ), предельные отклонения ( $ES$ ,  $EI$ ,  $es$ ,  $ei$ ), допуски ( $T_D$ ,  $T_d$ ) деталей, зазоры ( $S_{\max}$ ,  $S_{\min}$ ) в соединении;
- б) — распределение зазоров в соединении ( $f(s)$  - плотность вероятности зазора);
- в) — схема расположения полей допусков для посадки с зазором  $\text{Ø}30\text{H}7/\text{f}6$ .

Соответствующие значения ( $N_{\max}$ ,  $N_{\min}$ ,  $N_C$ ,  $T_N$ ,  $S_{\min}^{\text{вер}}$ ,  $S_{\max}^{\text{вер}}$ ) для посадок с натягом равны:

$$N_{\max} = d_{\min} - D_{\min} = es - EI = -S_{\min}, \quad (2.14)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = -S_{\max}, \quad (2.15)$$

$$N_C = (N_{\max} + N_{\min})/2 = -S_C, \quad (2.16)$$

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d, \quad (2.17)$$

$$\frac{N_{\max}}{N_{\min}}, \quad (2.18)$$

*Пример.* Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 30 \frac{H7(+002)}{f6(-0029)}$  (см. рис.7в). Здесь  $\varnothing 30$  — номинальный размер, соответствующий ряду  $R_a 40$  по ГОСТ 6636-69 [7,8],  $\varnothing 30H7$  — поле допуска отверстия (H — основное отклонение, 7 — квалитет),  $\varnothing 30f6$  — поле допуска вала для посадки с зазором (f — основное отклонение). Отклонения (верхние ES, es и нижние EI, ei) приняты по ГОСТ 25347-82 [7,8]. Результаты расчетов (в мм) удобно записывать следующим образом:

	Отверстие	Вал
Номинальный размер (по условию)	$D_{H.C.} = 30$	$d_{H.C.} = 30$
Верхнее отклонение (по условию)	$ES = +0,021$	$es = -0,020$
Нижнее отклонение (по условию)	$EI = 0$	$ei = -0,033$
Наибольший предельный размер (см. формулы (2.5), (2.5a))	$D_{\max} = ES + d_{H.C.} =$ $(+0,021) + 30 =$ $30,021$	$d_{\max} = es + d_{H.C.} =$ $(-0,020) + 30 = 29,98$
Наименьший предельный размер (см. формулы (2.6), (2.6a))	$D_{\min} = EI + d_{H.C.} =$ $0 + 30 = 30,00$	$d_{\min} = ei + d_{H.C.} =$ $(-0,033) + 30 = 29,967$
Допуск (см. формулы (2.3), (2.4), (2.7), (2.8))	$T_D = ES - EI =$ $(+0,021) - 0 = 0,021$	$T_d = es - ei =$ $(-0,020) - (-0,033) = 0,013$
	Отверстие	Вал
Наибольший зазор (см. формулу (2.9))	$S_{\max} = ES - ei = (+0,021) - (-0,033) = 0,054$	

Наименьший зазор (см. формулу (2.10))

$$S_{\min} = EI - es = (0) - (-0,020) = 0,020$$

Средний зазор (см. формулу (2.11))

$$S_C = (S_{\max} + S_{\min})/2 = (0,054 + 0,020)/2 = ,037$$

Допуск зазора (посадки) (см. формулу (2.12))

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d = 0,054 - 0,02 = 0,021 + 0,013 = 0,034$$

Вероятностные предельные зазоры (см. формулу (2.13))

$$S_{\min}^{\text{вер.}} = S_C \pm 0,5 \sqrt{T_D^2 + T_d^2} = 0,037 \pm 0,5 \sqrt{0,021^2 + 0,013^2} \approx_{0,025}^{0,049}$$

Подобные расчеты инженеры часто выполняют, используя схемы расположения полей допусков (см. рис. 7в). Построения на них производят относительно линии номинального размера, обозначенной 0-0 (см. рис. 7а и 7в). Линии предельных и номинального размеров проводят на расстояниях, отсчитываемых от одной границы. Следовательно, линии размеров, больших номинального, будут расположены выше линии 0-0, а линии размеров, меньше номинального, — ниже.

Вверх от линии 0-0 в выбранном масштабе указывают положительные отклонения, вниз — отрицательные. Две линии предельных размеров (предельных отклонений) отверстия или вала ограничивают поле допуска, которое показывают на схеме в виде прямоугольника (по длине прямоугольника масштаб произволен).

*Поле допуска* называют зону возможных изменений размеров детали, заключенную между линиями наибольшего и наименьшего предельных размеров (или линиями верхнего и нижнего отклонений). Поле допуска — понятие, характеризующее допуском и расположением относительно номинала. Различные по расположению поля допусков могут иметь один и тот же допуск. Как следует из рисунка 3в в посадках с зазором на схемах поле допуска вала располагается ниже поля допуска отверстия, в посадках с натягом — выше поля допуска отверстия. В переходных посадках, поля допусков вала и отверстия (условно) пересекаются.

По схеме расположения полей допусков отверстия и вала легко можно определить значения предельных зазоров и натягов (при этом следует учитывать, что  $S_{\max} = -N_{\min}$ ,  $S_{\min} = -N_{\max}$  и  $N_{\min} = -S_{\max}$ ,  $N_{\max} = -S_{\min}$ ).

#### **2.4.2 Единая система нормирования и стандартизации показателей точности и микронеровностей поверхности**

В стране разработаны и действуют комплексы стандартов на нормы точности размеров, формы и расположения поверхностей, а также на параметры шероховатости (микрорельефа) поверхности. Все эти стандарты согласованы (гармонизированы) с соответствующими международными

стандартами.

В реальных технических изделиях-деталях и сборочных единицах — на эксплуатационные характеристики влияют следующие погрешности:

- погрешности размеров,
- погрешности формы цилиндрических и плоских поверхностей,
- погрешности расположения поверхностей деталей,
- погрешности микронеровностей поверхностей (шероховатость поверхности),
- нестабильность физико-механических характеристик материалов,
- для сборочных единиц нестабильность эксплуатационных (выходных) показателей.

Погрешности геометрических параметров деталей ограничиваются допусками и отклонениями, указываемыми на чертежах и в других нормативно-технических документах.

Для деталей и соединений разработаны Единая система допусков и посадок (ЕСДП), основные нормы взаимозаменяемости (ОНВ).

Основные государственные стандарты на допуски размеров, формы, расположения поверхностей и параметры шероховатости показаны в таблице 5.

*Допуски размеров.* Значения допусков  $T$  размеров зависит от степени точности (которые названы квалитетами) и от номинального размера и для квалитетов с 5 по 17-й рассчитаны по формуле:

$$T = a \cdot i, \quad (2.19)$$

где  $a$  — коэффициент точности (или количество единиц допуска в допуске), характеризующий изменение допуска в зависимости от уровня точности,  $i$  — единица допуска, выражающая зависимость допуска от номинального размера (мкм).

В ЕСДП единица допуска  $i$  для размеров до 500 мм (и квалитетов от 5-го до 17-го) выражается зависимостью:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{d_{с.г.}} + 0,001 d_{с.г.}, \quad (2.20)$$

для размеров свыше 500 мм:

$$i = 0,004 d_{с.г.} + 2,1, \quad (2.21)$$

где  $i$  — единица допуска, мкм,  $d_{с.г.}$  — среднее геометрическое значение крайних размеров интервала (см. раздел 2.4.3), в который входит данный номинальный размер, мм.

Таблица 6 – Стандарты на ЕСДП, стандарты на допуски формы и расположение поверхностей, параметры шероховатости

Номер стандарта	Наименование стандарта
ГОСТ 25346-89	Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
ГОСТ 25347-82	Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
ГОСТ 25348-82	ОНВ.ЕСДП. Ряды допусков, основных отклонений и поля допусков для размеров свыше 3150 мм.
ГОСТ 26179-84	ОНВ. Допуски размеров свыше 10000 до 40000 мм
ГОСТ 30987-2003 (ИСО 10579:1993)	ОНВ. Назначение размеров и допусков для нежестких деталей
ГОСТ 30893.1-2002 (ИСО 2768-1-89)	ОНВ. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками.
ГОСТ 24642-81	ОНВ. Допуски формы и расположение поверхностей. Основные термины и определения.
ГОСТ 24643-81	ОНВ. Допуски формы и расположение поверхностей. Числовые значения.
ГОСТ 14140-81	ОНВ. Допуски расположения осей отверстий под крепежные детали.
ГОСТ 30893.2-2002 (ИСО 2768-2-89)	ОНВ. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально.
ГОСТ 2789-73	Параметры шероховатости поверхностей.

Каждая деталь и каждый параметр ее геометрических элементов имеют разные назначения и выполняются с различными уровнями точности. Для нормирования точности в ЕСДП предусмотрено 19 квалитетов: 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17. Квалитет 01 соответствует самому высокому уровню точности, квалитет 17 — самому низкому. Каждому квалитету (с 5-го по 17-й) соответствует свое значение коэффициента

точности  $a$  (см. формулу (2.19)), который изменяется по геометрической прогрессии со знаменателем  $\sqrt[5]{10} \approx 1,6$ . Поэтому допуски деталей одного номинального размера и соседних квалитетов отличаются в 1,6 раза.

Квалитеты с 01 по 4-ый предназначены для инструментального производства, с 4 по 12-ый — для соединений с посадками, с 12-го по 17-ый — для несопрягаемых, свободных (от посадок) размеров.

Квалитет характеризует степень точности размера и, следовательно, определяет необходимость применения тех или иных средств и методов обработки конструкционных материалов (таблица 6).

Допуски в чертежах обозначают в виде предельных отклонений, а отклонения записывают численно, условно (как поля допусков) или смешанно. Например,  $\varnothing 30_{-0,033}^{-0,020}$ ,  $\varnothing 30f6$ ,  $\varnothing 30f6_{-0,033}^{-0,020}$ .

Допуски угловых размеров принимают по ГОСТ 8908, они установлены в 17 степенях точности, которые обозначают АТ: АТ1 (особо точные детали), АТ2...АТ17.

Размеры деталей разделяют на посадочные (номинальные размеры в посадках) и свободные (от посадок). Допуски посадочных размеров указывают условно или численно непосредственно у размеров.

Таблица 7 Применение квалитетов и возможные методы обработки деталей

Квалитеты		Применение	Возможные методы обработки
Отверстия	Валы		
6	5	Особо точные соединения	Суперфиниш, тонкое шлифование, тонкое развертывание, алмазное точение.
7	6, 7	Точные соединения	Чистовое шлифование, развертывание тонкое и чистовое точение, протягивание, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой.
8, 9	8, 9	Соединения средней точности	Шлифование пониженной точности, точение, зенкерование, точное литье под давлением.
10, 11, 12	10, 11, 12	Соединения малой точности	Точение, зенкерование, сверление, нормальное фрезерование и строгание, точное прессование, литье в оболочковые формы и по выплавляемым моделям.
13-17	13-17	Грубые соединения	Черновое точение, грубая механическая обработка всех видов, газовая резка, обрезка пилой, резцом, фрезой, ковка в штампах, пробивка, литье в песчаные формы.

Допуски свободных размеров часто указывают общей записью на чертеже или в других технических документах. Эти общие допуски линейных и угловых размеров принимают по ГОСТ 30893.1-2002, где они установлены (в виде симметричных ( $\pm$ ) предельных отклонений) в четырех классах точности: точный класс, обозначаемый буквой *f*, средний — *m*, грубый — *c* и очень грубый — *v*. Эти допуски соответствуют стандарту ИСО.

Примеры обозначения таких допусков на чертежах (обозначение размещают в правой нижней части чертежа): «*Общие допуски по ГОСТ 30893.1 — m*» или «*ГОСТ 30893.1 — m*».

ГОСТ 30893.1 устанавливает также дополнительные варианты предельных отклонений свободных размеров (при новом проектировании применение таких вариантов рекомендуется ограничить) по квалитетам (12, 14, 16, 17-й) или классам точности ( $t_1, t_2, t_3, t_4$ ). Точному классу точности соответствуют поля допусков для отверстий: H12 или отклонения  $+t_1$ , для валов: h12 или отклонения  $-t_1$ , для элементов, не относящихся к отверстиям или вала:  $\pm IT12/2$  или  $\pm t_1/2$ , аналогично среднему классу: H14 или  $+t_2$ , h14 или  $-t_2$ ,  $\pm IT14/2$  или  $\pm t_2/2$ , грубому классу: H16 или  $+t_3$ , h16 или  $-t_3$ ,  $\pm IT16/2$  или  $\pm t_3/2$ , очень грубому классу: H17 или  $+t_4$ , h17 или  $-t_4$ ,  $\pm IT17/2$  или  $\pm t_4/2$ .

Примеры обозначения таких допусков на чертеже:

«*Общие допуски по ГОСТ 30993.1: H14, h14,  $\pm t_2/2$* »

«*Общие допуски по ГОСТ 30993.1: H14, h14,  $\pm IT14/2$* »

«*Общие допуски по ГОСТ 30993.1:  $+t_2, -t_2, \pm t_2/2$* ».

*Допуски формы* поверхностей. Под отклонением (погрешностью) формы понимают отклонение формы реальной поверхности от формы номинальной (идеальной) поверхности, которая задана чертежом.

Отклонения формы реальных поверхностей деталей возникают в процессе изготовления из-за неточностей и деформации оборудования, приспособлений, инструментов, нестабильности режимов обработки и др.

Эти погрешности формы влияют на работу соединений, затрудняют сборку, изменяют эксплуатационные характеристики и т.д. Поэтому правильно составленный чертеж должен содержать данные не только о допусках размеров, но и о допусках формы (а также допусках расположения и требования к шероховатости) ответственных, функциональных поверхностей.

Отклонения формы отсчитывают от прилегающих профилей или поверхностей, прилегающих прямым, прилегающих плоскостям, прилегающих окружностям, прилегающих цилиндрам. Отклонение формы *EF* есть наибольшее (из всех возможных) расстояние от точки реальной поверхности до прилегающего профиля или поверхности. Отклонение формы не должно превышать допуска формы *TF*, который указывается на чертеже.

Отклонения (допуски) формы можно разделить на общие (комплексные) и частные (дифференцированные). Допуски формы общих видов отклонений на чертежах обычно обозначают условными знаками, а частные — текстом на поле чертежа. Знак (условное обозначение) и числовое значение допуска формы указывают в прямоугольной рамке, которую



соединяют прямой или ломаной линией (со стрелкой) с поверхностью детали или с выносной линией (рисунок 8)

К допускам формы плоских поверхностей относят: допуск прямолинейности TFL и допуск плоскостности TFE (см. рис. 4).

К допускам формы цилиндрических поверхностей относят: допуск круглости TFK (частные виды — овальность и огранка), допуск формы профиля продольного сечения TFP (частные виды — конусообразность, бочкообразность, седлообразность, изогнутость) и допуск цилиндричности TFZ (включает отклонение от круглости и профиля продольного сечения).

Для ответственных, функциональных поверхностей допуски формы TF должны составлять часть от допуска размера T:

$$\begin{aligned} \text{Нормальная точность (A)} \quad TF &\leq 1/3(2/3)T \\ \text{Повышенная точность (B)} \quad TF &\leq 1/5(2/5)T \\ \text{Высокая точность (C)} \quad TF &\leq 1/8(1/4)T \end{aligned} \quad (2.22)$$

Значения в скобках относятся к допускам плоскостности, прямолинейности и погрешностям типа изогнутости.

Допуски формы относительно грубых поверхностей, которые не установлены индивидуально (знаками или текстом) должны соответствовать ГОСТ 30893.2, кроме допусков цилиндричности и профиля продольного сечения. Отклонения этих видов косвенно ограничиваются допусками размеров.

*Допуски расположения* поверхностей. Под отклонением (погрешностью) расположения понимают отклонение реального расположения поверхности, оси или плоскости симметрии от номинального расположения, определяемого номинальными размерами на чертеже.

Отклонения в расположении, возникающие в процессе изготовления, оказывают иногда большое влияние на работу машин и механизмов — уменьшают точность взаимного расположения и перемещения деталей (зубчатые колеса, подшипники, поступательные пары, копиры, кулачки и т.д.), изменяют зазоры и натяги в соединениях, увеличивают трудоемкость сборочных и ремонтных работ.

Отклонения расположения указывают (и измеряют) относительно баз. Базами могут быть поверхности (наиболее протяженные и точные), оси цилиндрических поверхностей, точки (центры сфер), плоскости симметрии или, в необходимых случаях, общие оси или общие плоскости симметрии нескольких поверхностей.

Отклонение расположения не должно превышать установленного чертежом допуска (кроме так называемых зависимых допусков, см. ниже).

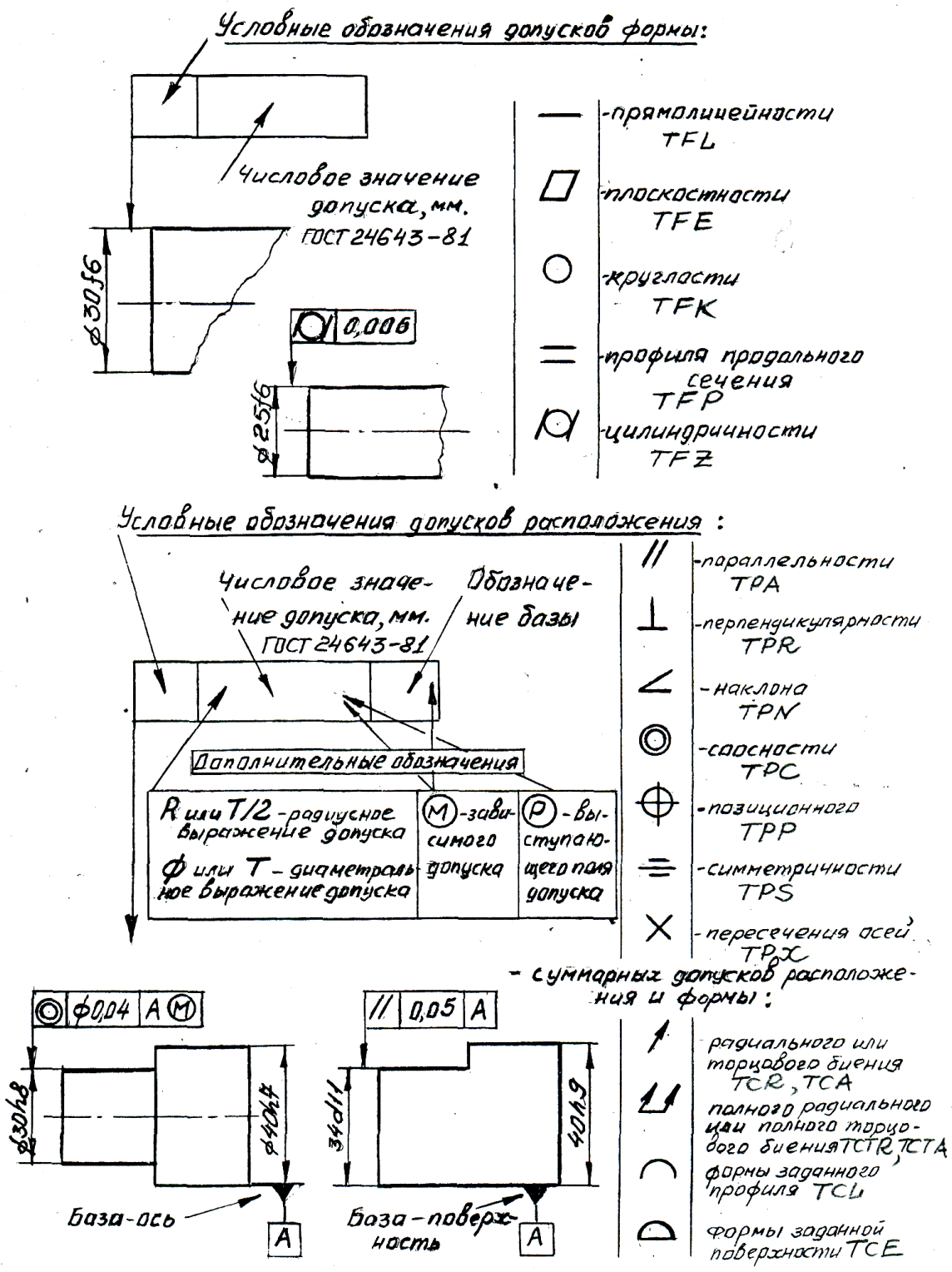


Рисунок 8 — Допуски формы и расположения поверхностей

Стандартом установлено 13 видов допусков расположения (среди них 6 видов суммарных допусков формы и расположения). При оценке и измерениях отклонений расположения отклонения формы не учитывают (кроме суммарных допусков), а реальные поверхности или профили заменяют прилегающими.

Допуски расположения на чертеже обозначают условными знаками (см. рисунок 8) или записывают в технических требованиях. Условные знаки, числовое значение допуска, буквенное обозначение базы указывают в прямоугольной рамке, которую соединяют прямой или ломаной линией со стрелкой (указывающей направление измерения) с поверхностью детали, выносной или размерной линиями (см. рисунок 8). Если допуск расположения относится к поверхности или профилю, то линию со стрелкой располагают на некотором расстоянии от размерной линии, если — к оси или плоскости симметрии, то линия со стрелкой должна быть продолжением размерной линии.

Базы обозначают равносторонним треугольником и, при необходимости, буквой в рамке, базой может быть ось или плоскость симметрии (обозначение базы тогда совпадает с размерной линией, см. рисунок 4 для  $\varnothing 30h8$ ) или поверхность (обозначение базы отдельно от размерной линии, см. рисунок 4 для размера 34d11).

В качестве дополнительных обозначений (см. рисунок 4) используются следующие знаки: R или T/2 — обозначение радиусного выражения допуска расположения, Ø или T — диаметральное выражение допуска (в два раза больше радиусного), буква M в кружке — обозначение зависимого допуска (переменный допуск, т.к. его значение зависит от действительного размера диаметра: больше действительный размер — больше допуск расположения часто используется для отверстий под крепежные болты, винты, шпильки), буква P в кружке — обозначение допуска расположения, поле которого распространяется за пределы поверхности детали.

К допускам расположения относятся следующие (см. рисунок 8):

- допуски параллельности TPA плоскостей и осей,
- допуски перпендикулярности TPR плоскостей и осей,
- допуски наклона TPN поверхностей и осей,
- допуски соосности TPN цилиндрических поверхностей (дополнительные обозначения: Ø или R),
- допуски симметричности TPS, характеризующие точность расположения поверхностей, плоскости симметрии которых номинально совпадают (дополнительные обозначения: T или T/2),
- допуски пересечения осей TPX, характеризующие точность расположения поверхностей, оси которых номинально пересекаются (дополнительные обозначения: T или T/2),
- допуски радиального TCR и торцового TCA биений, это суммарные допуски формы и расположения: радиальное биение — векторная сумма отклонений круглости и соосности, торцовое биение — части плоскостности и перпендикулярности,
- допуски полного радиального TCTR и полного торцового TCTA биений, это суммарные допуски: полное радиальное биение — сумма погрешностей цилиндричности и соосности, торцовое — всей плоскостности и перпендикулярности,

- допуски формы заданного профиля TCL и заданной поверхности TCE, характеризующие точность плоских кулачков и объемных поверхностей.

Общие допуски расположения и формы (относительно грубых) поверхностей, не указанные индивидуально, принимают по ГОСТ 30893.2-2002. Допуски наклона, позиционные, пересечения осей, полного радиального, полного торцового биений, формы заданного профиля и формы заданной поверхности не установлен.

Остальные допуски расположения с неуказанными на чертеже отклонениями (общие допуски) оговаривают общей записью, размещаемой в правой, нижней части чертежа (рисунок 5а).

Общие допуски формы и расположения разделены на три класса точности, которые обозначаются Н (самый точный), К, L.

Общие допуски формы и расположения на чертежах обозначают: «*Общие допуски формы и расположения — ГОСТ 30893.2 — К*» или «*ГОСТ 30893.2 — К*».

Чаще всего на чертежах в общей записи указывают общие допуски размеров, формы и расположения поверхностей (см. рисунок 5а):

«*Общие допуски — ГОСТ 30893.2 — mK*» или «*ГОСТ 30893.2 — mK*».

Здесь m — класс точности «средний» общих допусков линейных размеров по ГОСТ 30893.1, К — класс точности общих допусков формы и расположения по ГОСТ 30893.2.

*Шероховатость поверхности.* При обработке деталей на поверхностях образуются небольшие, часто повторяющиеся неровности. Совокупность неровностей с относительно малыми шагами (отношение шага неровностей к их высоте менее 40) называют шероховатостью поверхности. Неровности с большими шагами относят к волнистости, с очень большими — к погрешностям формы.

Шероховатость влияет на трение и износ деталей, изменяет эффективные значения зазоров и натягов в соединениях, уменьшает прочность деталей при знакопеременных нагрузках, влияет на коррозионную стойкость, плотность, герметичность и др.

Для количественного описания шероховатости ГОСТ 2789 устанавливает несколько параметров (высотных:  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ , шаговых:  $S_m$ ,  $S$ ,  $t_p$ ), которые характеризуют отдельные свойства шероховатости.

В научной практике иногда используют описание шероховатости с помощью рядов Фурье (И.В.Дунин-Барковский).

Параметры шероховатости определяют на базовой длине  $l$ , которая выбирается меньше шага волнистости.

Параметры оценивают по неровностям профиля (сечения в плоскости, нормальной к поверхности), который может быть получен на приборе — профилографе с увеличением в несколько тысяч раз (профилограмма поверхности).

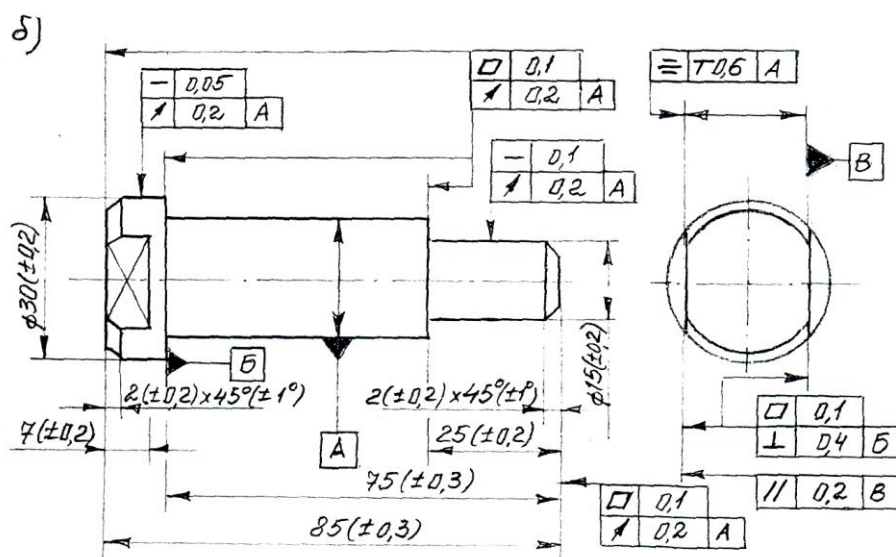
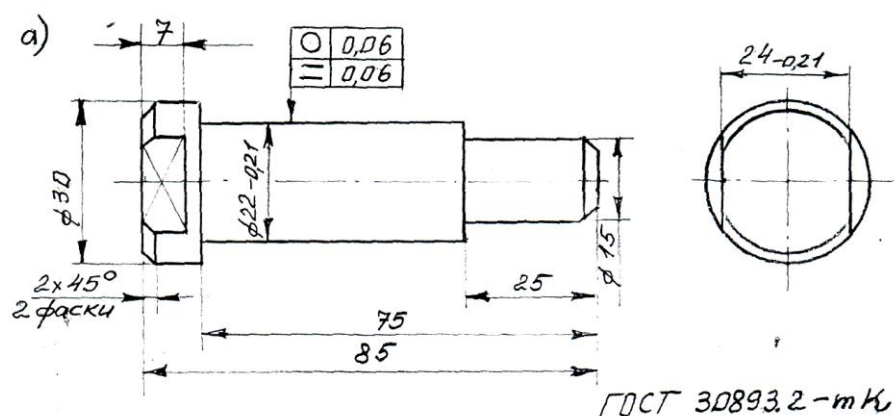


Рисунок 9 — Обозначение на чертеже детали допусков размеров, формы и расположения поверхностей:

а) обозначение допусков размеров: посадочных  $\varnothing 22-0,21$ ,  $24-0,21$  и свободных —  $m$  (ГОСТ 30893.2 —  $mK$ ), допусков формы  $Tf = 0,06$  мм, общих допусков формы и расположения поверхностей —  $K$  (ГОСТ 30893.2 —  $mK$ );

б) расшифровка (интерпретация) общих допусков размеров, формы и расположения поверхностей в соответствии с общей записью: ГОСТ 30893.2 —  $mK$ .

$R_a$  — среднее арифметическое отклонение профиля есть среднее значение абсолютных отклонений профиля  $y_i$  до средней линии  $m-m$  по нормам к ней (рисунок б):

$$R_a = \frac{1}{L_0} \int_0^L |y| dx = \sum_{i=1}^n |y_i| \Delta x_i, \quad (2.23)$$

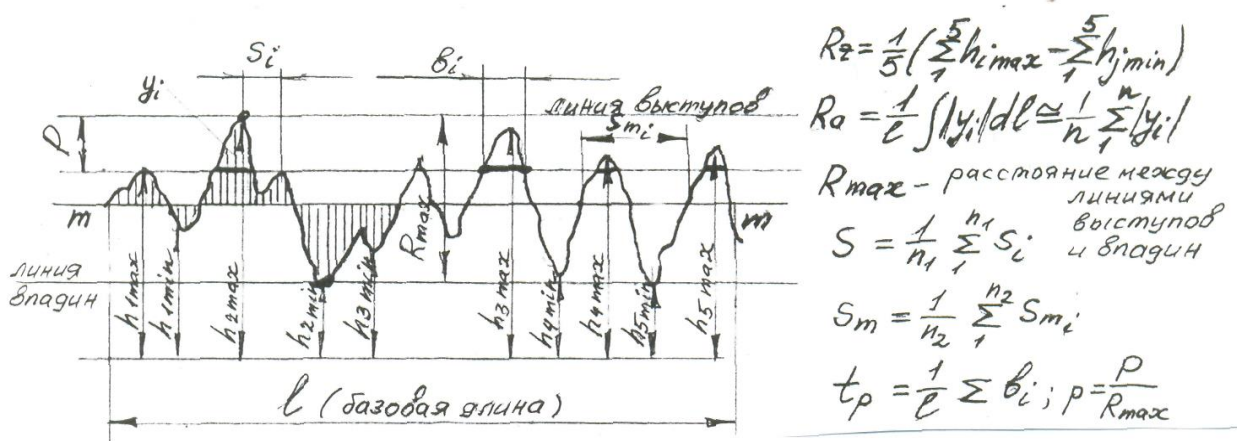


Рисунок 10 — Профиль поверхности и параметры шероховатости:  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{\max}$ ,  $S_m$ ,  $S$ ,  $t_p$

$R_z$  - высота неровностей по десяти точкам есть среднее расстояние между пятью наивысшими точками выступов и пятью наинизшими точками впадин:  $R_z$  характеризует среднюю высоту неровностей (см. рисунок б):

$$R_z = \frac{1}{5} \sum_1^5 h_{i \max} - \frac{1}{5} \sum_1^5 h_{i \min} \quad (2.24)$$

$R_{\max}$  — наибольшая высота неровностей профиля есть расстояние между линиями выступов и впадин (см. рисунок б).

При этом  $R_{\max} = R_p + R_v$ , где  $R_p$  — высота наибольшего выступа (от средней линии профиля), а  $R_v$  — высота наибольшей впадины (т.е. Расстояние от средней линии до низшей точки профиля).

$S_m$  — средний шаг неровностей профиля есть среднее арифметическое значение шага неровностей по средней линии профиля в пределах базовой длины  $l$  (см. рисунок б):

$$S_m = \sum_1^{n_1} S_{mi} / n_1, \quad (2.25)$$

где  $n_1$  - число шагов по средней линии .

$S$  — средний шаг неровностей профиля по вершинам есть среднее арифметическое значение шага неровностей (см. рисунок б):

$$S = \sum_1^{n_2} S_i / n_2, \quad (2.26)$$

где  $n_2$  — число шагов по вершинам профиля.

$t_p$  — относительная опорная длина профиля есть отношение (в %)

опорной длины профиля к базовой длине при уровне сечения  $p$  ( $p$  в % от  $R_{\max}$ ) Опорная длина профиля складывается из отрезков  $b_i$  (см. рисунок 10), отсекаемых линией сечения, параллельной (эквидистантной) средней линии профиля в материале детали к расположенной на заданном расстоянии  $P$  от линии выступов (тогда уровень сечения  $p = P / R_{\max} \cdot 100\%$ ):

$$t_p = \sum_1^{n_3} b_i / l \cdot 100\%, \quad (2.27)$$

где  $n_3$  — число отрезков, отсекаемые линией сечения (см. расстояние  $P$  на рисунке 6) в материале детали.

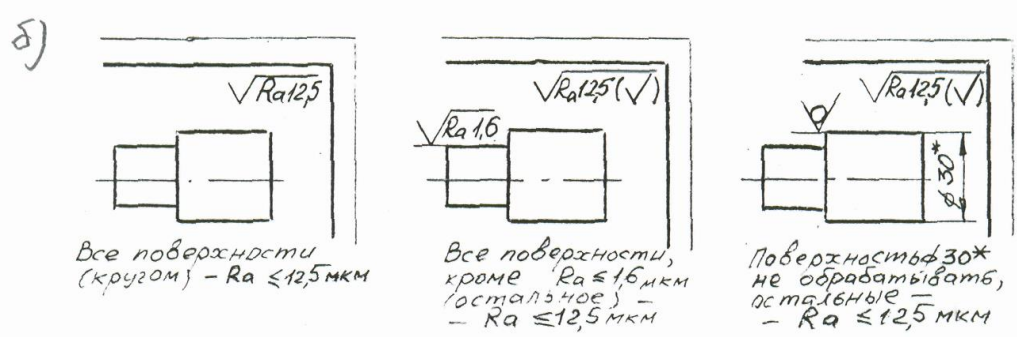
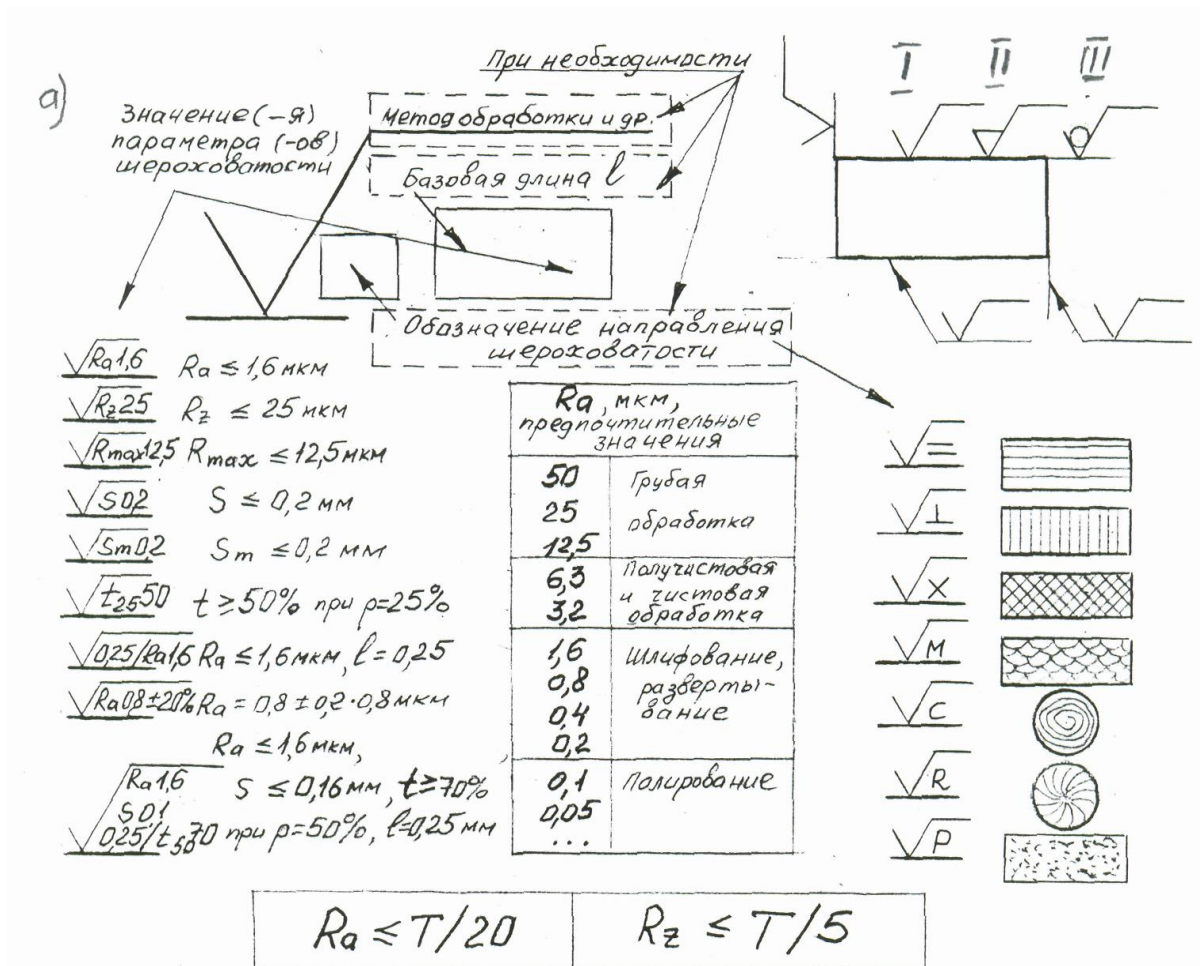
Например,  $t_{30} 50$  означает, что относительная опорная длина профиля не менее 50% при уровне сечения 30%.

Предпочтительно на чертежах использовать параметр  $R_a$ , который более представительнее, нежели  $R_Z$  или  $R_{\max}$ , отражает свойства шероховатости, поскольку определяется по всем точкам (интегральная характеристика) профиля. Шаговые параметры  $S_m$  и  $S$  влияют на прочность, виброустойчивость, сопротивление в волноводах. Параметр  $t_p$  характеризует площадь контакта шероховатых поверхностей, поэтому влияет на износостойчивость, контактную жесткость, герметичность в соединениях.

С целью качественного сравнения шероховатости поверхностей в зависимости от значений  $R_a$  или  $R_Z$  установлены классы шероховатости с 1-го по 14-й. 1-й класс — для самых шероховатых поверхностей, 14-й для самых гладких. На чертежах классы шероховатости не обозначают, а указывают значения параметров  $R_a$ ,  $R_Z$ ,  $R_{\max}$  в мкм,  $S_m$ ,  $S$ , в мм,  $t_p$  в % и, при необходимости, базовую длину  $l$  в мм, метод обработки и направление неровностей условными знаками (рисунок 7).

Для обозначения шероховатости в чертежах используют знаки, показанные на рисунке 7а цифрами I, II, III. Первый знак (I) применяют, если метод обработки поверхности не установлен, второй (II) — если поверхность должна быть получена с удалением слоя материала (точности, фрезерованием, строганием, шлифованием, травлением и др.), третий (III) — если поверхность должна быть получена без удаления слоя материала (литье, штамповка, обкатка шариком или роликом и др.).

Размещение значений параметров под полкой знака, обозначений базовых длин, направлений неровностей, методов обработки или других сведений по обработке показано на рисунке 7а, примеры указаний требований шероховатости на чертеже и расшифровку соответствующих обозначений см. рисунок 7б.



- а) структура знаков обозначения шероховатости;
- б) примеры указаний требований шероховатости на чертежах (и расшифровка обозначений)

Рисунок 11 — Обозначение шероховатости на чертежах:

### 2.4.3 Единая система допусков и посадок ЕСДП

Единая система допусков и посадок для гладких деталей и соединений (ЕСДП) была разработана в 1975 г. ЕСДП является частью комплекса нормативно-технических документов, называемого «Основные нормы взаимозаменяемости». Этот комплекс охватывает общетехнические нормы, определяющие взаимозаменяемость типовых соединений в технике: гладких,



конических, резьбовых, шпоночных, зубчатых передач.

Стандарты ЕСДП разработаны на основе стандартов ИСО (International Organization for Standardization, система ИСО оформлена в 1934 г.), поэтому применение ЕСДП и ОНВ создает предпосылки для обеспечения в международном масштабе (т.к. системы допусков и посадок промышленно развитых стран основаны на стандартах ИСО) взаимозаменяемости деталей, сборочных единиц и машин, единого оформления технической документации, единого парка инструментов, калибров и другой технической оснастки.

В нашей стране первый проект общесоюзной (единой) системы допусков и посадок был разработан в 1924-25 гг. Комиссией Комитета эталонов и стандартов (ранее в 1919 г. был подготовлен проект системы предельных калибров - проект инженера П.М.Шелоумова). В подготовке проекта КЭС и в последующей защите его публично и в печати главная заслуга принадлежит Алексею Дмитриевичу Гатцуку — профессору (ранее Ленинградского) Технологического института ученому, глубоко и всесторонне эрудированному в машиностроительной технологии.

Все упомянутые системы основаны (ЕСДП, ИСО) на единых принципах

*Принцип 1 — Система отверстия и система вала.*

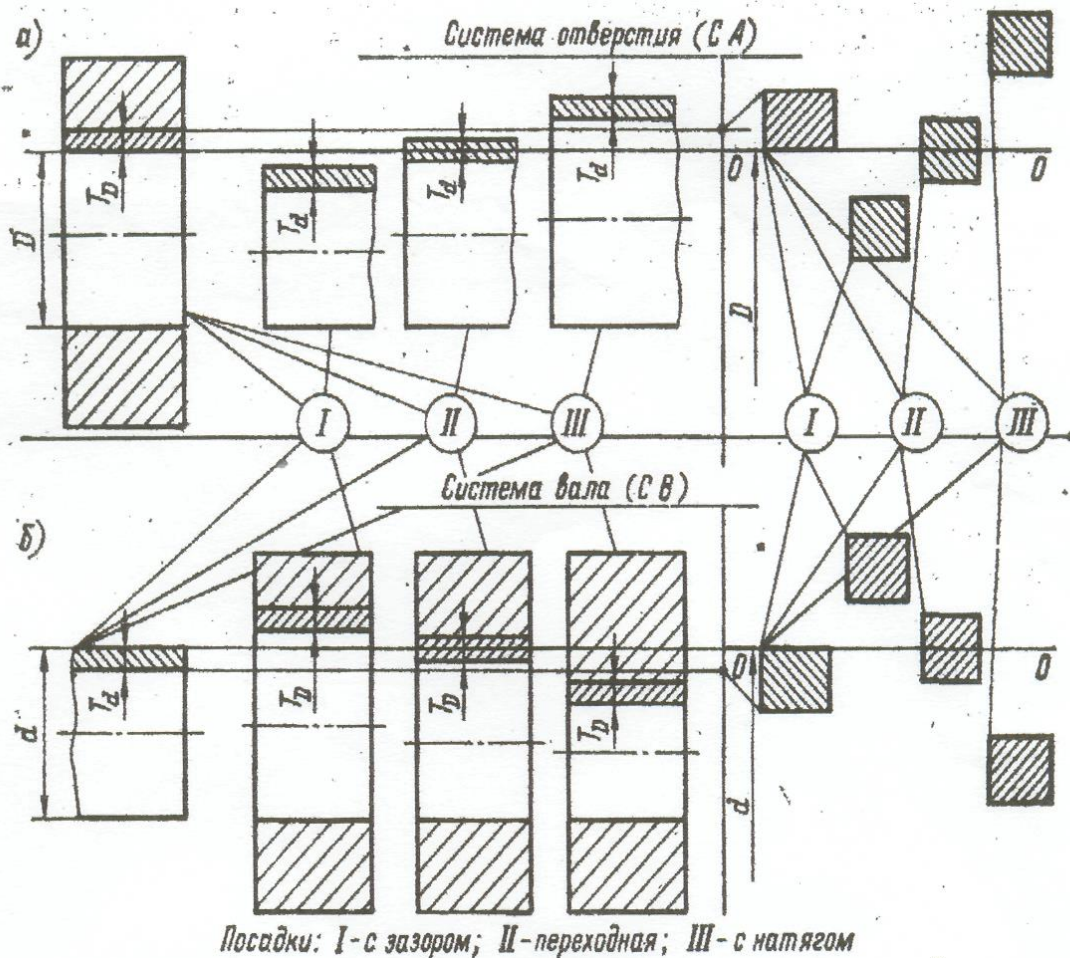
При образовании посадок различают: размер одной детали — как основной, размер второй детали — как посадочный. Отклонения основного размера устанавливаются независимо от посадки (одно отклонение нулевое, а второе — положительное для отверстий или отрицательное для валов, зависит от номинала и качества). Отклонения посадочного размера зависят от посадки, предусмотренной в соединении, а также от номинала и качества.

Если основным размер принадлежит отверстию, а различные зазоры и натяги получаются соединением различных валов с основным отверстием, то такие посадки осуществлены в *системе отверстия* (СА, рис.8а).

Например, посадки в системе отверстия:

- $\varnothing 30 \frac{H7(+002)}{f6_{-0033}^{-0029}}$  — посадка с зазором;
- $\varnothing 30 \frac{H7(+002)}{k6_{+0002}^{+0015}}$  — посадка переходная;
- $\varnothing 30 \frac{H7(+002)}{p6_{+0022}^{+0035}}$  — посадка с натягом.

Здесь предельные размеры отверстий (H7) одинаковы (и не зависят от посадки), а различные посадки получены путем изменения предельных размеров валов (f6, k6, p6).



а) система отверстия (СА)  
 б) система вала (СВ)

Рисунок 12 — Способы получения различных посадок:

Если основной размер принадлежит валу, а различные зазоры и натяги получаются соединением различных отверстий с основным валом, то такие посадки осуществляют в *системе вала* (СВ, см. рис.8б).

Например, посадки в системе вала:

- $\varnothing 30 \frac{F7_{+0.020}^{+0.041}}{H8_{-0.015}}$  — посадка с зазором;
- $\varnothing 30 \frac{K7_{-0.015}^{+0.006}}{H8_{-0.015}}$  — посадка переходная;
- $\varnothing 30 \frac{P7_{-0.035}^{+0.014}}{H8_{-0.015}}$  — посадка с натягом.

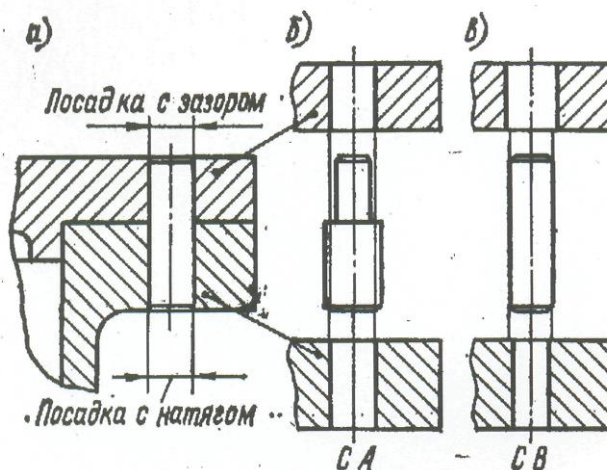
Характер соединений с одноименными посадками, выполненными в СА и в СВ, одинаков, т.е. одинаковыми являются значения предельных зазоров и натягов в соединениях. Поэтому системы отверстия и вала являются технически равноценными, одну и ту же посадку можно получить и

в СА, и в СВ.

Вследствие технико-экономических преимуществ (меньше набор типоразмеров режущих и измерительных инструментов для получения точных отверстий) система отверстия имеет большее распространение.

Систему вала применяют, в основном, в трех случаях:

- если на валу одного номинального размера необходимо получить несколько посадок. На рисунке 9 а показано соединение цилиндрического штифта с



- а) соединение цилиндрического штифта с крышкой и корпусом;
- б) конфигурация штифта, изготовленного в системе отверстия;
- в) конфигурация штифта, изготовленного в системе вала

Рисунок 13 — Применение системы вала:

крышкой и корпусом аппарата, штифт в одной из деталей «сидит» свободно (с зазором), а в другой — неподвижно (с натягом). Если детали изготовлены в системе отверстия (см.рис. 9б), то штифт будет ступенчатым: в системе вала — гладким (см. рис.9в). Гладкие штифты удобнее при сборке и дешевле при изготовлении:

- если при сборке используют холодноотянутые прутки диаметрами от 0,2 до 30 мм высокой точности и малой шероховатости;
- если используются стандартные изделия — подшипники качения, электромоторы, радиотехнические и др. изделия — которые поставляются с постоянными отклонениями.

Например, требуемые посадки внутреннего кольца подшипника качения будут обеспечиваться изменением размеров вала, т.е. в системе отверстия, а посадки наружного кольца — изменением размеров отверстий, т.е. в системе вала (рисунок 14)

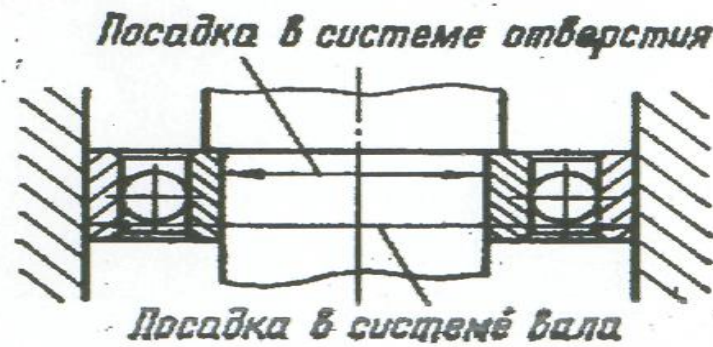


Рисунок 14 — Посадки в СА и СВ колец подшипников качения

*Принцип 2 — Расположение поля допуска основной детали (основного размера)*

Во всех системах допусков и посадок для экономии металла принято одностороннее расположение полей допусков основных размеров. Это означает, что поле допуска основного отверстия (т.е. отверстия в системе отверстия) располагается от нуля (нижнее отклонение EI) в плюс (положительное верхнее отклонение ES). Основные отверстия обозначаются латинской буквой H:  $\varnothing 30 H7 (+0,021)$ ,  $\varnothing 30 H8 (+0,033)$ ,  $\varnothing 30 H9 (+0,052)$  и т.д. Поле допуска основного вала располагается от нуля (верхнее отклонение es) в минус (отрицательное нижнее отклонение ei). Основные валы обозначаются буквой h:  $\varnothing 30 h7 (-0,021)$ ,  $\varnothing 30 h8 (-0,033)$ ,  $\varnothing 30 h9 (-0,052)$  и т.д.

*Принцип 3 — Интервалы размеров*

Для упрощения таблиц номинальные размеры сгруппированы в интервалы, в каждом из которых допуски всех размеров, входящих в этот интервал, приняты одинаковыми и рассчитываются по среднему геометрическому ( $\sqrt{d_1 d_2}$ ) значению интервала. Ошибка округления значений допусков принята  $\approx 5 \div 8 \%$ .

*Принцип 4 — Единица допуска i (мкм)*

Единица допуска  $i$ , характеризующая зависимость допуска от номинального размера, рассчитывается по формулам (2.20) и (2.21). Эти зависимости получены по экспериментальным данным (см. раздел 2.4.2)

*Принцип 5 — Уровни точности: качества или классы точности*

Для номинальных размеров установлено 19 качеств: 01, 0, 1, 2, ... 17. Допуски качеств от 5 до 17-20 рассчитаны по формуле (2.19), допуска более точных качеств приняты по специальным формулам ГОСТ 25346. Применение и получение деталей различных качеств см. раздел 2.4.2.

*Принцип 6 — Нормальная температура при контроле*

Допуски и отклонение в стандартах относятся к деталям, размеры которых определяются при нормальной температуре 20°C.

Градуировка, аттестация всех линейных и угловых мер, измерительных средств, измерения должны производиться в условиях, установленных ГОСТ 8.050. Стандартом предусмотрены: допускаемые отклонения температуры от 20°C, колебания температуры, время выдержки, освещенность и др.

*Принцип 7 — Поля допусков предпочтительного применения*

Для размеров от 1 до 500 мм установлены для первоочередного применения предпочтительные поля допусков отверстий и валов. Выделение предпочтительных полей допусков повышает уровень унификации изделий и создает условия для более экономичного производства инструментов (разверток, зенкеров, фрез и т.д.) и калибров.

*Принцип 8 — Поля допусков для посадок*

В ЕСДП установлены правила получения полей допусков для посадок с натягом, переходных и с зазором, в соответствии с которыми они образуются сочетаниями основных отклонений (обозначенных для валов буквами от *a* до *z*, для отверстий от *A* до *Z*) и квалитетов (от 01, 0, 1 до 17-го).

Основные отклонения зависят только от номинальных размеров и их рассчитывают для валов по специальным полуэмпирическим формулам. Например,  $f = -5,5 d^{0,41}$ ,  $e = -11 d^{0,41}$ ,  $d = -16 d^{0,44}$  и т.д.

На рисунке 11 показаны расположения полей допусков валов (вверху) и отверстий (внизу).

Для каждого поля допуска приведено только одно отклонение — основное (т.е. ближайшее к линии номинального размера), значение которого постоянно для всех квалитетов данного размера. Второе (не достающее) отклонение переменное и определяется допуском (см. формулу (2.19)) по правилам, указанным для валов на рисунке 11. Основные отклонения отверстий определяются из основных отклонений валов по общему и специальному правилам (см. рис.11).

Сочетание 28 основных отклонений и 19 квалитетов позволяет получить  $28 \times 19 = 532$  поля допуска для валов и столько же для отверстий. Такое большое количество полей допусков в промышленности не используют, а применяют только установленный ГОСТами ограниченный набор полей допусков, называемый основным отбором. Остальные возможные поля допусков называют специальными, применение которых возможно по разрешению органов стандартизации после технико-экономического обоснования.

Применяемые поля допусков разделены на следующие диапазоны размеров: до 1 мм, 1-500 мм, 500-3150 мм, 3150-10000 мм, 10000-40000 мм.

Поля допусков диапазона до 1 мм смещены в область точных квалитетов и используются для изделий, в основном, часовой промышленности.

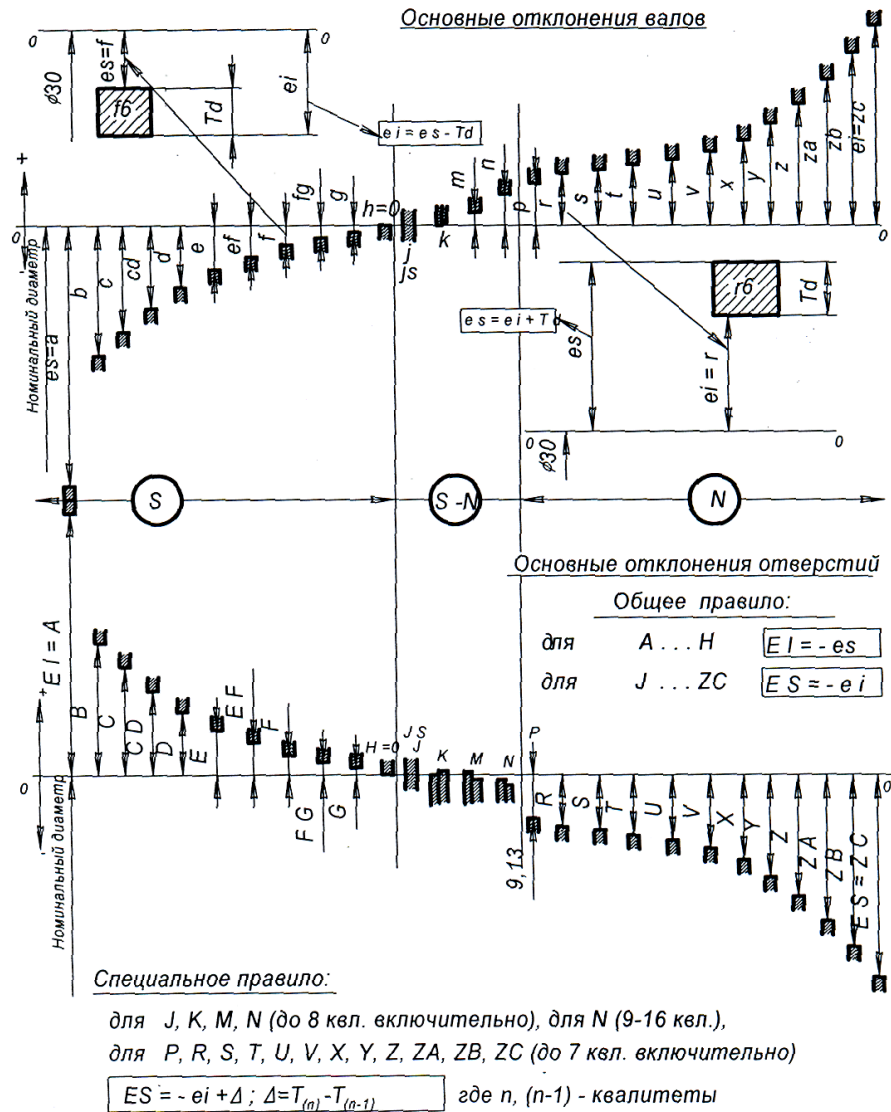


Рисунок 15 — Основные отклонения валов (a, b, c, ... zc) и отверстий (A, B, C, ... ZC)

Поля допусков диапазона 1-500 мм включают основной отбор (среди которых выделены для первоочередного применения предпочтительные поля допусков) и дополнительные поля допусков. Применяют 56 полей допусков валов и 46 полей допусков отверстий основного отбора.

Набор полей допусков для размеров свыше 500 мм значительно меньше, а сами поля допусков смещены в область грубых квалитетов.

#### 2.4.4 Характеристики посадок

Используемые посадки разделяют на группу посадок с натягом, группу переходных посадок и группу посадок с зазором. Каждая группа различается назначением, условиями применения посадок и характеристиками.

*Посадки с натягом* применяют в неподвижных, неразъемных соединениях с целью передачи крутящих моментов или (и) сдвигающих усилий. Детали соединений обычно дополнительно не скрепляют, а неподвижность деталей относительно друг друга обеспечивается силами трения, возникающими на соединяемых поверхностях из-за упругих деформаций материалов под действием натяга.

В химическом машиностроении и аппаратостроении посадки с натягом применяют для установки тяжело нагруженных зубчатых колес в соединениях роlikоопорах барабанных печей, установки конусов дробилок и др. (рисунок 16)

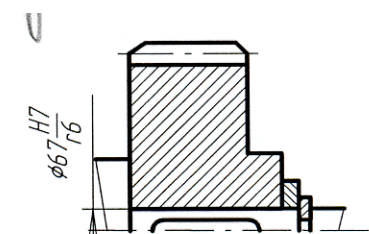
Посадки с натягом условно разделяют на три группы: тяжелые — H8/z8, H8/x8, H8/u8, H7/u7, средние — H7/t6, H8/s7, H7/r8, легкие - H7/p6, H6/r5, H6/p5. Для выбора посадок используют, как правило, расчетный метод, определяя наименьший натяг на рабочему крутящему моменту, а наибольший натяг по прочностным характеристикам материала [7].

*Переходные посадки* применяют в неподвижных разъемных соединениях для целей центрирования деталей (обеспечение совпадения осей соединяемых деталей и исключения биения). Такие соединения при эксплуатации необходимо разбирать для осмотра, регулировки, смазки, замены и т.д. В химическом машиностроении и аппаратостроении переходные посадки применяют для установки зубчатых колес на валы в приводах аппаратов, при монтаже подшипников качения, в соединениях стаканов с корпусами, для установки некоторых мешалок на валу и др. (рис.13).

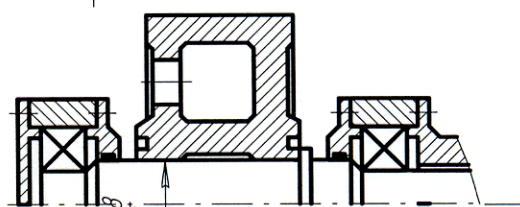
В переходных посадках могут получаться при сборке в зависимости от случайного сочетания исходных размеров деталей и зазоры (малых значений), и натяги (также малой величины), что позволяет, с одной стороны, обеспечивать центрирование деталей, а с другой стороны - возможность относительно простого монтажа и демонтажа.

Переходные посадки разделяют на «глухие» — H6/n5, H7/n6, H8/n7 (большая доля соединений с натягом, применяют в редко разбираемых соединениях), «тугие» - H6/m5, H7/m6, H8/m7 (аналогичны «глухим»), напряженные - H6/k5, H7/n6, H8/n7 (наиболее часто используемые посадки, т.к. гарантируют достаточно хорошее центрирование и относительно простую сборку — разборку), «плотные» - H6/js5, H7/js6, H8/js7 (большая доля соединений с зазором, применяют в часто разбираемых соединениях).

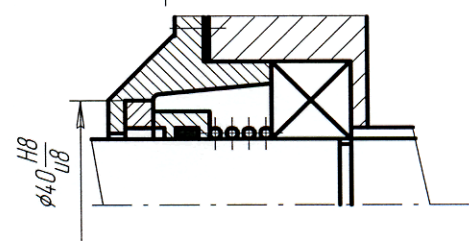
*Посадки с зазором* применяют как в подвижных, так и в неподвижных соединениях. Зазор в подвижных соединениях необходим для обеспечения перемещения с различной скоростью, размещения слоя смазки, компенсации погрешностей изготовления и сборки, воздействия силовых и температурных деформаций.



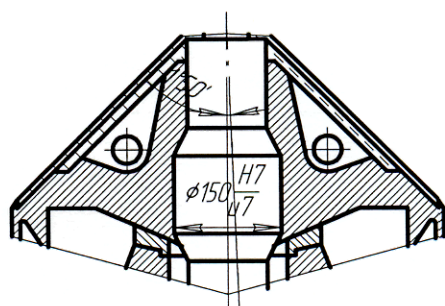
Косозубые зубчатые колеса на валах.  
Средний натяг в соединении при действии радиальной и осевой нагрузок обеспечивает нераскрытие стыка и нормальную работу зубчатого зацепления.



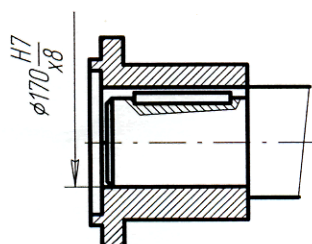
Ролик опорный вращающейся барабанной сушилки установлен на валу.  
Неподвижность и надежность крепления ролика на валу обеспечивается посадкой со средним натягом. Скорость вращения ролика малая.



Уплотнительное кольцо торцового уплотнения запрессовано в крышку.  
Значительный натяг обеспечивает длительную эксплуатационную прочность и герметичность соединения.



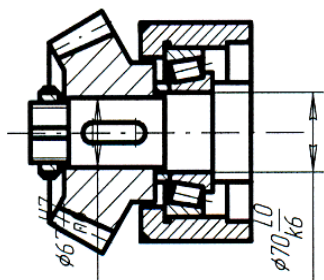
Дробящий конус установлен с большим натягом на валу конусной дробилки.  
Большие рабочие нагрузки, тяжелый режим работы, возможны удары и вибрации при эксплуатации.



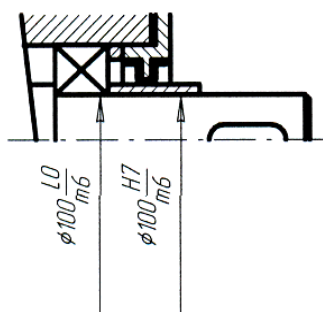
Несъемная муфта на валу в приводе лопастного смесителя для сыпучих, волокнистых и других материалов.  
В соединении действуют большие рабочие динамические нагрузки, режим работы - тяжелый.

Рисунок 16 — Примеры применения посадок с натягом

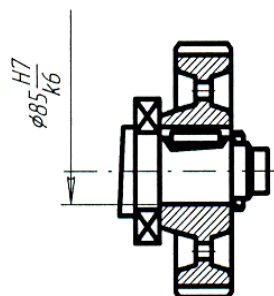




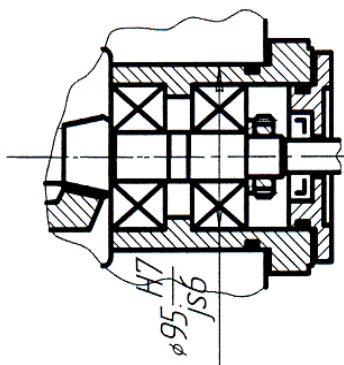
Коническая шестерня установлена по тяжелой переходной посадке на валу привода агрегата для смешивания и гранулирования термопластов. Посадка обеспечивает очень хорошее центрирование и стабильное положение шестерни при действии рабочих нагрузок. Разборка редкая. Поле допуска кб использовано в соединении вала с подшипником качения (посадка с N).



Дистанционная втулка на валу редуктора червячного осциллирующего смесителя. Переходная посадка при большой длине соединения обеспечивает неподвижность деталей без дополнительного крепления и центрирование втулки. Поле допуска тб применено для установки подшипника качения (посадка с N).



Зубчатое колесо на валу привода двухчервячного пресса. Переходная посадка обеспечивает достаточно хорошее центрирование колеса на валу и относительно легкую сборку, разборку деталей на производстве и при эксплуатации.



Стакан в корпусе редуктора. Легкая переходная посадка обеспечивает возможность простой сборки деталей и осевого перемещения стакана с целью регулировки положения зубчатого венца. Центрирование деталей удовлетворительное. В подобных соединениях применяют также скользящие (H/h) посадки или посадки H/k (при малой длине соединения).

Рисунок 17 — Примеры применения переходных посадок

В неподвижных соединениях зазоры нужны в целях центрирования для часто разбираемых соединений и компенсации погрешностей изготовления и сборки.

Посадки с зазором широко используются в химических машинах и аппаратах: компрессорах, гидропрессах, червячных машинах, для монтажных и центрирующих соединений в емкостных аппаратах, различных приводах и т.д. (рисунок 18)

Используются посадки: «скользящие» - с нулевыми гарантированными

зазорами (H5/h5, H6/h5, H7/h6, H8/h9 и т.д. до H12/h12), «движения» - с малыми гарантированными зазорами (H6/g5, H7g6), «ходовые», «широкоходовые» и «теплоходовые» — со средними, увеличенными и значительными гарантированными зазорами для подшипников скольжения и соединений поршень — цилиндр, работающих с различными скоростями (H6/f6, H7/f6, H8/f7, H7/e8, H7/d8, H9/d9 и др.), а также посадки грубых квалитетов с большими гарантированными зазорами (H11/a11, H11/b11, H12/b12)



Рисунок 19 — Примеры применения посадок с зазором

Расчетным методом можно подобрать посадку для подшипника скольжения жидкостного трения [7], но чаще посадки с зазором (также как и переходные) выбирают, используя так называемый метод подобия, т.е. по аналогии с хорошо работающими посадками в подобных соединениях [7,8].

#### 2.4.5 Размерные цепи, методы расчета

Размерной цепью называется совокупность последовательно расположенных размеров, образующих замкнутый контур и определяющих взаимное положение осей или поверхностей детали или положение деталей в сборочной единице.

Положение поверхностей или деталей, характеризуемое значениями так называемых замыкающих звеньев, зависит от погрешностей линейных и угловых размеров, составляющих размерную цепь.

Кроме размерных цепей различают кинематические и функциональные цепи, которые также необходимо решать при конструировании и проектировании изделий.

*В кинематических цепях* погрешности параметров составляющих звеньев различных кинематических механизмов (рычажных, кулачковых, зубчатых и др.) влияют на положение и отклонения от требуемой траектории движения конечного звена механизма.

В функциональных цепях погрешности функциональных параметров (линейные и угловые размеры, электрические, магнитные, оптические, прочностные и др. характеристики) обуславливают нестабильность, погрешности эксплуатационных (выходных) показателей (мощность, производительность, расход энергии, надежность работы и др.) изделий [7].

При расчете любых цепей устанавливают связи (аналитически) исходных (составляющих) параметров и выходных характеристик замыкающих звеньев, эксплуатационных показателей. Затем, используя зависимости высшей математики и теории вероятностей, определяют возможные отклонения характеристик замыкающих звеньев, эксплуатационных показателей или допустимые значения погрешностей исходных параметров.

Для расчета размерных цепей строят схему размерной цепи в виде замкнутого потока векторов — размеров, включая зазоры, натяги и др. Если размеры принадлежат одной детали, то их совокупность образует детальную размерную цепь, если — разным деталям, то — сборочную размерную цепь. На рис. 15 показаны примеры детальных и сборочных размерных цепей и приведены схемы различных цепей.

По расположению звеньев размерные цепи бывают:

- линейные (параллельнозвенные) — звенья цепи коллинеарны;
- плоскостные — звенья цепи компланарны;
- пространственные — звенья цепи расположены произвольно в пространстве;
- угловые цепи — звенья цепи есть углы.

Пространственные цепи обычно решают, проектируя звенья на две или три плоскости, а плоскостные — проектируя на направления одного звена.

Размеры или звенья разделяют на замыкающие и составляющие. *Замыкающим* звеном называется размер, который получается только при сборке или последним при изготовлении, его значение зависит от составляющих звеньев (обозначают на схемах часто с символом  $\Sigma$ ). Составляющие звенья бывают увеличивающими и уменьшающими. *Увеличивающими* называются звенья, с увеличением которых замыкающее звено увеличивается, *уменьшающими* — звенья, с увеличением которых замыкающее звено уменьшается.

Например, на рисунке 19:  $A_\Sigma, S, B_\Sigma, C_\Sigma$  — замыкающие звенья,  $A_2, D, B_2, C_3, C_4, C_5$  — увеличивающие звенья (их направления противоположны направлению замыкающего звена),  $A_1, d, C_1, C_2, C_6$  — уменьшающие звенья (их направления совпадают с направлениями замыкающих звеньев).

Расчет размерной цепи имеют целью решение следующих задач: прямой и обратной. *В прямой задаче* — по установленным допуску и отклонениям замыкающего звена определить допуски и отклонения составляющих звеньев. *В обратной задаче* — по принятым отклонениям и допускам составляющих звеньев определить отклонения и допуск замыкающего звена. Полученное значение сравнивают с заданными значениями и, в случае расхождения, решают прямую задачу.

Известны пять различных методов достижения требуемой точности замыкающего звена и обеспечения тем качественной работы изделия: 1) метод *max-min* (или полной взаимозаменяемости), при котором учитывают предельные размеры деталей и их сочетания при сборке; 2) вероятностный метод, при котором учитывают вероятности соединений деталей с различными размерами; и три метода, при которых изделия оказываются ограниченно взаимозаменяемыми: 3) подбор деталей (так называемая селективная сборка); 4) пригонка по месту; 5) использование компенсаторов (метод регулирования).

Наиболее распространен последний метод, при котором составляющие размеры выполняют с большими допусками (от 12-го до 17-го квалитетов), а требуемый размер замыкающего звена достигается установкой регулировочных шайб (см. рис. 15), прокладок, втулок и использованием специальных устройств [7].

Исходя из условия замкнутости, основное уравнение линейных и некоторых плоских цепей можно записать в следующем виде:

$$\sum_1^n \zeta_i A_i = 0 \quad (2.28)$$

где  $\zeta_i$  - коэффициенты, характеризующие степень и направленность влияния  $i$ -го звена, или передаточные отношения. В линейных (параллельнозвенных) цепях для звеньев  $\zeta_i = \pm 1$ ,  $A_i$  — значение звена (включая замыкающее звено).

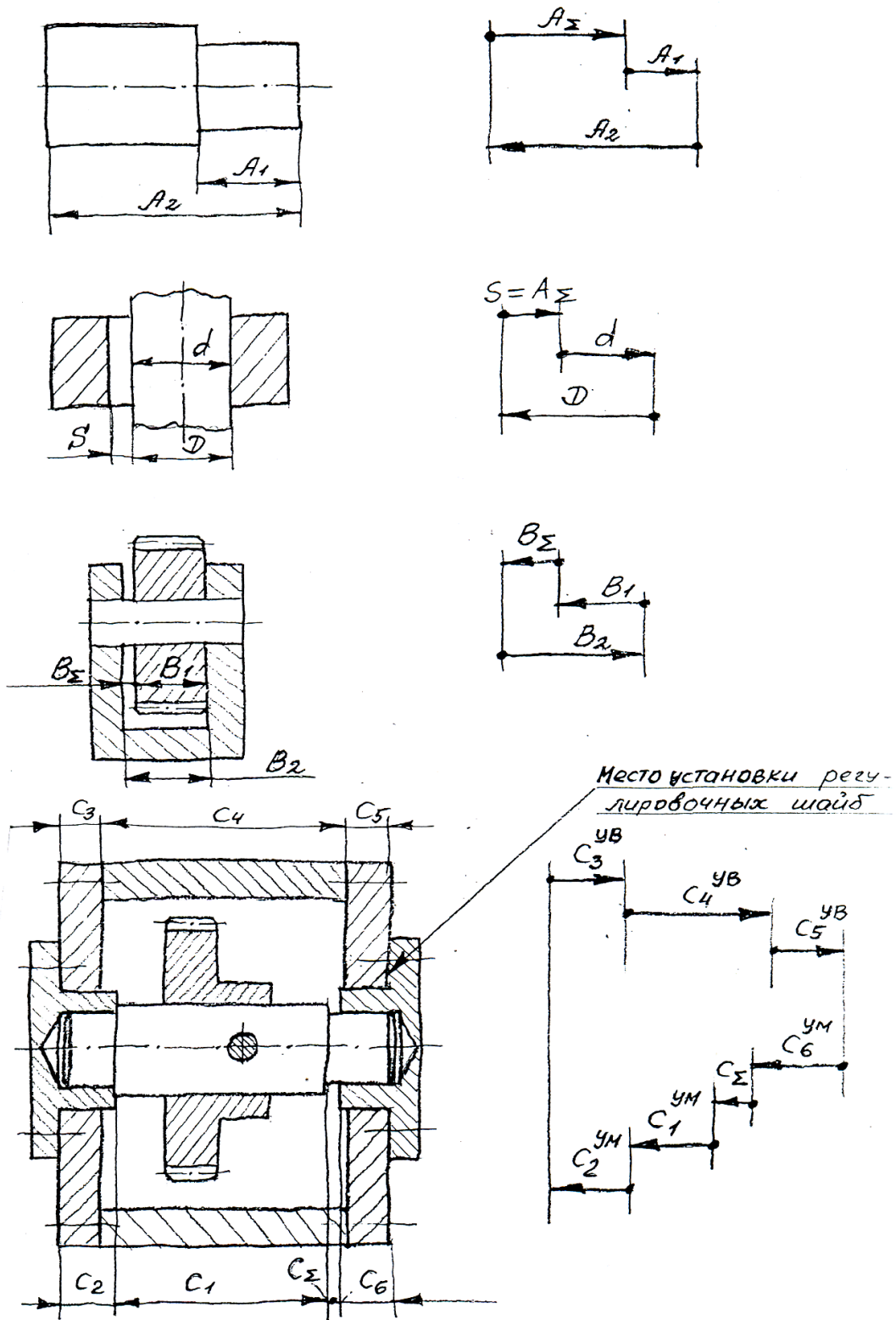


Рисунок 19 — Размерные цепи

В общем случае уравнение размерной и функциональной цепи связывает замыкающее звено или эксплуатационный показатель изделия  $A_{\Sigma}$  и составляющие звенья (функциональные параметры)  $A_i$  :

$$\overline{A_{\Sigma}} = \overline{A_1} + \overline{A_2} + \dots + \overline{A_n} \quad (2.29)$$

Средний размер  $A_{\Sigma C}$  замыкающего звена рассчитывают по следующим формулам:

1) Метод max-min:

$$A_{\Sigma C} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{j=1}^n A_j \quad (2.30)$$

или



$$(2.30a)$$

где  $A_{ic}$ ,  $A_{jc}$  — средние размеры увеличивающие ( $m$  — количество увеличивающих звеньев) и уменьшающих звеньев ( $n$  — количество уменьшающих звеньев),  $A_{\Sigma}$  — номинальный размер замыкающего звена ( $A_i$ ,  $A_j$  — номинальные размеры увеличивающих и уменьшающих звеньев):

$$A_{\Sigma C} = \sum_{i=1}^m A_{ic} - \sum_{j=1}^n A_{jc} \quad (2.31)$$

$E_{ic}$ ,  $E_{jc}$  — средние отклонения звеньев ( $E_c = (ES + EI)/2$ ),

2) Метод теоретико-вероятностный:



$$(2.32)$$

где  $\alpha_z$ ,  $\alpha_i$ ,  $\alpha_j$  - коэффициенты относительного смещения, характеризующие смещения центра распределения размеров звена относительно середины поля допуска [7], определяют по экспериментальным данным (от 0 до 0,25),  $T_{\Sigma}$ ,  $T_i$ ,  $T_j$  — допуски звеньев.

Допуск замыкающего звена  $T_{\Sigma}$  рассчитывают по следующим формулам:

Метод max-min:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_i - \sum_{j=1}^n T_j \quad (2.33)$$

Метод теоретико-вероятностный:



$$(2.34)$$

где  $T_i$  — допуски составляющих звеньев,  $\lambda_{\Sigma}$ ,  $\lambda_i$  — коэффициенты относительного рассеяния (звеньев), которые зависят от эмпирических законов распределения и изменяются от 0,33 до ~ 0,58. Часто используются

нормальный закон, для которого  $\lambda_{\Sigma} = \lambda = 0,3$ .

Предельные размеры замыкающего звена  $A_{\Sigma \max}$  и  $A_{\Sigma \min}$  определяют по формуле:

$$A_{\Sigma \max} = A_{\Sigma} + T_{\Sigma} \quad (2.35)$$

где  $A_{\Sigma C}$  — средний размер замыкающего звена по формулам (2.30) или (2.32),  $T_{\Sigma}$  — допуск замыкающего звена по формулам (2.33) или (2.34).

**Пример.** Рассчитать значение замыкающего звена для размерной цепи С по рис. 15, если  $C_1 = 150h12(-0,4)$ ,  $C_2 = 15h12(-0,18)$ ,  
 $C_3 = 10,5h12(-0,18)$ ,  $C_4 = 160 h12(-0,4)$ ,  
 $C_5 = 10,5h12(-0,18)$ ,  $C_6 = 15h12(-0,18)$ .

Номинальный размер замыкающего звена по формуле (2.31):

$$C_{\Sigma} = (C_3 + C_4 + C_5) - (C_6 + C_1 + C_2) = (10,5 + 160 + 10,5) - (15 + 150 + 15) = 1 \text{ мм}$$

Средний размер замыкающего звена по формуле (2.30 а):

$$C_{\Sigma C} = 1 + ((-0,18)/2 + (-0,4)/2 + (-0,18)/2 - (-0,18)/2 - (-0,4)/2 - (-0,18)/2) = 1 \text{ мм}$$

Допуск замыкающего звена  $T_{\Sigma}$  по формуле (2.33):

$$T_{\Sigma} = 0,18 + 0,4 + 0,18 + 0,18 + 0,4 + 0,18 = 1,52 \text{ мм.}$$

Предельные размеры замыкающего звена по формуле (2.35):

$$C_{\Sigma \max} = 1 + 1,52 = 2,52$$

## 2.5 Международные организации по стандартизации

Основными задачами развития международных связей в области стандартизации являются повышение качества и конкурентоспособности отечественной продукции, обеспечение сотрудничества, с другими странами, участие в международном разделении труда.

Сотрудничество по международной стандартизации осуществляется по линии Международной организации по стандартизации (ИСО), Международной электротехнической комиссии (МЭК), Европейского комитета по стандартизации, (СЕН) и комитета по стандартизации в электротехнике (СЕНЭЛЕК), а также других международных и региональных организаций.

Многие стандарты ИСО и МЭК (более половины) применяют в нашей стране без переработки, с полным или частичным учетом требований международных стандартов.

Международная организация по стандартизации (ИСО) была образована в 1946 г. на заседании ООН. Цель создания ИСО – содействие

развитию стандартизации в странах для облегчения международной торговли, взаимопомощи, для расширения сотрудничества в интеллектуальной, научной, технической и экономической отраслях. Сегодня в работе ИСО участвуют около 90 стран, включая Россию.

Высшим органом ИСО является Генеральная ассамблея, а между сессиями ассамблеи работой руководит Совет ИСО, куда входят представители национальных организаций по стандартизации. В число органов ИСО входят также Техническое бюро с комитетами, технические комитеты и Центральный секретариат.

Техническое бюро разрабатывает рекомендации совету ИСО по вопросам организации технической деятельности ИСО и рассматривает предложения по созданию и роспуску технических комитетов. Последние подразделяются на общетехнические: например, «Единицы измерения», «Терминология», «Допуски и посадки» и др., и для конкретных областей технически: например, «Станки», «Автомобили» и др.

Комитеты Технического бюро: Комитет по оценке Соответствия (КАСКО) курирует вопросы сертификации (рекомендации по организации испытательных центров, маркировки продукции, системам сертификации и др.), Комитет по защите прав потребителей (КАПОЛКО), Комитет научно-технической информации (ИНФКО), Комитет по оказанию помощи развивающимся странам (ДЕВКО), Комитет по изучению научных принципов стандартизации (СТАКО).

Проекты международных стандартов разрабатываются рабочими группами на базе технических комитетов. Проект международного стандарта считается принятым, если за него проголосовало 75% так называемых, «активных» членов ИСО в техническом комитете.

*Международная электротехническая комиссия (МЭК)* создана в 1906 г. Задачи МЭК: разработка стандартов в области электротехники, связи, радиоэлектроники.

Высший орган МЭК – Совет, в котором представлены национальные комитеты стран (42 страны). Органы МЭК: технические комитеты, подкомитеты, рабочие группы.

Разработкой рекомендаций и международных стандартов занимаются также Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) и др.

*Европейская организация по качеству (ЕОК)*. Создана в 1957 г. Цель ЕОК – разработка и пропаганда применения практических методов и теоретических принципов управления качеством продукции, процессов, услуг. Основная форма работы – конференции, семинары. Постоянные органы ЕОК – технические секции [6]. Россия ведет два технических комитета: по стандартизации и управлению качеством и метрологическому обеспечению контроля качества.



### 3 Управление качеством продукции

*Качество продукции (процесса или услуги)* – совокупность свойств и показателей, определяющих пригодность продукции (процесса или услуги) для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с назначением.

Проблемы качества рассматриваются и изучаются особой наукой *квалиметрией*, в задачу которой входят определение показателей и составляющих качества, разработка методов достижения и оценки качества и др.

Различают следующие квалификационные группы показателей качества:

- показатели назначения, надежности, технологичности;
- показатели стандартизации и унификации, транспортабельности;
- патентно-правовые, эргономические, экологические, эстетические показатели, а также показатели безопасности;
- группа экономических показателей.

Среди показателей назначения особенно важны конструктивные показатели, характеризующие проектно-конструкторские решения, удобство монтажа, возможность агрегатирования: габаритные и присоединительные размеры, уровень взаимозаменяемости, эксплуатационные характеристики и т.п.

В группу показателей надежности входят вероятность безотказной работы  $P(t)$ , наработка на отказ  $T_0$ , интенсивность отказов  $\lambda$ , срок службы, ремонтпригодность и другие характеристики надежности.

Технологичность изделия характеризуют трудоемкость, материалоемкость, себестоимость. Насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными деталями определяет уровень стандартизации и унификации.

Для изделий химической промышленности особенно важны экологические показатели, определяющие степень вредного воздействия на окружающую среду, на здоровье человека и показатели безопасности, отражающие меры и средства защиты при аварийных и нестандартных ситуациях.

Значение показателей качества получают измерительными, регистрационными, расчетными или даже органолептическими методами. Эксплуатационные, точностные и подобные показатели определяют, используя различные средства измерений. Регистрационные методы используют для показателей надежности (регистрация потока отказов и пр.), теоретические или эмпирические зависимости - для расчета показателей производительности, долговечности и др. Органолептический метод применяют для анализа качества пищевых продуктов, оценки эстетических свойств.

Для обеспечения качества продукции, услуг, во-первых, в стандарты,

технические условия и другие нормативные документы закладывают такие значения показателей, которые могут обеспечить требуемый уровень качества и, во-вторых, создают действующие системы управления качеством. Обычно такие системы ориентируются на стандарты Международной организации по стандартизации серии ИСО 9000. В этом случае деятельность предприятия или учреждения организуется так, чтобы под контролем (инструментальным, административным и пр.) находились все факторы, которые могут повлиять на качество изделий и услуг.

Системы управления качеством продукции должны действовать на всех стадиях жизненного цикла, начиная от изучения потребностей рынка и заканчивая утилизацией. Согласно стандарту ИСО 9004 этапы жизненного цикла (деятельности) включают (рисунок 16):

- маркетинг, изучение рынка;
- проектирование и разработка изделия;
- материально-техническое снабжение;
- подготовку и разработку производственных процессов;
- производство;
- контроль, испытания;
- упаковку, хранение;
- реализацию продукции;
- монтаж и эксплуатацию;
- техническое обслуживание;
- утилизацию после использования.

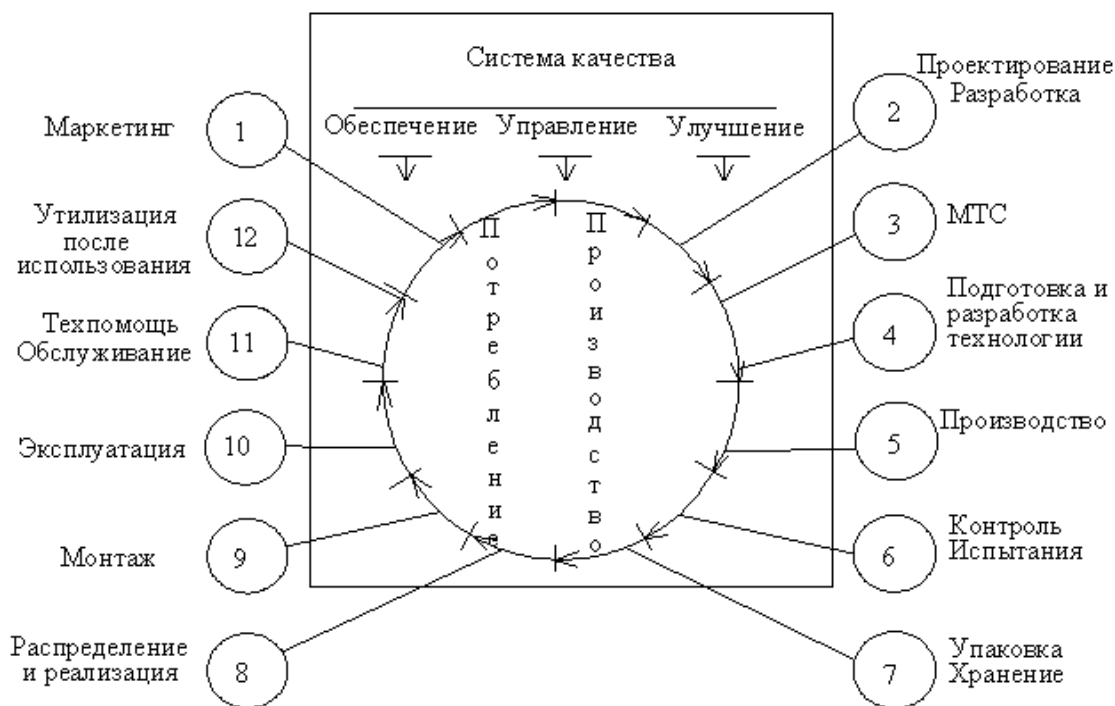


Рисунок 20 — «Петля» качества

Пакет стандартов серии ИСО 9000 включает стандарты ИСО 9001-ИСО 9004 (понятия и словарь системы обеспечения качества, требования к системе, руководящие указания и др.), ИСО 10011 "Руководящие указания по проверке систем качества".

В России приняты в качестве государственных стандартов: ГОСТ Р ИСО 9001-96, ГОСТ Р ИСО 9002-96, ГОСТ Р 9003-96.

По рекомендации ИСО 9004 системы управления качеством должны основываться на принципах:

- ориентация на потребителя;
- роль руководства (атмосфера доверия, инициатива, свобода действий сотрудников и др.);
- вовлечение в процесс работников;
- системный подход;
- постоянное улучшение;
- принятие решений на основе фактов;
- взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Примерный перечень задач, решаемых системой управления качеством продукции (УКП) показан в таблице 6.

Таблица 8 — Примерные задачи, решаемые системой УКП

Наименование задачи	Подразделения, для которых предназначена задача
1. Создание базы данных по нормативным документам и методам испытаний (контроля)	Отделы проектирования, УКП, лаборатории, отделы контроля
2. Создание базы данных по производственному оборудованию,	Отдел главного технолога
3. Создание пакета программ для статистического контроля КП	Испытательная лаборатория, бюро УКП
4. Создание программ для расчета и анализа затрат на КП	Экономические отделы, бухгалтерия
5. Разработка алгоритмов и программ для обеспечения и реализации мероприятий по КП	Бюро УКП
6. Создание базы данных по деловым связям предприятия	Отделы сбыта, маркетинга, экономический
7. Создание базы данных по типовым, организационно-методическим документам и системы УКП	Бюро УКП, подразделения, связанные с обеспечением качества

Важной составной частью систем управления качеством является сертификация, которая удостоверяет, что изделие или услуги соответствуют

требованиям стандартов, технических условий и других документов.

## 4 Основы сертификации

### 4.1 Сущность и содержание сертификации

*Сертификация* – действие, удостоверяющее посредством сертификата соответствия или знака соответствия, что изделие или услуга соответствует определенным стандартам или другим нормативным документам.

*Сертификат соответствия* – документ, доказывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует стандарту или иному нормативному документу. Порядок, условия оформления, выдачи и регистрации сертификата устанавливаются в каждой системе сертификации.

*Знак соответствия* подтверждает соответствие маркируемой продукции установленным требованиям. Регистрируется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (ФАТР и М), который устанавливает условия применения знака.

В России, Европейских странах, Америке созданы системы сертификации (сертификация может быть обязательной или добровольной). Действуют международные организации по сертификации – Европейская организация по испытаниям (аналитическая химия, сертификация систем обеспечения качества, информационные технологии и др.) и международные организации по аккредитации лабораторий, международный форум по аккредитации, Европейская конференция по аккредитации испытательных лабораторий и органов сертификации.

Законодательной базой сертификации в России являются:

- законы РФ “О сертификации продукции и услуг”, “О стандартизации”, “Об обеспечении единства измерений”, “О защите прав потребителей”;
- подзаконные акты: указы Президента РФ и правительства; постановление ФАТР и М, нормативные акты министерств и ведомств;
- организационно-методические документы по правилам и порядку сертификации;
- нормативные документы (ГОСТ, ТУ и др.), на соответствие требований которых проводится сертификация;
- нормативные документы на методы (способы) оценки соответствия при сертификации.

Законами РФ по сертификации определены цели сертификации, правовое регулирование сертификации, следование международным правилам по сертификации, координирующая роль ФАТР и М и др.

ФАТР и М и другие государственные органы управления:

- создают системы и правила сертификации (с.);
- определяют центральные органы систем с.;
- аккредитируют органы по с. и испытательные лаборатории и дают

- разрешение на право проведения определенных видов работ;
- ведут Госреестр систем с.;
  - устанавливают правила признания зарубежных сертификатов и знаков соответствия;
  - устанавливают правила аккредитации и выдачи лицензий на проведение работ по обязательной с.;
  - рассматривают апелляции;
  - выдают сертификаты и лицензии на применение знака соответствия.

## 4.2 Обязательная и добровольная сертификация

*Обязательная сертификация* распространяется на продукцию и услуги, связанные с обеспечением безопасности окружающей среды, жизни, здоровья и имущества людей. Обязательность сертификации определяет Госстандарт РФ (ранее, сейчас ФАТР и М) на основе закона РФ “О защите прав потребителей”. Обязательной сертификации подлежат изделия машиностроительного комплекса, приборостроения, медицинской техники, сельскохозяйственного производства, пищевой и легкой промышленности, деревообработки, средства защиты, тара, пиротехника, ветеринарные и биологические препараты, а также услуги (бытовые, связь, транспорт, общественное питание и т.д.).

*Добровольная сертификация* используется, если стандарты или нормы не касаются требований безопасности и носят добровольный характер для производителя. Необходимость в добровольной сертификации возникает, когда несоответствие стандартам и другим нормам затрагивает финансовые интересы финансовых групп, отраслей, сферы услуг. К объектам добровольной сертификации относят:

- продукцию производственно-технического и социально-бытового назначения;
- услуги (материальные и нематериальные);
- системы управления качеством при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании, при испытаниях и контроле, при оценке земли и недвижимости;
- персонал (квалификация, навыки и др.).

Особенно значимо представляется сертификация систем качества в производствах на соответствие требованиям международных стандартов серии ИСО 9000. Приняты ГОСТ Р ИСО 9001-96 (“Система качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании”), ГОСТ Р ИСО 9002-96 (“Система качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании”), ГОСТ Р ИСО 9003-96 (“Система качества. Модель обеспечения качества при контроле и испытаниях готовой продукции”).

В Государственном регистре РФ зарегистрирована система сертификации систем качества и производств, называемая “регистр систем качества”. Приняты ГОСТ Р 40.001-95, ГОСТ Р 40.002-96, ГОСТ Р 40.005-96,

в которых определяются правила и порядок проведения сертификации систем качества и производств, взаимодействие органов по сертификации с Техническим центром регистра систем качества.

### **4.3 Система сертификации, правила и порядок проведения сертификации**

*Система сертификации* – совокупность участников сертификации, осуществляющих ее по правилам, установленным в этой системе. К участникам сертификации относят:

- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (ФАТР и М);
- центральный орган по сертификации;
- органы по сертификации;
- испытательные лаборатории;
- советы по сертификации;
- научно-методические центры по сертификации;
- комиссии по апелляциям;
- заявители сертификации.

ФАТР и М является национальным головным органом, который руководит процессами сертификации в стране (ранее – Госстандарт РФ).

*Центральный орган по сертификации* в соответствии с законом РФ “О сертификации продукции и услуг” устанавливает процедуры сертификации по правилам сертификации, организует разработку систем сертификации, представляет на госрегистр системы сертификации и др.

*Органы по сертификации* – организации, проводящие сертификацию соответствия. Такая организация (учреждение) должна получить аккредитацию по правилам ФАТР и М и соответствовать международным нормам.

*Испытательные лаборатории* предназначены для проведения испытаний изделий для целей сертификации. Результаты испытаний оформляются в виде протокола испытаний. Соответствие испытательных лабораторий необходимым требованиям проверяется при аккредитации.

*Советы по сертификации* организуются по каждому направлению техники. Функции Совета утверждает центральный орган по сертификации.

*Научно-методический центр* организуется на базе органа по сертификации. Функции – научная и методическая помощь при сертификации.

*Комиссия по апелляциям* формируется центральным органом по сертификации для рассмотрения жалоб и спорных вопросов.

Процесс сертификации происходит в указанной последовательности: заявка на сертификацию, оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям, анализ результатов оценки соответствия, принятие решения по сертификации и далее инспекционный контроль за объектом сертификации.

При сертификации продукции заявитель предоставляет в орган по сертификации документы, указанные в решении по заявке, и протокол испытаний в лаборатории. При сертификации систем качества и услуг анализ результатов оценки соответствия проводится на основании актов о проверке.

Решение о выдаче сертификата соответствия принимает руководство органа по сертификации и главный эксперт комиссии.

*Аккредитация* есть официальное признание того, что испытательная лаборатория (орган по сертификации) правомочны осуществлять конкретные испытания (сертификацию) или типы испытаний.

Аккредитацию проводят в четыре этапа: подача заявки в орган по аккредитации (образует ФАТР и М) и заключение договора, проведение экспертизы (эксперт, экспертная комиссия), решение по аккредитации (на 5 лет), инспекционный контроль.

#### **4.4 Схемы сертификации**

*Схема сертификации* – это состав и последовательность действий третьей (кроме изготовителя и потребителя) стороны при оценке соответствия продукции, систем качества и персонала.

В России применяют в настоящее время десять основных и пять дополнительных схем (см. раздел 9).

Первая схема предусматривает испытание типового образца изделий в испытательной лаборатории, прошедшей аккредитацию. В второй схеме дополнительно производится последующий инспекционный контроль образцов, взятых у продавца. В последующих схемах увеличивается число различных контрольных мероприятий. Например, в пятой схеме кроме испытания в лаборатории выполняют сертификацию производства или систем качества, инспекционный контроль изделий, контроль стабильности производства и функционирования системы качества.

При сертификации услуг используют пять схем, в которых предусматривается контроль мастерства исполнителя, условий работы, знаний документации и др., аттестация предприятия, сертификация системы качества и проведение инспекционного контроля.

#### **4.5 Основы сертификации испытаний**

При сертификации продукции выполняют *измерения* различных величин (погрешность измерения  $\Delta_{\text{изм}}$ ), *испытания* (погрешность результата которых складывается из погрешности измерений, погрешности режима испытаний и дополнительных погрешностей) и *контроль*.

По результатам контроля продукции делают заключение о годности. При контроле возможны ошибки I-го и II-го рода, т.е. вероятность забраковки годной продукции (риск изготовителя) и вероятность приемки негодной продукции (риск потребителя). Контроль разделяют на сплошной и выборочный, активный (контроль в процессе изготовления) и пассивный

(после изготовления), разрушающий и неразрушающий, контроль геометрических параметров (размеров, шероховатости и др.), физических и механических свойств. Контролируют также химические свойства, макро- и микрогеометрию поверхностных слоев. При необходимости используют специальные виды контроля: газопроницаемости, герметичности и др.

Результаты измерений и испытаний характеризуются сходимостью и воспроизводимостью. Сходимость означает близость (в пределах возможной ошибки) результатов испытаний, полученных в одной лаборатории, воспроизводимость - полученных в разных лабораториях.

По результатам испытаний выявляют причины брака (так называемая диаграмма Парето) и причинно-следственную связь при анализе качества сертификационных испытаний (так называемый “рыбий скелет”).

#### **4.6 Обеспечение качества сертификации**

Характеристикой качества процесса сертификации является достоверность и беспристрастность. Для обеспечения качества процесса сертификации проводят внутренний и внешний аудит.

*Аудит качества* – систематический и независимый анализ, позволяющий определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, а также анализ эффективного внедрения мероприятий и их пригодность поставленным целям.

Внутренний аудит проводят работники самого учреждения (органа по сертификации или измерительной лаборатории). Внешний аудит – органы по аккредитации при инспекционном контроле или независимые эксперты.

Общее качество сертификации складывается из качества предсертификационного периода, выполнения сертификации и послесертификационной деятельности.

Каждый сертификат должен содержать: название объекта, нормативные документы, которым соответствует сертификат, название органа по сертификации, дату выдачи и срок действия, отметку об аккредитации органа по сертификации.

Организация деятельности органа по сертификации должна соответствовать ГОСТ Р 51000.5-96.

Заявитель (предприятие) подает заявку и получает сертификат соответствия (протокол от испытательной лаборатории) от органа по сертификации, который в свою очередь, подает заявку и получает аттестат аккредитации от органа по аккредитации.

Калибровка и поверка измерительных средств и испытательного оборудования проводится перед вводом его в эксплуатацию и, далее, по программе.

Руководство по качеству см. ГОСТ Р 51000.3-96 (испытательная лаборатория) и ГОСТ Р 51000.5-96 (органы сертификации).



## **5 Процедура проведения поверки измерительных средств на предприятиях**

Основными целями управления средствами измерений являются: обеспечение единства и требуемой точности измерений параметров технологических процессов, характеристик оборудования и инструментов; исключение возможности выпуска несоответствующей продукции и оказания несоответствующих услуг, и следовательно, повышение качества продукции и услуг. Средства измерения, используемые на предприятии, должны быть обеспечены необходимой документацией с соответствующими климатическими условиями хранения и эксплуатации; персоналом соответствующей квалификации; условиями необходимого проведения поверочных работ.

Требования к средствам измерений устанавливаются государственными стандартами и нормативными документами и должны быть указаны в паспорте на соответствующее изделие (средство измерения).

Поверка СИ производится организациями, аттестованными на право проведения поверки средств измерений (далее – поверительная организация). Выбор поверительной организации производится инженером по наладке и испытаниям, инженером по стандартизации и сертификации, или уполномоченным на эти действия инженером технического отдела.

Данные о поверках средств измерений содержатся в соответствующих журналах, карточках учета средств измерений, ведущемся на каждое средство измерения и в графике поверок средств измерений.

Требования к управлению средствами измерений (далее СИ) на предприятии охватывает следующие этапы:

- закупка, поступление СИ на предприятие;
- регистрация;
- первичная поверка, регистрация ее результатов;
- эксплуатация;
- периодическая поверка, внеочередные поверки СИ;
- ремонт;
- изъятие, консервация, списание.

Вновь поступившие СИ, закупленные без поверки, подвергаются первичной поверке. Согласно ГОСТ 8.513 первичную поверку не проходят СИ при наличии сертификата первичной поверки при выпуске из производства или ремонта, а также импортные средства измерений в случаях, когда результаты поверки, проведенные в других странах, признаны Госстандартом в соответствии с международными соглашениями о взаимном признании результатов государственных испытаний и поверки.

Первичная поверка может проводиться как в поверительной организации, так и представителем поверительной организации на предприятии в случае, если доставка в поверительную организацию невозможна по каким-либо причинам. При положительном результате поверки СИ, поверительная организация наносит на него или техническую

документацию оттиск поверительного клейма или оформляет «Свидетельство о поверке» средства измерения, форма которого установлена в соответствии с ПР 50.2006-94. В свидетельстве или оттиске указывается срок действия, который устанавливается поверительной организацией, исходя из специфики СИ. Далее, в соответствии со свидетельством, инженер по наладке и испытаниям заносит в график поверок средств измерений.

Если средство измерений по результатам поверки признано непригодным к применению, поверительной организацией выписывается «Извещение о непригодности», форма которого установлена в соответствии с ПР 50.2006-94, или делается соответствующая запись в технической документации.

## **6 Содержание и процедуры разработки стандарта предприятия (СТП)**

Общие положения при разработке и применении стандартов организаций (предприятий) изложены в национальном стандарте РФ ГОСТ Р.1.4. Положения настоящего стандарта предназначены для применения организациями, расположенными на территории Российской Федерации, в том числе коммерческими, общественными, научными организациями, саморегулируемыми организациями, объединениями юридических лиц, а также техническими комитетами по стандартизации, организующими проведение экспертизы стандартов организаций согласно статьи 17 Федерального закона «О техническом регулировании».

Стандарты организаций, в том числе коммерческих, общественных, научных организаций, саморегулируемых организаций, объединений юридических лиц (далее - организаций), разрабатываются этими организациями в случаях и на условиях, указанных в статье 17 Федерального закона «О техническом регулировании».

Стандарты организации могут разрабатываться на применяемые в данной организации продукцию, процессы и оказываемые в ней услуги, а также на продукцию, создаваемую и поставляемую данной организацией на внутренний и внешний рынок, на работы, выполняемые данной организацией на стороне, и оказываемые ею на стороне услуги в соответствии с заключенными договорами (контрактами).

В частности, объектами стандартизации внутри организации могут быть:

- составные части (детали и сборочные единицы) разрабатываемой или изготавливаемой продукции;
- процессы организации и управления производством;
- процессы менеджмента;
- технологическая оснастка и инструмент;
- технологические процессы, а также общие технологические нормы и требования с учетом обеспечения безопасности для жизни и здоровья граждан, окружающей среды и имущества;
- методы; методики проектирования, проведения испытаний, измерений и/или анализа;
- услуги, оказываемые внутри организации, в том числе и социальные;

- номенклатура сырья, материалов, комплектующих изделий, применяемых в организации;
- процессы выполнения работ на стадиях жизненного цикла продукции и др.

Стандарты организации могут разрабатываться для обеспечения соблюдения требований технических регламентов и применения в данной организации национальных российских стандартов, международных, региональных стандартов (в том числе межгосударственных), национальных стандартов других стран, а также стандартов других организаций.

Стандарты организации могут разрабатываться на полученные в результате научных исследований принципиально новые виды продукции, процессы, услуги, методы испытаний, в том числе на нетрадиционные технологии, принципы организации и управления производством и другими видами деятельности, а также с целью распространения и использования результатов фундаментальных и прикладных исследований, полученных в различных областях знаний и сферах профессиональных интересов.

Стандарты организации не должны противоречить требованиям технических регламентов, а также национальных стандартов, разработанных для содействия соблюдению требований технических регламентов.

В стандартах организации не следует устанавливать требования, параметры, характеристики и другие показатели, противоречащие национальным стандартам.

Стандарты организации не должны противоречить национальным стандартам, обеспечивающим применение международных стандартов ИСО, МЭК и других международных организаций, к которым присоединилась Российская Федерация, а также стандартам, разработанным для обеспечения выполнения международных обязательств Российской Федерации.

Разработку стандартов организации осуществляют с учетом национальных стандартов общетехнических систем, а также других национальных стандартов, распространяющихся на продукцию, выпускаемую организацией, выполняемые ею работы или оказываемые услуги.

Организациями самостоятельно устанавливается порядок тиражирования, распространения, хранения и уничтожения утвержденных ими стандартов.

При установлении процедур разработки и утверждения стандартов организации целесообразно предусмотреть:

- создание условий для свободного участия в обсуждении проектов стандартов широкого круга сотрудников заинтересованных структурных подразделений организации, а при разработке стандартов на продукцию, поставляемую на внутренний и (или) внешний рынок, на работы, выполняемые организацией на стороне, или на оказываемые ею на стороне услуги - представителей других организаций, заказчиков и (или) приобретателей поставляемой продукции, выполняемых работ и оказываемых услуг;

- при разработке стандарта организации на продукцию, которая может поставляться для федеральных государственных нужд, - согласование проекта этого стандарта с государственным заказчиком, утвержденным в порядке, установленном федеральным законом.

Стандарты организации целесообразно разрабатывать на основе программ (планов) стандартизации организации и предложений ее структурных подразделений. Техническое задание на разработку стандарта утверждается руководством организации.

Построение, изложение, оформление и содержание стандартов организаций выполняются с учетом [ГОСТ Р 1.5](#).

Стандарты организации утверждает руководитель (заместитель руководителя) организации приказом и (или) личной подписью на титульном листе стандарта в установленном в организации порядке. В случае утверждения стандарта организации приказом дату введения стандарта в действие устанавливают в приказе. При утверждении стандарта организации личной подписью руководителя (заместителя руководителя) организации дату введения стандарта в действие приводят на его первой странице.

При утверждении стандарта, при необходимости, утверждают также организационно-технические мероприятия по подготовке к применению стандарта.

Согласование проекта стандарта организации с заинтересованными лицами [структурными подразделениями организации и (или) заказчиками поставляемой продукции, выполняемых работ или оказываемых услуг] перед его утверждением осуществляют в порядке, установленном организацией, утверждающей стандарт.

Стандарты организации утверждают, как правило, без ограничения срока действия.

По решению организации, утверждающей стандарт, срок действия стандарта организации может быть ограничен.

Перед утверждением стандартов организации на продукцию, поставляемую на внутренний и (или) внешний рынок, на работы, выполняемые организацией на стороне, или на оказываемые ею на стороне услуги проводят их экспертизу (в том числе экспертизу на соответствие законодательству Российской Федерации, действующим техническим регламентам и национальным стандартам, а также научно-техническую, метрологическую, правовую, патентную экспертизы, нормоконтроль).

Экспертизы проекта стандарта могут проводиться силами организации, разработавшей проект стандарта, при наличии в ней квалифицированных специалистов и/или экспертов. При необходимости проект стандарта может быть направлен организацией-разработчиком в специализированные организации для проведения экспертиз:

- метрологической (по [ГОСТ Р 1.11](#));
- терминологической;
- научно-технической;
- правовой;

- патентной;
- на соответствие национальным стандартам.

Организация, разработавшая проект стандарта организации, может представлять его для экспертизы в соответствующий технический комитет по стандартизации (ТК).

ТК организует проведение экспертизы проекта стандарта организации и на основании ее результатов направляет заключение по проекту стандарта организации, представившей его.

В состав обозначения утвержденного стандарта организации на продукцию, поставляемую на внутренний или внешний рынок, на работы, выполняемые на стороне, или оказываемые ею на стороне услуги следует включать аббревиатуру слов «стандарт организации» (СТО), код по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций ОК 007 (ОКПО), позволяющий идентифицировать организацию-разработчика стандарта; регистрационный номер, присваиваемый организацией, разработавшей и утвердившей стандарт, и год утверждения стандарта.

Классификационный код стандарта организации (ОКС) устанавливаются по Общероссийскому классификатору стандартов ОК (МК(ИСО/ИНФКО МКС)001-96)001, классификационный код продукции (ОКП) или услуги (ОКУН), на которую распространяется стандарт организации, - по общероссийским классификаторам ОК 005 или ОК 002 соответственно и приводят на последней странице стандарта организации (см. [ГОСТ Р 1.5](#), приложение Б).

Пример - Классификационные коды стандарта организации «Оповещатели пожарные световые. Технические условия» и продукции, на которую он распространяется:

«ОКС 13.320 ОКП 43 7135».

Требования стандарта организации подлежат соблюдению в организации, утвердившей данный стандарт, и ее структурных подразделениях (в случае корпоративной или ведомственной подчиненности) с момента (даты) введения стандарта в действие.

Требования стандартов организаций к продукции, процессам, работам и услугам подлежат соблюдению другими субъектами хозяйственной деятельности и приобретателями в случае, если эти стандарты указаны в сопроводительной технической документации изготовителя (поставщика) продукции, исполнителя работ и услуг или в договоре (контракте).

Стандарт организации, разработанный и утвержденный одной организацией, может использоваться другой организацией в своих интересах только по договору с утвердившей его организацией, в котором при необходимости предусматривается положение о получении информации о внесении в стандарт последующих изменений.

Организация, разработавшая и утвердившая стандарт организации на продукцию, поставляемую на внутренний или внешний рынок, может при необходимости готовить предложения о разработке национального стандарта на основе этого стандарта.

## **7 Содержание и процедуры разработки технических условий (ТУ) на продукцию**

### **7.1 Общие положения**

ТУ является техническим документом, который разрабатывается по решению разработчика (изготовителя) или по требованию заказчика (потребителя) продукции (ГОСТ 2.114-95 с изм.1).

Технические условия являются неотъемлемой частью комплекта конструкторской или другой технической документации на продукцию, а при отсутствии документации должны содержать полный комплекс требований к продукции, ее изготовлению, контролю и приемке.

ТУ разрабатывают на:

- одно конкретное изделие, материал, вещество и т.п.;
- несколько конкретных изделий, материалов, веществ и т.п. (групповые технические условия).

Требования, установленные ТУ, не должны противоречить обязательным требованиям государственных (межгосударственных) стандартов, распространяющихся на данную продукцию.

Если отдельные требования установлены в стандартах или других технических документах, распространяющихся на данную продукцию, то в ТУ эти требования не повторяют, а в соответствующих разделах ТУ дают ссылки на эти стандарты и документы в соответствии с ГОСТ 2.105.

ТУ оформляют на листах формата А4 по ГОСТ 2.301 с основной надписью по ГОСТ 2.104 (формы 2 и 2а), а титульный лист оформляют по ГОСТ 2.105.

Схемы, чертежи и таблицы, иллюстрирующие отдельные положения ТУ, выполняют на листах форматов по ГОСТ 2.301, при этом основную надпись выполняют по форме 2а ГОСТ 2.104.

Подлинники ТУ, выполненные на магнитных носителях, и копии, полученные с них, а также ТУ на материалы, вещества и т.п., независимо от способа их выполнения, допускается выполнять без основной надписи, дополнительных граф и рамок. В этом случае:

- обозначение ТУ указывают на каждом листе в верхнем правом углу (при односторонней печати) или в левом углу четных страниц и правом углу нечетных страниц (при двусторонней печати);

- подписи лиц, предусмотренные в основной надписи по ГОСТ 2.104, указывают на титульном листе, а для ТУ, выполненных на магнитных носителях, по ГОСТ 28388;

- изменения указывают в листе регистрации изменений, который помещают в конце ТУ (рекомендуемая форма листа регистрации изменений по ГОСТ 2.503).

Обозначение ТУ присваивает разработчик.

На материалы, вещества и т.п. обозначение ТУ рекомендуется формировать из:

- кода "ТУ";

- кода группы продукции по классификатору продукции страны - разработчика ТУ (ОКПО);

- трехразрядного регистрационного номера, присваиваемого разработчиком;

- кода предприятия разработчика ТУ по классификатору предприятий страны - разработчика ТУ (код ОКПО);

- двух последних цифр года утверждения документа.

Пример обозначения ТУ для Российской Федерации:

ТУ 1115-017-38576343-93, где 1115 - код группы продукции по Общероссийскому классификатору продукции (ОКП), 38576343 - код предприятия по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций (ОКПО).

Учет, хранение и внесение изменений в ТУ на изделия машиностроения и приборостроения проводят в порядке, установленном ГОСТ 2.501 и ГОСТ 2.503, а для материалов и веществ в порядке, принятом у разработчика.

Для информирования потребителей о продукции, на которую разработаны ТУ, заполняется каталожный лист в порядке, установленном национальными органами по стандартизации.

## 7.2 Правила построения и изложения ТУ

ТУ должны содержать вводную часть и разделы, расположенные в следующей последовательности:

- технические требования;
- требования безопасности;
- требования охраны окружающей среды;
- правила приемки;
- методы контроля;
- транспортирование и хранение;
- указания по эксплуатации;
- гарантии изготовителя.

Состав разделов и их содержание определяет разработчик в соответствии с особенностями продукции. При необходимости ТУ, в зависимости от вида и назначения продукции, могут быть дополнены другими разделами (подразделами) или в них могут не включаться отдельные разделы (подразделы), или отдельные разделы (подразделы) могут быть объединены в один.

**Вводная часть** должна содержать наименование продукции, ее назначение, область применения (при необходимости) и условия эксплуатации.

Наименование продукции должно соответствовать наименованию, указанному в основном документе □ на эту продукцию.

**Пример** - "Настоящие технические условия распространяются на эмаль БТА-185, предназначенную для окрашивания изделий, эксплуатируемых в условиях влажного тропического климата".

В конце вводной части приводят пример записи продукции в других документах и (или) при заказе.

В разделе "**Технические требования**" должны быть приведены требования и нормы, определяющие показатели качества и потребительские (эксплуатационные) характеристики продукции.

Раздел должен начинаться словами: \_\_\_\_\_

наименование продукции

должен (на, но) соответствовать требованиям настоящих технических условий и комплекта документации согласно

\_\_\_\_\_ обозначение основного конструкторского или другого технического документа

При отсутствии конструкторской или другой технической документации раздел должен начинаться словами:

"

\_\_\_\_\_ наименование продукции

должен (на, но) соответствовать требованиям настоящих технических условий". При наличии стандартов общих технических условий, а также стандартов на конкретное изделие тут же должна быть ссылка на них.

Раздел в общем случае должен состоять из следующих подразделов:

- основные параметры и характеристики (свойства);
- требования к сырью, материалам, покупным изделиям;
- комплектность;
- маркировка;
- упаковка.

В подразделе "**Основные параметры и характеристики (свойства)**" помещают:

- основные параметры и характеристики, характеризующие тип (вид, марку, модель) продукции и, при необходимости, дают ее изображение с габаритными, установочными и присоединительными размерами или дают ссылку на конструкторские или другие технические документы с указанием их обозначений. При необходимости, чертежи изделий, на которые даны ссылки, допускается помещать в приложении к ТУ. При разработке групповых ТУ в разделе указывают коды ОКП каждого исполнения по классификатору продукции страны - разработчика;

- требования назначения, характеризующие свойства продукции, определяющие ее основные функции, для выполнения которых она предназначена в заданных условиях, требования совместимости и

Для изделий машиностроения и приборостроения основным документом является спецификация. Для материалов, веществ и т.п. основным документом является рецептурный, технологический или другой документ, который в совокупности с другими записанными в нем документами полностью и однозначно определяет данную продукцию.



взаимозаменяемости, например: требования к производительности, точности, скорости обработки, прочности, калорийности и т.п.; требования к составу и структуре (химическому, фракционному, концентрации примесей, содержанию компонентов и т.п.), физико-химическим, механическим и другим свойствам (прочность, твердость, теплостойкость, износостойчивость и т.п.); требования по функциональной, геометрической, биологической, электромагнитной, электрической, прочностной, программной, технологической, метрологической, диагностической, организационной, информационной и другим видам совместимости;

- требования надежности к выполнению продукцией своих функций с заданной эффективностью в заданном интервале времени и их сохранению при заданных условиях технического обслуживания, ремонта, хранения, транспортирования, в том числе количественные требования, в виде значений комплексных показателей надежности продукции и (или) единичных показателей ее безопасности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

На продукцию, использование которой по истечении определенного срока представляет опасность для жизни, здоровья людей, окружающей среды или может причинить вред имуществу граждан, должны устанавливаться сроки службы.

На продукцию, потребительские свойства которой могут ухудшиться с течением времени (продукты питания, парфюмерно-косметические товары, медикаменты, изделия бытовой химии и прочие), должны указываться сроки годности;

- требования радиоэлектронной защиты к продукции по обеспечению помехозащищенности, защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений как собственных, так и посторонних, преднамеренных электромагнитных излучений и других электронных излучений естественного и искусственного происхождения;

- требования стойкости к внешним воздействиям и живучести, направленные на обеспечение работоспособности продукции при воздействии и (или) после воздействия сопрягаемых объектов и природной среды либо специальных сред, в том числе: требования стойкости к механическим воздействиям (вибрационным, ударным, скручивающим, ветровым и т.п.); требования стойкости к климатическим воздействиям (колебаниям температуры, влажности и атмосферного давления, солнечной радиации, атмосферных осадков, соленого (морского) тумана, пыли, воды и т.п.); требования стойкости к специальным воздействиям (биологическим, радиоэлектронным, химическим, в том числе агрессивным газам, моющим средствам, топливу, маслам и т.п., электромагнитным полям, средствам дезактивации, дегазации, дезинфекции и т.п.);

- требования эргономики, направленные на обеспечение согласования технических характеристик продукции с эргономическими характеристиками и свойствами человека (требования к рабочим местам обслуживающего персонала, соответствие изделия и его составных частей размерам тела

человека и т.п.);

- требования экономического использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов, направленные на экономное использование сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов при производстве продукции и при регламентированном режиме использования (применения) продукции по назначению (удельный расход сырья, материалов, топлива, энергии, энергоносителя, а также коэффициент полезного действия, трудоемкость в расчете на единицу потребительских свойств и т.п.);

- требования технологичности, определяющие приспособленность продукции к изготовлению, эксплуатации, ремонту с минимальными затратами при заданных значениях показателей качества;

- конструктивные требования, предъявляемые к продукции в форме конкретных конструктивных решений, обеспечивающих наиболее эффективное выполнение продукцией ее функций, а также рациональность при ее разработке, производстве и применении: предельно допустимые массу и габаритные размеры продукции; обеспечение внешних связей и взаимодействие с другими изделиями, их совместимость, взаимозаменяемость, направления вращения, направления движения и т.п.; конструкционные материалы, виды покрытий (металлические и неметаллические) и их функциональное назначение (защита от коррозии и т.п.); требования исключения возможности неправильной сборки и неправильного подключения кабелей, шлангов и других ошибок обслуживающего персонала во время технического обслуживания и ремонта; применение базовых конструкций и базовых изделий; агрегатирования и блочно-модульного построения изделий и т.п.

Требования, помещаемые в подразделе **"Основные параметры и характеристики (свойства)"** указываются применительно к режимам и условиям ее эксплуатации (применения) и испытаний.

Если отдельные требования не могут быть выражены определенными показателями, а могут быть достигнуты при условии однозначного соблюдения каких-либо других требований (санитарно-гигиенические требования к производственным помещениям и исполнителям, использование определенного технологического процесса, покрытия, специального технологического оборудования или оснастки, длительная тренировка, приработка, выдержка готовых изделий или материалов и т.д.), то эти требования должны быть приведены в этом подразделе.

В подразделе **"Требования к сырью, материалам, покупным изделиям"** устанавливают требования:

- к покупным изделиям, жидкостям, смазкам, краскам и материалам (продуктам, веществам);

- к дефицитным и драгоценным материалам, металлам и сплавам, порядок их учета;

- к вторичному сырью и отходам промышленного производства.

В подразделе **"Комплектность"** устанавливают входящие в комплект

поставки отдельные (механически не связанные при поставке) составные части изделия, запасные части к нему, инструмент и принадлежности, материалы и т.п., а также поставляемую вместе с изделием документацию.

При большой номенклатуре составных частей (например технологический комплекс), запасных частей, инструмента, приспособлений и эксплуатационной документации рекомендуется вместо их перечисления приводить ссылку на соответствующие конструкторские документы (спецификацию, ведомость ЗИП, ведомость эксплуатационных документов).

В подразделе "**Маркировка**" устанавливают следующие требования к маркировке продукции, в том числе к транспортной маркировке:

- место маркировки (непосредственно на продукции, на ярлыках, этикетках, на таре и т.п.);
- содержание маркировки;
- способ нанесения маркировки.

При изложении содержания маркировки, как правило, указывают товарный знак, зарегистрированный в установленном порядке, и (или) наименование предприятия-изготовителя, знак (знаки) соответствия продукции, сертифицированной на соответствие требованиям стандартов (межгосударственных правил) и, если продукция подлежит сертификации, - обозначение стандарта.

На продукцию, для обеспечения безопасности которой для жизни и здоровья людей при ее применении необходимо выполнять определенные условия, в этом подразделе излагают требования о содержании в маркировке следующих указаний:

- условиях применения и мерах предосторожности при транспортировании, хранении и употреблении,
- безопасности (пожаро- и взрывобезопасность и др.);
- сроках периодического осмотра, контроля, переконсервации и т.п.

В подразделе "**Упаковка**" устанавливают требования к упаковочным материалам, способу упаковывания продукции и т.п.

В подразделе указывают:

- правила подготовки продукции к упаковыванию (включая демонтаж, консервацию) с указанием применяемых средств;
- потребительскую транспортную тару, в том числе многооборотную тару, вспомогательные материалы, применяемые при упаковывании, а также требования технической этикетки (для товаров народного потребления);
- количество продукции в единице потребительской упаковки и транспортной тары;
- способы упаковывания продукции в зависимости от условий транспортирования (в таре, без тары и т.п.);
- порядок размещения и способ укладки продукции;
- перечень документов, вкладываемых в тару при упаковывании, и способ их упаковывания.

В разделе "**Требования безопасности**" устанавливают требования, которые должны содержать все виды допустимой опасности и

устанавливаться таким образом, чтобы обеспечивалась безопасность продукции в течении срока ее службы (годности).

В разделе указывают: требования электробезопасности; требования пожарной безопасности; требования взрывобезопасности; требования радиационной безопасности; требования безопасности от воздействия химических и загрязняющих веществ, в том числе предельно допустимые концентрации веществ или входящих в него компонентов; требования безопасности при обслуживании машин и оборудования, в том числе требования безопасности при ошибочных действиях обслуживающего персонала и самопроизвольном нарушении функционирования; требования к защитным средствам и мероприятиям обеспечения безопасности, в том числе к устройству ограждений, ограничений хода, блокировок, конечных выключателей подвижных элементов, креплений и фиксаторов подвижных частей, оснащению рабочих мест, органам управления и приборам контроля, аварийной сигнализации, требования к нанесению сигнальных цветов и знаков безопасности, требования по удалению, снижению, локализации опасных и вредных производственных факторов в местах их образования. При необходимости, приводят класс опасности, допустимые уровни опасных и вредных производственных факторов, создаваемых оборудованием и машинами, характер действия вещества на организм человека, сведения о способности материала, вещества к образованию токсичных и пожаро- и взрывоопасных соединений в воздушной среде и сточных водах в присутствии других веществ или факторов, сведения о пожаро- и взрывоопасных свойствах материала, вещества и мерах по предупреждению их самовозгорания и (или) взрыва, способы обезвреживания и захоронения вещества, материала с выраженными токсичными и пожаро- и взрывоопасными свойствами.

В разделе "**Требования охраны окружающей среды**" устанавливают требования для предупреждения вреда окружающей природной среде, здоровью и генетическому фонду человека при испытании, хранении, транспортировании, эксплуатации (применении) и утилизации продукции, опасной в экологическом отношении.

В раздел включают показатели и нормы, определяющие:

- требования по допустимым (по уровню и времени) химическим, механическим, радиационным, электромагнитным, термическим и биологическим воздействиям на окружающую среду;

- требования по устойчивости загрязняющих, ядовитых веществ в объектах окружающей среды (водная среда, атмосферный воздух, почва, недра, флора, моносфера и т.д.);

- требования при утилизации и к местам захоронения опасной продукции и отходов и т.д.

В разделе "**Правила приемки**" указывают порядок контроля продукции, порядок и условия предъявления и приемки продукции органами технического контроля предприятия-изготовителя и потребителем (заказчиком), размер предъявляемых партий, необходимость и время

выдержки продукции до начала приемки, сопроводительную предъявительскую документацию, а также порядок оформления результатов приемки.

В зависимости от характера продукции устанавливают программы испытаний (например приемо-сдаточных, периодических, типовых, на надежность), а также указывают порядок использования (хранения) продукции, прошедшей испытания, необходимость отбора и хранения образцов для повторного (дополнительного) испытания и т.п.

Для каждой категории испытаний устанавливают периодичность их проведения, количество контролируемых образцов, перечень контролируемых параметров, норм, требований и характеристик продукции и последовательность, в которой осуществляется контроль. Возможность изменения последовательности проведения контроля, при необходимости, оговаривается особо.

При выборочном или статистическом контроле качества указывают план контроля (объем контролируемой партии, объем выборок для штучной или проб для нештучной продукции, контрольные нормативы и решающие правила).

В разделе оговаривают правила и условия приемки, порядок и условия забракования продукции и возобновления приемки (повторного контроля) после анализа выявленных дефектов и их устранения.

В разделе должны быть оговорены условия и порядок окончательного забракования продукции.

В разделе, при необходимости, должен быть установлен порядок и место проставления клейм, штампов, пломб, подтверждающих приемку продукции органами контроля.

В разделе "**Методы контроля**" устанавливают приемы, способы, режимы контроля (испытаний, измерений, анализа) параметров, норм, требований и характеристик продукции, необходимость контроля которых предусмотрена в разделе "Правила приемки".

Методы контроля (испытаний, измерений, анализа) должны быть объективными, четко сформулированы, точными и обеспечивать последовательные и воспроизводимые результаты.

Методы и условия контроля (испытаний, измерений, анализа) должны быть максимально приближены к условиям использования продукции.

Допускается устанавливать несколько эквивалентных методов контроля параметров и свойств продукции.

Для каждого метода контроля (испытаний, измерений, анализа), в зависимости от специфики проведения, должны быть установлены:

- методы отбора проб (образцов);
- оборудование, материалы и реактивы и др.;
- подготовка к контролю (испытанию, измерению, анализу);
- проведение контроля (испытания, измерения, анализа);
- обработка результатов.

При изложении методов отбора проб (образцов) следует указывать

место, способ отбора и количество проб (образцов), их форму, вид, размеры или массу. Если необходима средняя проба, то указывают методы ее отбора.

При изложении требований к оборудованию, материалам и реактивам приводят перечень применяемого оборудования (установок, приборов, приспособлений, инструмента) и нормы его погрешности, а также перечень материалов и реактивов, используемых при испытаниях.

При необходимости однозначного определения конкретного вида или конкретной марки оборудования, материала или реактива должно быть дано их условное обозначение и указаны документы, по которым осуществляют их поставку.

При применении универсального оборудования указывают его наименование, класс или точность и т.п.

При применении оборудования, материалов или реактивов, изготавливаемых специально для контроля данной продукции, в тексте ТУ или в приложении к ним приводят описание схемы, рецептуры или ссылки на соответствующую документацию, необходимую для их изготовления и контроля их качества.

Допускаемая эквивалентная замена средств контроля должна быть оговорена конкретно с указанием особенностей применения этих средств. При этом в ТУ должно быть оговорено, какое средство контроля является арбитражным.

При изложении требований по подготовке продукции к контролю (испытанию, измерениям, анализу) указывают данные, касающиеся подготовки к контролю продукции, а также оборудования, материалов и реактивов, необходимых для контроля.

В тексте ТУ или в приложении к ТУ, при необходимости, приводят схемы соединения оборудования с контролируемой продукцией.

При изложении требований к проведению контроля приводят последовательность проводимых операций, их описание, а также, при необходимости, порядок ведения записей.

Если в процессе контроля проводится проверка возможности подстройки (регулировки) параметров или проведения операций, аналогичных проводимым в условиях эксплуатации, то методы их выполнения должны совпадать с оговоренными в эксплуатационной документации.

При описании операций контроля приводят указания по технике безопасности и особые меры предосторожности.

При изложении требований к обработке результатов приводят расчетные формулы, указывают точность вычислений и степень округления полученных данных, а также допускаемые расхождения при параллельных определениях (расчетах).

Методы контроля, средства контроля, а также оборудование, применяемое при контроле, не указывают в ТУ, если они установлены в государственных и отраслевых стандартах, а также в инструкциях или программах и методиках испытаний, разрабатываемых в соответствии с

ГОСТ 2.102, при этом в ТУ должна быть ссылка на эти документы.

В разделе **"Транспортирование и хранение"** устанавливают требования к обеспечению сохраняемости продукции при ее транспортировании и хранении, в том числе по обеспечению безопасности.

В разделе указывают виды транспорта (воздушный, железнодорожный, морской, автомобильный) и транспортных средств (крытые или открытые вагоны, рефрижераторные вагоны, цистерны, трюмы или палубы судов, закрытые автомашины и т.п.), способы крепления и укрытия продукции в этих средствах, а также требования по перевозке продукции в универсальных, специализированных контейнерах, специализированным транспортом и в пакетах, количество мест (массу) продукции в контейнерах, габаритные размеры пакетов, порядок размещения пакетов и т.д.

В разделе указывают параметры транспортирования (допускаемую дальность, скорость и т.п.) и допустимые механические воздействия при транспортировании, климатические условия, специальные требования к продукции при транспортировании (необходимость защиты от внешних воздействующих факторов от ударов при погрузке и выгрузке и правила обращения с продукцией после транспортирования при отрицательных температурах, порядок расконсервации и т.п.).

В разделе указывают условия хранения продукции, обеспечивающие ее сохранность, в том числе требования к месту хранения продукции (навес, крытый склад, отапливаемое помещение и т.д.), к защите продукции от влияния внешней среды (влаги, вредных испарений и т.п.), температурный режим хранения, а при необходимости, требования к срокам периодических осмотров хранимой продукции, регламентным работам, а также необходимые методы консервации и консервационные материалы, марка и документы, по которым осуществляют их поставку, либо даны ссылки на соответствующие документы.

Кроме того, приводят способ укладки продукции (в штабели, на стеллажи, подкладки и т.п.), а также специальные правила хранения скоропортящейся, ядовитой, огнеопасной, взрывоопасной и тому подобной продукции.

Правила хранения продукции излагают в следующей последовательности:

- место хранения;
- условия хранения;
- условия складирования;
- специальные правила и сроки хранения (при необходимости).

Требования к транспортированию и хранению могут быть приведены только при отсутствии на данную продукцию стандарта транспортирования и хранения.

В разделе **"Указания по эксплуатации"** приводят указания по установке, монтажу и применению продукции на месте ее эксплуатации (применения), например способ соединения с другой продукцией; требования к условиям охлаждения с указанием, при необходимости, критериев и

методов контроля; возможность работы в других средах; особые условия эксплуатации (необходимость защиты от электрических и радиационных полей, требования периодической тренировки, эксплуатационного обслуживания и т.п.) либо дают ссылки на соответствующие документы.

Раздел **"Гарантии изготовителя"** должен быть изложен в соответствии с ГОСТ 22352.

Примечание - Для изделий, разрабатываемых по заказам Министерства обороны, правила оформления раздела устанавливаются соответствующими НД.

В приложении к ТУ, при необходимости, приводят:

- перечень документов (стандартов, инструкций, технических условий и других документов), на которые даны ссылки в данных ТУ;
- перечень оборудования (стендов, приборов, приспособлений, оснастки, инструмента, посуды и др.) материалов и реактивов, необходимых для контроля продукции;
- краткое описание с характеристиками оборудования, материалов и реактивов, необходимых для контроля продукции;
- краткое описание с характеристиками оборудования, материалов и реактивов, указания по применению и периодической проверке, если эти данные не изложены в самостоятельных документах.

### **7.3 Согласование и утверждение технических условий**

ТУ подлежит согласованию на приемочной комиссии, если решение о постановке продукции на производство принимает приемочная комиссия.

Разработчик согласовывает с заказчиком (потребителем) ТУ и вместе с другими документами, подлежащими согласованию на приемочной комиссии, направляет их не позднее, чем за один месяц до начала ее работы в организации (предприятия), представители которых включены в состав приемочной комиссии, - по ГОСТ 15.001.

Подписание акта приемки опытного образца (опытной партии) продукции членами приемочной комиссии означает согласование ТУ.

ТУ, содержащие требования, относящиеся к компетенции органов государственного контроля и надзора, если они не являются членами приемочной комиссии, подлежат согласованию с ними.

Необходимость направления ТУ на согласование в другие заинтересованные организации, если они не являются членами приемочной комиссии, определяет разработчик совместно с заказчиком (потребителем).

Если решение о постановке продукции на производство принимают без приемочной комиссии, ТУ направляют на согласование заказчику (потребителю).

ТУ, содержащие требования, относящиеся к компетенции органов государственного контроля и надзора, подлежат согласованию с ними.

Необходимость направления ТУ на согласование другим заинтересованным организациям при наличии в них требований,



относящихся к их компетенции, определяет разработчик совместно с заказчиком (потребителем). ТУ следует направлять во все организации одновременно.

ТУ, содержащие ссылки на государственные стандарты, включающие требования к качеству продукции, обеспечивающие ее безопасность для жизни, здоровья и имущества, охрану окружающей среды, а также содержание ссылки на правила и нормы, установленные органами государственного контроля и надзора, могут с ними не согласовываться.

Для технологического комплекса, поставляемого комплектно заказчику (потребителю), ТУ дополнительно согласовываются с организацией, осуществляющей монтаж, в части требований, относящихся к ее компетенции, если эти требования не были согласованы с ней ранее.

Согласование ТУ оформляют подписью руководителя (заместителя руководителя) согласующей организации под грифом "СОГЛАСОВАНО" или отдельным документом (актом приемочной комиссии, письмом, протоколом и т.п.), при этом под грифом "СОГЛАСОВАНО" указывают дату и номер документа.

При согласовании не допускается запись "Согласовано с замечаниями".

Необходимость согласования с потребителем ТУ на продукцию, разработанную в инициативном порядке, определяет разработчик.

Изменения к ТУ утверждает держатель подлинника ТУ, если иное не установлено в договоре о передаче комплекта технической документации.

Утверждение ТУ (изменений к ним) оформляют подписью руководителя (заместителя руководителя) разработчика под грифом "УТВЕРЖДАЮ" на титульном листе документа.

ТУ утверждают, как правило, без ограничения срока действия.

Ограничение срока действия ТУ устанавливают, при необходимости, по согласованию с заказчиком (потребителем).

ТУ на изделия, разрабатываемые по заказам Министерства обороны, согласовывают и утверждают по правилам, установленным соответствующими НД.

При регистрации Технических условий на титульный лист ТУ и на каталожный лист наносится печать и отметки регистрирующей организации. Производить регистрацию и внесение в реестр технических условий имеют право только региональные аккредитованные Госстандартом организации (Федеральное агентство Ростехрегулирование).

## **8 Содержание и процедуры разработки технического регламента на продукцию**

В межгосударственных стандартах единой системы технологической документации ГОСТ 3.1102 «ЕСТД. Стадии разработки и виды документов», ГОСТ 3.1109 «ЕСТД. Термины и определения основных понятий», ГОСТ 14.004 «Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий». Однако на отдельные группы продукции действуют

документы, в которых установлены требования к технологическим регламентам. Например, в ГОСТ 15.901 «Система разработки и постановки продукции на производство. Конструкции, изделия и материалы строительные» приведены требования к содержанию технологического регламента.

Технологический регламент (ТР) устанавливает порядок ведения технологического процесса, режимы работы оборудования, технологические методы, средства и нормы для осуществления производства определенного вида продукции или группы однородной продукции, обеспечивающие безопасное ведение работы. Содержание ТР зависит от вида выпускаемой продукции и может также включать рецептуру материала, требования к сырью и т.д.

Технологический регламент является внутренним документом предприятия и утверждается его руководителем, который вправе, при необходимости, корректировать его и продлевать срок действия.

В настоящее время действуют различные ведомственные руководящие документы (ВРД), например, «Положение о технологическом регламенте на производство продукции для газоперерабатывающих заводов и производств», «Положение о порядке разработки и содержании раздела «Безопасная эксплуатация производств» технологического регламента (утв. Ростехнадзором), «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03), стандарты предприятий акционерных компаний (ОАО «Транснефть» — технологический регламент нефтепереливной станции) и т.д.

ТР рекомендуется составлять из следующих разделов:

- Общая характеристика производственного объекта;
- Характеристика исходного сырья, материалов, реагентов, катализаторов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, изготавливаемой продукции;
- Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта;
- Нормы технологического режима;
- Контроль технологического процесса;
- Основные положения пуска и остановки производственного объекта при нормальных условиях;
- Безопасная эксплуатация производства;
- Отходы при производстве продукции;
- Краткая характеристика технологического оборудования, регулирующих и предохранительных клапанов;
- Перечень обязательных инструкций и нормативно-технической документации;
- Технологическая схема производства продукции (техническая часть).

Характеристики исходного сырья, материалов, реагентов, катализаторов, полуфабрикатов должны включать показатели качества,

обязательные для проверки, нормы расхода и номера нормативных документов (стандарт, ТУ) на данное сырье, материалы и полуфабрикаты.

При описании норм технологического режима следует указать единицы измерения параметров технологического процесса, допускаемые пределы параметров, требуемый класс точности измерительных приборов для каждой стадии процессов, аппаратов, показателей режимов.

Описание взрывоопасных, токсических свойств сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства должно содержать сведения об агрегатном состоянии сырья, полупродуктов, готовой продукции, отходов производства, классах опасности по ГОСТ 12.1.007, температурах вспышки, воспламенения и самовоспламенения, концентрационных пределах воспламенения, характере токсического воздействия (на человека, животных и др.).

## **9 Проведение сертификации на предприятиях**

Основными вопросами, которые решает предприятие в области сертификации являются:

- подлежит ли производимая предприятием продукция обязательному подтверждению соответствия (Обязательной сертификации);
- обязательные требования для этой продукции;
- какие органы по сертификации могут провести оценку и выдать сертификат соответствия;
- правила и процедуры подтверждения соответствия;
- требуются ли для подтверждения соответствия продукции документы Министерства здравоохранения и социального развития РФ и др. федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих контроль и надзор за этой продукцией;
- права и обязанности производителя (поставщика) сертифицированной продукции.

Соответствие продукции требованиям безопасности должно быть подтверждено в случаях, предусмотренных законодательными актами РФ.

Продукция, подлежащая обязательной сертификации, может выпускаться не только в соответствии с государственными стандартами, чаще в настоящее время используются другие документы, а именно: технические условия (ТУ), технологические регламенты, стандарты предприятий и т.д.

Для определения обязательности сертификации необходимо следующее:

- для отечественной продукции – номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация;
- для импортируемой продукции, имеющей код товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности России (ТН ВЭД), – список товаров, для которых требуется подтверждение проведения обязательной сертификации при выпуске на таможенную территорию

РФ и номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация. Для импортируемой продукции разработан порядок ввоза товаров на территорию РФ.

*ТНВЭД* – это общероссийский классификатор товаров, применение которого предусмотрено таможенным законодательством РФ, где представлена система классификации товаров, предназначенная для их кодирования и идентификации при таможенной обработке. В настоящее время классификатор построен на базе Комбинированной номенклатуры Европейского экономического сообщества (КН ЕЭС) и ГС (гармонизированной системы описания и кодирования товаров).

Система состоит из 10 знаков, которые распределяются следующим образом: 6 знаков - обозначают код товаров по ГС, 7 и 8 знаки образуют код товаров по КН ЕЭС, девятая и десятые цифры (0) – резервные. Система цифровых кодов в ТНВЭД позволяет представить всю необходимую информацию в удобной форме для сбора, передачи, в практической деятельности, в автоматизированной системе.

Товарная номенклатура предусматривает 5 уровней детализации товаров: 1-й уровень – уровень раздела (например, возьмем отрасль сельского хозяйства); 2-й – уровень группы (зерновые культуры); 3-й уровень – товарные позиции (зерновые делятся на рожь, пшеницу); 4-й, 5-й уровни – более низкие уровни детализации (пшеница твердых сортов).

Основные критерии, которые используют для классификации:

- 1 – материал из которого товар выполнен;
- 2 – функции, которые он выполняет;
- 3 – степень обработки (изготовления).

Всего коды ТНВЭД состоят из 97 групп и 21 раздела. Товарная номенклатура утверждается Правительством РФ, а ГТК РФ участвует в ее разработке, вносит изменения и толкование. Основная единица измерения товаров по ТН ВЭД – масса в кг.

Сертификация продукции в РФ осуществляется органами по сертификации. Изготовитель (продавец) вправе обратиться для проведения обязательной сертификации в любой орган по сертификации, аккредитованный на право проведения работ по сертификации конкретной продукции.

В общем случае, при сертификации продукции орган по сертификации осуществляет следующие операции:

- рассматривает заявку и комплект документов, представленных заявителем, и принимает (не позднее 15 дней) решение по заявке; проводит отбор, идентификацию образцов продукции, направляет образцы на испытания в испытательную лабораторию;
- проводит оценку производства (если это предусмотрено выбранной заявителем и согласованной с органом по сертификации схемой сертификации);

- проводит анализ полученных результатов и принимает решение о выдаче (отказе в выдаче) сертификата соответствия и знака соответствия;
- в случае, предусмотренном схемой сертификации, проводит инспекционный контроль над сертифицированной продукцией;
- представляет информацию о результатах сертификации в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.



а)

б)

в)

- а) знак соответствия ГОСТ Р, б) CE-mark,  
в) знак соответствия пожарной безопасности

Рисунок 21 - Знаки соответствия:

Правила и процедуры сертификации установлены в общероссийских правилах по сертификации, документах Системы сертификации ГОСТ Р и разработанных в соответствии с ними правилах по сертификации однородной продукции.

Наиболее часто для получения сертификата соответствия требуются следующие основные документы:

- санитарно-эпидемиологическое заключение (разрешение Санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) на производство);
- акт обследования производства (в СЭС);
- сертификаты соответствие на сырье (упаковку);
- гигиенические сертификаты на оборудование;
- нормативные документы: ТУ, технологические инструкции и др.;
- протоколы испытаний на продукцию;
- карты метрологического контроля;
- пояснительная записка;
- (при необходимости) другие документы.

В Российской Федерации деятельность по сертификации осуществляется в **системах сертификации** – совокупности участников сертификации, действующих по установленным в системах правилам. Системы также подразделяются на системы обязательной и добровольной сертификации и должны иметь некоторые общие критерии, а именно:

- область распространения, определенная установленными в ее документах объектами сертификации и используемыми для

подтверждения соответствия нормативными документами;

- реестр сертифицированных объектов и участников системы.

Учитывая, что проведение обязательной сертификации необходимо для обеспечения допуска продукции на рынок, целесообразно остановиться подробнее на системах обязательной сертификации. В настоящее время в РФ действуют 18 систем обязательной сертификации, основные из них приведены далее.

Система сертификации ГОСТ Р, в которой сертифицируются товары и услуги, обращающиеся на потребительском рынке РФ, создана Госстандартом России для проведения обязательной сертификации, предусмотренной такими законодательными актами, как закон РФ «О защите прав потребителей», ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17.07.99 № 181-ФЗ, Закон РФ «О ветеринарии» от 14.05.93 № 4979-1, ФЗ «Об оружии» от 13.12.96 № 150-ФЗ, Приказ МЧС РФ от 8 июля 2002 г. N 320 "Об утверждении Перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности" и др.

Система сертификации ГОСТ Р имеет собственные формы сертификатов соответствия (см. Приложения) и знаков соответствия (см. рис. 9.1).

В Системе сертификации ГОСТ Р обязательной сертификации подлежат:

- товары для личных (бытовых) нужд граждан;
- продукция производственно-технического назначения;
- строительная продукция;
- выполняемые работы и оказанные услуги.

Нормативную базу обязательной сертификации продукции, услуг (работ) в Системе сертификации ГОСТ Р составляют государственные стандарты, санитарные нормы и правила, строительные нормы и правила. Необходимый уровень объективности и достоверности результатов сертификации в Системе ГОСТ Р достигается, в первую очередь, путем аккредитации участников системы. Сертификация продукции в РФ осуществляется органами по сертификации. Изготовитель (продавец) вправе обратиться для проведения обязательной сертификации в любой орган по сертификации, аккредитованный на право проведения работ по сертификации конкретной продукции.

В общем случае, при сертификации продукции орган по сертификации осуществляет следующие операции:

- рассматривает заявку и комплект документов, представленных заявителем, и принимает (не позднее 15 дней) решение по заявке;
- проводит отбор, идентификацию образцов продукции, направляет образцы на испытания в испытательную лабораторию;
- проводит оценку производства (если это предусмотрено выбранной заявителем и согласованной с органом по сертификации схемой сертификации);

- проводит анализ полученных результатов и принимает решение о выдаче (отказе в выдаче) сертификата соответствия;
- в случае, предусмотренном схемой сертификации, проводит инспекционный контроль над сертифицированной продукцией;
- представляет информацию о результатах сертификации в Госстандарт России.

Правила и процедуры сертификации установлены в общероссийских правилах по сертификации, документах Системы сертификации ГОСТ Р и разработанных в соответствии с ними правилах по сертификации однородной продукции.

Порядок проведения сертификации продукции в РФ содержится в «Порядке проведения сертификации продукции в Российской Федерации» с изм. 1. В этих документах описана последовательность проведения работ с участниками сертификации, схемы сертификации и рекомендации по их применению. Заявитель подает заявку по установленной форме в аккредитованный орган по сертификации, область аккредитации которого включает продукцию, указанную в заявке, и выбирает схему сертификации.

Существует 16 **схем сертификации**: 1, 1а, 2, 2а, 3, 3а, 4, 4а, 5, 6, 7, 8, 9, 9а, 10, 10а, см. табл. 7. Схемы сертификации 1-6 и 9а-10а применяются при сертификации продукции, серийно выпускаемой изготовителем в течение срока действия сертификата, схемы сертификации 7, 8, 9 – при сертификации уже выпущенной партии или единичного изделия.

Таблица 9 – Схемы сертификации

Номер схемы	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях и другие способы доказательства соответствия	Проверка производства (системы качества)	Инспекционный контроль сертифицированной продукции (системы качества, производства)
1	Испытания типа	–	–
1а	Испытания типа	Анализ состояния производства	–
2	Испытания типа	–	Испытания образцов, взятых у продавца
2а	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Анализ состояния производства
3	Испытания типа	–	Испытания образцов, взятых у изготовителя
3а	Испытания типа	Анализ состояния	Испытания образцов, взятых у изготовителя.

		производства	Анализ состояния производства
4	Испытания типа	–	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
4a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца и изготовителя. Анализ состояния производства
5	Испытания типа	Сертификация производства или системы качества	Контроль системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца и/или у изготовителя
Контроль сертифицированной системы качества	Рассмотрение заявки-декларации с прилагаемыми документами	Сертификация системы качества	–
7	Испытания партии	–	–
8	Испытания каждого образца	–	–
9	Рассмотрение заявки-декларации с прилагаемыми документами	–	–
9a	Рассмотрение заявки-декларации с прилагаемыми документами	Анализ состояния производства	–
10	Рассмотрение заявки-декларации с прилагаемыми документами	–	Испытания образцов, взятых у изготовителя или у продавца
10a	Рассмотрение заявки-декларации с прилагаемыми документами	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя или у продавца. Анализ состояния производства

Схему сертификации 1 рекомендуется применять при ограниченном заранее оговоренном объеме реализации продукции, которая будет поставляться (реализовываться) в течение короткого промежутка времени отдельными партиями по мере их серийного производства (для импортной продукции - при краткосрочных контрактах; для отечественной продукции - при ограниченном объеме выпуска).



Схему 2 рекомендуется применять для импортной продукции при долгосрочных контрактах или при постоянных поставках серийной продукции по отдельным контрактам с выполнением инспекционного контроля на образцах продукции, отобранных из партий, завезенных в Российскую Федерацию.

Схему сертификации 3 лучше использовать для продукции, стабильность серийного производства которой не вызывает сомнения. Например, проведение обязательной продукции в области пожарной безопасности осуществляется, как правило, по схемам 3а или 7.

Схема 4 применяется при необходимости всестороннего и жесткого инспекционного контроля продукции серийного производства. Например, в медицинской и военной промышленности.

Схемы сертификации 5 и 6 рекомендуется применять при сертификации продукции, для которой реальный объем выборки для испытаний недостаточен для объективной оценки выпускаемой продукции; технологические процессы чувствительны к внешним факторам; установлены повышенные требования к стабильности характеристик выпускаемой продукции; сроки годности продукции меньше времени, необходимого для организации и проведения испытаний в аккредитованной испытательной лаборатории; характерна частая смена модификаций продукции; продукция может быть испытана только после монтажа у потребителя. Условием применения схемы 6 является наличие у изготовителя системы испытаний, включающей контроль всех характеристик на соответствие требованиям, предусмотренным при сертификации такой продукции, что подтверждается выпиской из акта проверки и оценки системы качества. Схему 6 возможно использовать также при сертификации импортируемой продукции поставщика (не изготовителя), имеющего сертификат на свою систему качества, если номенклатура сертифицируемых характеристик и их значения соответствуют требованиям нормативных документов, применяемых в Российской Федерации.

Схемы сертификации 7 и 8 рекомендуется применять тогда, когда производство или реализация данной продукции носит разовый характер (партия, единичные изделия).

Схемы 9-10а основаны на использовании в качестве доказательства соответствия (несоответствия) продукции установленным требованиям - декларации о соответствии с прилагаемыми к ней документами, подтверждающими соответствие продукции установленным требованиям. В декларации о соответствии изготовитель (продавец) в лице уполномоченного представителя под свою ответственность заявляет, что его продукция соответствует установленным требованиям. Декларация о соответствии, подписанная руководителем организации - изготовителя (продавца), совместно с прилагаемыми документами направляется с сопроводительным письмом в орган по сертификации. Орган по сертификации рассматривает представленные документы и в случае необходимости, запрашивает дополнительные материалы (претензии потребителей, результаты проверки

технологического процесса, документы о соответствии продукции определенным требованиям, выдаваемые органами исполнительной власти в пределах своей компетентности и т.д.). Одновременно орган по сертификации сопоставляет образец продукции с представленными документами. При положительных результатах орган по сертификации выдает изготовителю сертификат соответствия. Условием применения схем сертификации 9-10а является наличие у заявителя всех необходимых документов, прямо или косвенно подтверждающих соответствие продукции заявленным требованиям. Если указанное условие не выполнено, то орган по сертификации предлагает заявителю сертифицировать данную продукцию по другим схемам сертификацией с возможным учетом отдельных доказательств соответствия из представленных документов. Данные схемы целесообразно применять для сертификации продукции субъектов малого предпринимательства, а также для сертификации не повторяющихся партий небольшого объема отечественной и зарубежной продукции.

В Системе сертификации ГОСТ Р общие правила и порядок оплаты работ по обязательной сертификации установлены документом «Правила по сертификации. Оплата работ по сертификации продукции и услуг» и введены в действие с января 2000 [3]. Основные издержки заявителя, связанные с проведением работ по обязательной сертификации, складываются из следующих элементов: оплата работ органа по сертификации продукции; оплата оценки *системы качества* (при наличии у предприятия *сертификата соответствия системы менеджмента качества международному стандарту ISO 9001:2000* процедура оценки и анализа производства существенно облегчается), оплата инспекционного контроля. Величина оплаты работ по обязательной сертификации определяется на основе расчетов и зависит от выбранной схемы сертификации, сложности продукции и примененного метода испытаний.

Сертификат соответствия Системы Менеджмента Качества организации международному стандарту ISO 9001:2000 является необходимым требованием при работе на многих международных рынках.

ISO серии 9000 – это система международных стандартов, разработанных Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization или сокращенно – ISO), которая представляет собой набор требований по обеспечению и организации процесса управления качеством продукции и услуг. Основная концепция стандартов ISO серии 9000 (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001) заключается в определении набора требований и рекомендаций к системе управления качеством организаций. Причем, одной из главных особенностей модели ISO серии 9000 заключается в универсальности требований. Таким образом, требования стандартов ISO серии 9000 можно применять для любой организации вне зависимости от ее сферы деятельности, рынка, количества служащих и т.д.

**ЭТАП 1** Подача заявки в сертификационный орган на сертификацию СМК на соответствие требованиям ISO 9001 и заключение договора.



**ЭТАП 2** Проведение анализа документации.



**ЭТАП 3** Проведение сертификационного аудита в организации, включающего проверку документации и ее выполнения в соответствии с требованиями ISO 9001 и внутренними документами.



**ЭТАП 4** Рассмотрение сертификационным органом результатов сертификационного аудита и выдача сертификата сроком на 3 года.



**ЭТАП 5** Проведение инспекционных аудитов на время действия сертификата ( 3 аудита).

Рисунок 22 – Этапы сертификации системы менеджмента качества

На базе международного стандарта ISO 9001:2000 разработан отечественный стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2001, который формулирует требования к Системе Менеджмента Качества компании, см. рис. 18. В поддержку данного стандарта в России имеется ряд законодательных решений о необходимости сертификации на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2001. В частности, в соответствии с Постановлением Правительства №113 от 02.02.1998, одним из условий получения госзаказа является наличие данного сертификата. То есть, сертификат ГОСТ Р ИСО 9001-2001 является хорошим инструментом для повышения престижа, конкурентоспособности и, как следствие, эффективности бизнеса компании на внутреннем рынке.

В рамках изучения курса «Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества» каждый студент должен самостоятельно выполнить одну контрольную работу, которые включают ответы на теоретические вопросы и одну курсовую работу, состоящую из двух заданий. Номер варианта определяется первой буквой фамилии студента – см. таблицу:

Таблица 9 Номера вариантов для выполнения контрольной работы и первой части курсовой работы

1-я буква фамилии	А	БВ	ГД	ЕЁ	ЖЗ	ИЛ	К	МН	ОП	РТ	С	УФХ	ЦЧ	ШЩ	ЭЮЯ
№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

### Контрольная работа «Сертификация»

При выполнении контрольной работы необходимо ответить на теоретический вопрос и выполнить задание на разбор сертификата соответствия.

#### Вариант 1

1. Правило и порядок проведения сертификации.
2. Проанализируйте содержание всех позиций какого-либо сертификата соответствия на **Вашем** предприятии или на предприятии, где работают Ваши родственники или друзья. Можно также найти пример сертификата в сети Интернет [12], однако это может привести к дублированию сертификатов. **В этом случае приниматься будет сертификат, раньше сданный по времени. Дублирование сертификатов недопустимо.** Необходимо проанализировать содержание всех надписей и обозначений на сертификате (см. пояснение ниже), а также описать используемую схему сертификации (см. раздел 9).

#### Вариант 2

1. Обязательная и добровольная сертификация.
2. См. п.2 варианта 1.

#### Вариант 3

1. Стандартизация сертифицированных изделий (на примере Вашего предприятия).
2. См. п.2 варианта 1.

#### Вариант 4

1. Сертификация товаров.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 5**

1. Законодательная и нормативная базы сертификации.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 6**

1. Сертификация товаров.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 7**

1. Сертификация систем качества.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 8**

1. Сертификация продукции, ввозимой из-за рубежа.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 9**

1. Обязательная сертификация (на примере Вашего предприятия).
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 10**

1. Правовые основы сертификации в РФ.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 11**

1. Схемы сертификации.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 12**

1. Основы сертификационных испытаний.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 13**

1. Документы, необходимые для получения сертификата соответствия на продукцию.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 14**

1. Обеспечение качества сертификации.
2. См. п.2 варианта 1.

#### **Вариант 15**

1. Опишите операции, выполняемые органом по сертификации при сертификации продукции.
2. См. п.2 варианта 1.

### Пояснение к заданию по сертификату соответствия

На рисунке 20 представлена схема оформления сертификата соответствия [18], а в Приложении 5 — пример сертификата. На сертификате можно выделить описанные ниже позиции 0-12, которые Вы должны найти на Вашем конкретном сертификате и разобрать их содержание.

Позиция (0) – знак, отражающий добровольная или обязательная сертификация для данного товара.

Позиция (1) — регистрационный номер сертификата. В структуре регистрационного номера можно выделить пять элементов:

РОСС	ХХ	XXXX	Х	XXXXXX
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)

(а) — знак регистрации в Государственном реестре Госстандарта России (**РОСС**);

(б) — код страны расположения организации (например, Россия — **RU**);

(в) — код органа по сертификации;

(г) — буква, код типа объекта сертификации, например, «У» — услуга; «А» — партия продукции (обязательная сертификация); «В» — серийно выпускаемая продукция (обязательная сертификация), «С» — партия продукции (добровольная сертификация) «Н» — серийно выпускаемая продукция (добровольная сертификация).

(д) — номер объекта регистрации (пятиразрядный цифровой код).

Позиция (2) — срок действия сертификата устанавливается в соответствии с правилами и порядком сертификации однородной продукции. Первую дату проставляют по дате регистрации сертификата в Государственном реестре.

Позиция (3) — здесь приводятся регистрационный номер органа по сертификации — по Государственному реестру, его наименование, адрес, телефон и факс.

Позиция (4) — указывается наименование, тип, вид, марка продукции, стандарт или ТУ в соответствии с которыми выпускается продукция.

Позиция (5) — код продукции по Общероссийскому классификатору продукции (код ОКП – см. [13]).

Позиция (6) — обозначение нормативных документов, на соответствие которым проведена сертификация.

Позиция (7) — 10-разрядный код продукции по классификатору ТН ВЭД для экспортируемых товаров, см. раздел 9 и [17].

Позиция (8) — наименование, адрес организации-изготовителя.

Позиция (9) — наименование, адрес, телефон, факс юридического лица, которому выдан сертификат соответствия.

Позиция (10) — документы, на основании которых органом по сертификации выдан сертификат, сделайте вывод, какие требовались испытания для получения сертификата, и какие надо было получить документы по результатам испытаний.

Позиция (11) — дополнительная информация приводится при необходимости, определяемой органом по сертификации. Здесь может указываться схема сертификации – раскройте суть этой схемы используя информацию раздела 9.

Позиция (12) — подписи, инициалы, фамилии руководителя органа и эксперта, выдавшего сертификат, и эксперта, проводившего сертификацию, печать органа по сертификации.

ГОССТАНДАРТ РОССИИ	
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ	
(0)	(1) №
(2) Срок действия	с _____ по _____ №
(3) ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ	
(4) ПРОДУКЦИЯ	
(6) СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	(5) код ОК 005 (ОКП)  (7) код ТН ВЭД
(8) ИЗГОТОВИТЕЛЬ	
(9) СЕРТИФИКАТ ВЫДАН	
(10) НА ОСНОВАНИИ	
(11) ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
(12) Руководитель органа	_____
	подпись
М.П.	_____
Эксперт	_____
	подпись
	_____
	инициалы, фамилия

Рисунок 22 – Схема внешнего оформления сертификата соответствия



## КУРСОВАЯ РАБОТА

Курсовая работа включает в себя выполнение двух заданий – первое по теме «Метрология», второе – по теме «Стандартизация и управление качеством». Оформление осуществляется в соответствии СТП (файл прилагается).

### 1. МЕТРОЛОГИЯ

**1.1** В первом задании необходимо ответить на теоретический вопрос, см. табл. 10.

Таблица 9 - Варианты теоретических вопросов.

Вариант	Теоретический вопрос
1	Цели и задачи метрологии.
2	Характеристики средств измерения.
3	Государственная система обеспечения единства измерений.
4	Погрешности измерений.
5	Единицы измерений физических величин.
6	Эталоны и их классификация.
7	Поверка и калибровка измерительных средств.
8	Задачи и основные понятия метрологии.
9	Государственная система обеспечения единства измерений.
10	Основные и производственные единицы измерения.
11	Опишите основные факторы, обуславливающие погрешность результата измерения.
12	Классификация средств и методов измерений.
13	Методы измерений. Приведите примеры для каждого метода.
14	Государственная система обеспечения единства измерений.
15	Систематические и случайные погрешности измерений.

**1.2** Опишите средства измерения и единицы измерений, используемые на Вашем предприятии.

Если Ваше предприятие не использует в своей деятельности средства измерения, то при выполнении второго задания в данном разделе Вы можете воспользоваться информацией о деятельности предприятия, на котором работают Ваши родственники или знакомые.

В ответе поясните, в чем заключается деятельность предприятия, какие при этом используются средства измерения и единицы измерений, какова их погрешность, как осуществляется поверка средств измерений.

**1.3** Третье задание по данному разделу подразумевает решение следующей задачи. Имеется протокол измерения зависимости одной физической величины от другой, например термо-ЭДС термопары от температуры. Измерения проводились в **четырёх точках**, в каждой точке измерения проводились различное количество раз (см. задания далее по

тексту). Требуется: для каждой точки рассчитать среднее арифметическое значение зависимой величины и доверительный интервал для вероятности указанной в задании. Постройте по Вашим результатам сглаженный график зависимости исследуемых величин с указанием на графике доверительного интервала для каждого значения. Для математической обработки результатов измерения Вам понадобятся значения коэффициентов Стьюдента, приведённые в таблице 5.

### Вариант 1

Протокол измерений степени ослабления интенсивности гамма излучения от источника с изотопом цезий-137 поглотителем (целлюлоза).

Вероятность  $P = 0,90$ .

- (1) Толщина поглотителя  $d$ , мм = 0  
Мощность излучения  $P$ , мкР/ч = 765; 804; 780
- (2) Толщина поглотителя  $d$ , мм = 1,0  
Мощность излучения  $P$ , мкР/ч = 460; 480; 476; 482; 470
- (3) Толщина поглотителя  $d$ , мм = 3,0  
Мощность излучения  $P$ , мкР/ч = 150; 145; 160; 148; 152; 147; 155
- (4) Толщина поглотителя  $d$ , мм = 5,3  
Мощность излучения  $P$ , мкР/ч = 37; 39; 42; 41; 49; 41; 36; 40; 45; 41; 44; 37; 43; 42; 45

### Вариант 2

Протокол измерения зависимости коэффициента линейного расширения ( $\alpha$ ) кристалла кварца ( $\text{SiO}_2$ ) от температуры перпендикулярно его оси.

Вероятность  $P = 0,99$ .

- (1) Температура,  $T = 100$  К  
 $\alpha \times 10^6, \text{K}^{-1} = 3,1; 3,05; 3,15$
- (2) Температура,  $T = 140$  К  
 $\alpha \times 10^6, \text{K}^{-1} = 9,45; 9,30; 9,37; 9,48; 9,39$
- (3) Температура,  $T = 180$  К  
 $\alpha \times 10^6, \text{K}^{-1} = 11,30; 11,52; 11,47; 11,34; 11,21; 11,32; 11,40; 11,45; 11,43; 11,37; 11,42; 11,40; 11,35; 11,25; 11,20$
- (4) Температура,  $T = 200$  К  
 $\alpha \times 10^6, \text{K}^{-1} = 12,05; 12,12; 12,15; 11,96; 11,91; 13,10; 11,94$

### Вариант 3

Протокол измерения зависимости коэффициента теплопроводности ( $\lambda$ ) графита марки ВПП от температуры в направлении, параллельном направлению прессования.

Вероятность  $P = 0,95$ .

- (1) Температура,  $T = 50$  К  
 $\lambda, \text{Вт} \times \text{м}^{-1} \times \text{К}^{-1} = 24,0; 25,1; 23,4$
- (2) Температура,  $T = 80$  К

- $\lambda, \text{Вт}\times\text{м}^{-1}\times\text{К}^{-1} = 50,5; 48,8; 53,0; 50,3; 55,1$
- (3) Температура,  $T = 160 \text{ К}$   
 $\lambda, \text{Вт}\times\text{м}^{-1}\times\text{К}^{-1} = 118,6; 117,7; 120,5; 117,8; 118,4; 119,6; 123$
- (4) Температура,  $T = 250 \text{ К}$   
 $\lambda, \text{Вт}\times\text{м}^{-1}\times\text{К}^{-1} = 135,5; 141,1; 136,4; 134,8; 137,6; 134,8; 139,3; 132,5; 136,2; 137,1; 135,9; 131,8; 136,1; 135,9; 137,0$

#### Вариант 4

Протокол измерения зависимости теплоёмкости ( $C_p$ ) сплава АМг2 от температуры.

Вероятность  $P = 0,80$ .

- (1) Температура  $T = 40 \text{ К}$   
 $C_p, \text{Дж}\times\text{кг}^{-1}\times\text{К}^{-1} \times 10^{-3} = 0,063; 0,080; 0,078; 0,086; 0,094$
- (2) Температура  $T = 120 \text{ К}$   
 $C_p, \text{Дж}\times\text{кг}^{-1}\times\text{К}^{-1} \times 10^{-3} = 0,596; 0,560; 0,532$
- (3) Температура  $T = 160 \text{ К}$   
 $C_p, \text{Дж}\times\text{кг}^{-1}\times\text{К}^{-1} \times 10^{-3} = 0,702; 0,700; 0,695; 0,710; 0,705; 0,696; 0,703$
- (4) Температура  $T = 240 \text{ К}$   
 $C_p, \text{Дж}\times\text{кг}^{-1}\times\text{К}^{-1} \times 10^{-3} = 0,863; 0,860; 0,865; 0,855; 0,859; 0,860; 0,845; 0,859; 0,857; 0,868; 0,864; 0,870; 0,871; 0,863; 0,860$

#### Вариант 5

Протокол измерений зависимости удельного сопротивления ( $\rho$ ) стронция от температуры.

Вероятность  $P = 0,99$ .

- (1) Температура  $T = 100,0 \text{ К}$   
Удельное сопротивление ( $10^8 \times \text{Ом}\times\text{м}$ )  $\rho = 4,58; 5,55; 4,65$
- (2) Температура  $T = 300,0 \text{ К}$   
Удельное сопротивление ( $10^8 \times \text{Ом}\times\text{м}$ )  $\rho = 13,50; 13,00; 14,23; 13,78; 13,05$
- (3) Температура  $T = 400,0 \text{ К}$   
Удельное сопротивление ( $10^8 \times \text{Ом}\times\text{м}$ )  $\rho = 17,82; 18,96; 17,04; 17,74; 19,03; 17,60; 16,90$
- (4) Температура  $T = 600,0 \text{ К}$   
Удельное сопротивление ( $10^8 \times \text{Ом}\times\text{м}$ )  $\rho = 26,75; 26,05; 29,35; 26,71; 25,70; 28,05; 31,35; 26,70; 26,90; 27,05; 26,69; 26,55; 26,75; 27,00; 26,73$

#### Вариант 6

Протокол измерений зависимости модуля Юнга ( $E$ ) литого молибдена от температуры.

Вероятность  $P = 0,90$ .

- (1) Температура  $T = 293,0 \text{ К}$   
Модуль Юнга ( $\text{Па} \times 10^{-11}$ )  $E = 3,22; 3,10; 3,34$

- (2) Температура  $T = 770,0 \text{ K}$   
 Модуль Юнга ( $\text{Па} \times 10^{-11}$ )  $E = 3,01; 2,90; 3,12; 2,85; 2,80; 3,15$
- (3) Температура  $T = 1700,0 \text{ K}$   
 Модуль Юнга ( $\text{Па} \times 10^{-11}$ )  $E = 2,47; 2,40; 2,45; 2,35; 2,56; 2,50; 2,36; 2,31; 5,32; 2,25; 2,61; 2,55; 2,37; 2,29; 2,47$
- (4) Температура  $T = 2570,0 \text{ K}$   
 Модуль Юнга ( $\text{Па} \times 10^{-11}$ )  $E = 1,84; 1,80; 1,76; 1,56; 2,02; 1,70; 1,95;$

### Вариант 7

Протокол измерений зависимости термо-ЭДС ( $E$ ) термопары ХРОМЕЛЬ-АЛЮМЕЛЬ от температуры.

Вероятность  $P = 0,95$ .

- (1) Температура  $T = 100,0^\circ\text{C}$   
 Термо-ЭДС (мВ) = 4,095; 4,080; 4,086; 4,090; 4,098; 4,760; 5,006; 5,506; 4,076; 4,099; 4,180; 4,105; 4,110; 4,096; 4,086
- (2) Температура  $T = 200,0^\circ\text{C}$   
 Термо-ЭДС (мВ) = 8,137; 8,288; 8,005
- (3) Температура  $T = 400,0^\circ\text{C}$   
 Термо-ЭДС (мВ) = 16,395; 16,476; 16,208; 16,196; 16,450
- (4) Температура  $T = 600,0^\circ\text{C}$   
 Термо-ЭДС (мВ) = 24,902; 24,788; 25,163; 23,980; 24,568; 24,346; 24,24; 24,78

### Вариант 8

Зависимость количества адсорбированного при нормальных условиях криптона ( $a$ ) на древесном угле при  $193,5 \text{ K}$  от величины равновесного давления ( $P$ ).

Вероятность  $P = 0,99$ .

- (1) Равновесное давление, кПа,  $P = 0,326$   
 Количество адсорбированного криптона,  $10^{-3} \times \text{кг}/\text{м}^3 = 5,98; 6,14; 5,88$
- (2) Равновесное давление, кПа,  $P = 0,692$   
 Количество адсорбированного криптона,  $10^{-3} \times \text{кг}/\text{м}^3 = 10,10; 10,87; 11,34; 10,02; 9,86$
- (3) Равновесное давление, кПа,  $P = 1,702$   
 Количество адсорбированного криптона,  $10^{-3} \times \text{кг}/\text{м}^3 = 18,05; 18,10; 18,92; 17,78; 18,56; 18,43; 18,31$
- (4) Равновесное давление, кПа,  $P = 2,141$   
 Количество адсорбированного криптона,  $10^{-3} \times \text{кг}/\text{м}^3 = 21,10; 21,05; 21,15; 21,22; 21,00; 19,98; 21,25; 21,08; 21,04; 21,17; 21,22; 21,32; 21,23; 21,09$

### Вариант 9

Протокол измерений зависимости термо-ЭДС ( $E$ ) термопары ХРОМЕЛЬ-КОПЕЛЬ от температуры.

Вероятность  $P = 0,99$ .

- (1) Температура  $T = 100^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 6,317; 6,420; 6,202
- (2) Температура  $T = 200^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 13,419; 13,645; 13,234; 13,146; 13,580
- (3) Температура  $T = 400^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 28,943; 28,908; 28,930; 28,890; 29,012; 29,008;  
30,012; 28,940; 28,860; 28,940; 28,854; 28,880; 28,990; 29,002; 29,023
- (4) Температура  $T = 600^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 45,085; 45,080; 45,156; 44,908; 44,890; 45,198; 45,169

### Вариант 10

Протокол измерений зависимости парциального давления паров метанола ( $p_2$ ) в системе вода – метанол от мольной доли метанола ( $X_2$ ).

Вероятность  $P = 0,95$ .

- (1) Мольная доля ( $X_2 \times 10^2$ ) = 5,4  
Парциальное давление (мм рт.ст.)  $p_2 = 9,0; 9,5; 8,8; 8,9; 9,6$
- (2) Мольная доля ( $X_2 \times 10^2$ ) = 15,4  
Парциальное давление (мм рт.ст.)  $p_2 = 26,0; 28,4; 25,2$
- (3) Мольная доля ( $X_2 \times 10^2$ ) = 35,4  
Парциальное давление (мм рт.ст.)  $p_2 = 55,4; 56,6; 54,4; 53,9; 54,9; 55,2;$   
 $55,8; 54,8$
- (4) Мольная доля ( $X_2 \times 10^2$ ) = 55,1  
Парциальное давление (мм рт.ст.)  $p_2 = 76,5; 77,6; 76,0; 76,3; 76,8; 77,0;$   
 $77,2; 76,7; 76,8; 80,2; 76,5; 76,1; 76,6; 76,4; 76,9$

### Вариант 11

Протокол измерений зависимости термо-ЭДС ( $E$ ) термопары ПЛАТИНА-30%РОДИЙ/ПЛАТИНА-6%РОДИЙ (ПР30/6) от температуры.

Вероятность  $P = 0,80$ .

- (1) Температура  $T = 100^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 0,033; 0,040; 0,031
- (2) Температура  $T = 300^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 0,431; 0,445; 0,412; 0,450; 0,430
- (3) Температура  $T = 700^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 2,430; 2,450; 2,413; 2,330; 2,250; 2,435; 2,440
- (4) Температура  $T = 1100^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 5,777; 5,578; 5,700; 5,720; 5,610; 5,805; 5,707; 5,870;  
5,820; 5,686; 6,357; 5,768; 5,912; 5,757; 5,759

### Вариант 12

Протокол измерений зависимости удельного сопротивления ( $\rho$ ) стали 22К от температуры.

Вероятность  $P = 0,99$ .

- (1) Температура  $T = 100,0$  °C  
Удельное сопротивление ( $\times 10^8$  Ом\*м)  $\rho = 21,9; 22,5; 20,9$
- (2) Температура  $T = 300,0$  °C  
Удельное сопротивление ( $10^8$  Ом\*м)  $\rho = 38,1; 38,4; 37,9; 38,5; 38,2; 38,5; 38,2; 38,6; 38,3; 37,8; 40,3; 38,2; 38,1; 38,4; 38,3$
- (3) Температура  $T = 700,0$  °C  
Удельное сопротивление ( $10^8$  Ом\*м)  $\rho = 92,5; 92,0; 92,8; 92,9; 91,9$
- (4) Температура  $T = 1100,0$  °C  
Удельное сопротивление ( $10^8$  Ом\*м)  $\rho = 119,4; 118,0; 119,9; 120,4; 119,0; 119,3; 120,5$

### Вариант 13

Протокол измерений зависимости термо-ЭДС ( $E$ ) термопары ВОЛЬФРАМ-РЕНИЙ 5% / ВОЛЬФРАМ-РЕНИЙ 20% (ВР 5/20) от температуры.

Вероятность  $P = 0,90$ .

- (1) Температура  $T = 100$ °C  
Термо-ЭДС (мВ) = 1,33; 1,55; 1,30
- (2) Температура  $T = 400$ °C  
Термо-ЭДС (мВ) = 6,21; 6,02; 6,45; 6,68; 6,15
- (3) Температура  $T = 1000$ °C  
Термо-ЭДС (мВ) = 16,14; 16,45; 16,54; 16,00; 15,84; 16,20; 16,34
- (4) Температура  $T = 1600$ °C  
Термо-ЭДС (мВ) = 24,59; 24,50; 24,45; 24,68; 24,80; 24,76; 24,48; 24,60; 24,40; 24,38; 24,65; 26,35; 24,59; 24,62; 24,48

### Вариант 14

Протокол измерения зависимости предела прочности ( $\sigma_b$ ) стали 40Х, закалённой при 840°С и отпущенной при 550°С в течении 3-х часов (охлаждение в масле) от температуры (пруток  $\varnothing 28 - 55$  мм, продольные образцы).

Вероятность  $P = 0,80$ .

- (1) Температура  $T = 20$ °C  
Предел прочности (МПа)  $\sigma_b = 940; 935; 950$
- (2) Температура  $T = 200$ °C  
Предел прочности (МПа)  $\sigma_b = 895; 880; 890; 900; 885$
- (3) Температура  $T = 400$ °C  
Предел прочности (МПа)  $\sigma_b = 710; 700; 690; 730; 735; 715; 705$
- (4) Температура  $T = 600$ °C  
Предел прочности (МПа)  $\sigma_b = 500; 495; 505; 510; 500; 515; 495; 490; 510; 505; 495; 490; 600; 515; 500$

### Вариант 15

Протокол измерения зависимости ударной вязкости (КСУ) стали 30Х13, подвергнутой закалке с 1000°С в масле и отпуску при 600°С (охлаждение на воздухе) от температуры.

Вероятность  $P = 0,99$ .

- (1) Температура  $T = 20^{\circ}\text{C}$   
Ударная вязкость ( $\text{кДж/м}^2$ ) КСУ = 550; 560; 545
- (2) Температура  $T = 200^{\circ}\text{C}$   
Ударная вязкость ( $\text{кДж/м}^2$ ) КСУ = 1300; 1320; 1340; 1280; 1290
- (3) Температура  $T = 400^{\circ}\text{C}$   
Ударная вязкость ( $\text{кДж/м}^2$ ) КСУ = 1600; 1620; 1635; 1590; 1595; 1610; 1640
- (4) Температура  $T = 600^{\circ}\text{C}$   
Ударная вязкость ( $\text{кДж/м}^2$ ) КСУ = 1595; 1590; 1620; 1600; 1620; 1635; 1590; 1595; 1610; 1600; 1800; 1605; 1595; 1600; 1615

### Пример решения задания

**Дано:**

Протокол измерения зависимости термо-ЭДС ( $E$ ) термопары ХРОМЕЛЬ–КОНСТАНТАН (Х-Кн) от температуры.

Вероятность  $P = 0,90$ .

- (1) Температура  $T = 50^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 3,23; 3,27; 3,25
- (2) Температура  $T = 300^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 21,12; 21,18; 22,10; 21,18; 21,14
- (3) Температура  $T = 500^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 36,99; 37,00; 36,98; 36,99; 37,00; 36,99; 37,01
- (4) Температура  $T = 900^{\circ}\text{C}$   
Термо-ЭДС (мВ) = 68,78; 68,78; 68,76; 68,77; 68,80; 68,85; 68,78; 68,77; 68,80; 68,80; 68,78; 68,77; 68,78; 68,78; 68,77; 68,78

**Решение:**

В качестве примера рассмотрим обработку результатов измерения для температуры  $T = 900^{\circ}\text{C}$ . По формуле (1.9) находим среднее арифметическое значение термо-ЭДС:

$$\bar{x}_i = \sum x_i / n = 68,78 \text{ мВ,}$$

где  $x_i$  – действительные значения из протокола,  $n = 16$  – количество измерений.

По формуле (1.10) определяем среднее квадратичное отклонение единичного измерения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} (x_i - 68,78)^2}{15}} = 0,021$$

Следовательно, предельная ошибка измерения, равная приблизительно  $3\sigma$ , составляет  $\Delta \text{lim} \approx 3\sigma \approx 0,063 \text{ мВ}$ . Значение 68,85 отличается от среднего более, чем на 0,063. Следовательно, это значение есть «промах» и его надо

исключить из рассмотрения. Исправленное среднее значение термо-ЭДС (после исключения значения 68,85) равно:

$$\bar{x}_i = \sum x_i / n \approx 68,78 \text{ мВ}$$

Средняя квадратичная ошибка среднего арифметического значения равна (по формуле (1.13а)):

$$\sigma_{\bar{x}_i} = \sigma / \sqrt{n-1}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} (\bar{x}_i - 68,78)^2}{14 * 15}} \approx 0,003$$

Доверительный интервал равен ( $t = 1,76$  при  $P = 0,90$  по табл. 5):

$$\bar{x}_i = 68,78 \pm 0,003 * 1,76 = 68,78 \pm 0,005 \text{ мВ}$$

Аналогичным образом обрабатываются данные, полученные для других температур (см. табл. 10) с проверкой на «критерий трёх сигм».

Таблица 11 Зависимость термо-ЭДС от температуры.

Температура, °С	50	300	500	900
Среднее арифметическое значение термо-ЭДС и доверительный интервал, мВ	3,25±0,034	21,14±0,037	37,00±0,010	68,78±0,005

Затем по этим данным строится сглаженная графическая зависимость термо-ЭДС от температуры (рисунок 23), на которой указываются точки (средние арифметические значения  $\bar{x}_i$  по расчету) и доверительный интервал. В данном случае доверительный интервал меньше размера точки на графике, поэтому он не обозначается.



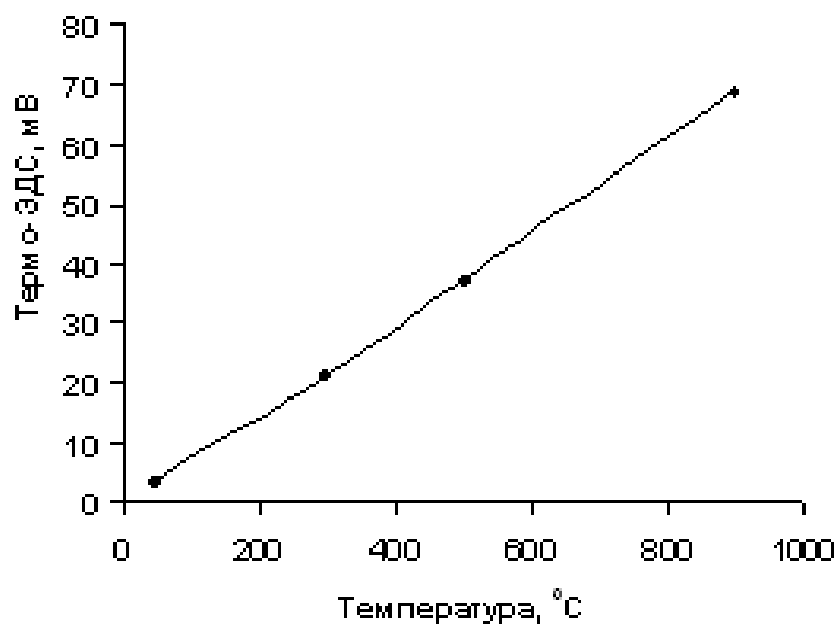


Рисунок 23 – График зависимости термо-ЭДС от температуры

## 2. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

При выполнении второй части курсовой работы необходимо ответить на два теоретических вопроса, решить задание по расчету посадки по отклонениям, выполнить условные эскизы соединения и составляющих деталей. На эскизе соединения указать рассчитанную посадку. На эскизах деталей соединения (вал и втулка) обозначить поля допусков вала и отверстия по указанной посадке, а также допуски формы поверхностей (допуск круглости и профиля продольного сечения; относительную геометрическую точность формы считать нормальной т.е. А) и допуск расположения (торцевое биение; использовать 7-ю или 8-ю степень точности) по ГОСТ 24643-81.

- Вариант 1**
1. Основные положения и цели стандартизации.
  2. Содержание и процедуры разработки стандарта предприятия.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 6 \frac{H7(+0015)}{h6_{-0,008}^{+0015}}$

- Вариант 2**
1. Документы в области стандартизации. Виды стандартов.
  2. Правила построения и изложения технических требований в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 10 \frac{H7(+0015)}{h6_{-0,008}^{+0015}}$

- Вариант 3**
1. Принципы стандартизации.
  2. Правила построения и изложения требований безопасности в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 18 \frac{H7(+0,012)}{js6(+0,023)}$

**Вариант 4** 1. Организация работ по стандартизации в РФ.  
2. Правила построения и изложения требований охраны окружающей среды в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 18 \frac{H7(+0,012)}{js6(+0,018)}$

**Вариант 5** 1. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов.  
2. Правила построения и изложения раздела «Правила приемки» в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям  $\varnothing 6 \frac{H7(+0,012)}{js6(\pm 0,004)}$ .

**Вариант 6** 1. Стандартизация в области взаимозаменяемости. Понятия о допусках и посадках.  
2. Правила построения и изложения методов контроля в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 10 \frac{H7(+0,015)}{js6(+0,004)}$

**Вариант 7** 1. Единая система нормирования и стандартизации погрешностей формы и расположения поверхностей.  
2. Правила построения и изложения раздела «Хранение и транспортировка» в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 18 \frac{H7(+0,012)}{js6(+0,013)}$

**Вариант 8** 1. Единая система допусков и посадок ЕСДП.  
2. Правила построения и изложения раздела «Указания по эксплуатации» в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 18 \frac{H7(+0,018)}{js6(+0,005)}$

**Вариант 9** 1. Размерные цепи. Классификация. Прямые и обратные задачи.  
2. Правила построения и изложения раздела «Гарантии изготовления» в проекте ТУ.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 50 \frac{H7(+0,025)}{js6(+0,017)}$

**Вариант 10** 1. Международные организации по стандартизации. Цели организация, функция.

2. Система нормирования шероховатости поверхности

3. Рассчитать по отклонениям  $\varnothing 50 \frac{H7(+0,025)}{js6(\pm 0,008)}$ .

**Вариант 11** 1. Порядок разработки государственных стандартов.  
2. Основные принципы технического регулирования. Технический регламент.

3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 50 \frac{H7(+0,02)}{k6^{+0,025}_{+0,009}}$
- Вариант 12**
1. Международная система стандартизации ИСО.
  2. Согласование и утверждение технических условий на предприятиях.
  3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 50 \frac{H7(+0,02)}{k6^{+0,018}_{+0,002}}$
- Вариант 13**
1. Понятие качества продукции, процесса, услуги. Квалификационные группы показателей качества.
  2. Содержание раздела «Характеристика исходного сырья, материалов, реагентов, катализаторов, полуфабрикатов, комплектующих деталей» в проекте технического регламента (на примере конкретного предприятия).
  3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 120 \frac{H7(+0,035)}{k6^{+0,025}_{+0,003}}$
- Вариант 14**
1. Система управления качеством продукции на Вашем предприятии.
  2. Содержание раздела «Нормы технического режима» в проекте регламента на продукцию.
  3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 180 \frac{H7(+0,040)}{k6^{+0,028}_{+0,003}}$
- Вариант 15**
1. Принципы системы управления качеством (ИСО 9004).
  2. Содержание раздела «Взрывопожарные, токсические свойства сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства» в техническом регламенте на продукцию.
  3. Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 80 \frac{H7(+0,03)}{k6^{+0,038}_{+0,020}}$

### Пример решения задания на расчет посадки

**Дано:**

Рассчитать по отклонениям посадку  $\varnothing 30 \frac{H7(+0,02)}{k6^{+0,015}_{+0,002}}$ .

**Решение:**

Результаты расчетов для удобства расположим в определенной последовательности в табл. 11 (размеры в мм).

Таблица 11 Пример расчета посадки

	Отверстие	Вал
	Номинальный размер соединения $d_{н.с} = 30\text{мм}$ соответствует ряду номинальных размеров $R_a 40$	
Верхнее отклонение	$ES = +0,021$	$es = +0,015$
Нижнее отклонение	$EI = 0$	$ei = +0,002$
Наибольшие предельные размеры	$D_{\max} = 30,021$	$d_{\max} = 30,015$
Наименьшие предельные размеры	$D_{\min} = 30,000$	$d_{\min} = 30,002$
Допуски	$T_D = 0,021$	$T_d = 0,013$
Наибольший зазор	$S_{\max} = ES - ei = +0,019$	
Наименьший зазор	$S_{\min} = EI - es = -0,015$ или $N_{\max} = es - EI = +0,015$	
Средний зазор	$S_c = (S_{\max} + S_{\min})/2 = 0,002$ или $N_c = -0,002$	
Допуск посадки	$T_S = T_D + T_d = S_{\max} - S_{\min} = 0,034$	
Вероятностные предельные зазоры	$S_{\max}^{вер} = S_c \pm 0,5\sqrt{T_D^2 + T_d^2} =$ $0,002 \pm 0,5\sqrt{0,021^2 + 0,013^2} \approx_{-0,023}^{0,027}$	

Полученная посадка относится к переходным посадкам, которые применяют в неподвижных разъемных соединениях (шестерни-валы, муфты-валы и др.) с целью центрирования.

### Пояснение к эскизам деталей

Рабочий чертёж детали должен содержать всё необходимое для её изготовления и контроля:

- Размеры и их предельные отклонения (поля допусков);

- Допуски формы ТФ точных поверхностей;
- Допуски расположения поверхностей;
- Требования к шероховатости ( $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{max}$ ,  $S$ ,  $S_m$ ,  $t_p$ );
- Данные о материале детали, термообработке, отделке (при необходимости) и др.

## 1. ЭСКИЗ ВАЛА

Допуски круглости ТФК и формы профиля продольного сечения ТФР при относительной геометрической точности А принимают

равными  $\leq 0,3 T$ , где  $T$  – допуск для поля допуска  $\varnothing 30 \text{ н}6 \begin{matrix} (+0,015) \\ (+0,002) \end{matrix}$  по ГОСТ 25347-82.

$$T = es - ei = 0,015 - (+ 0,002) = 0,013$$

Следовательно,  $\text{ТФК} = \text{ТФР} \approx 0,3 \times T = 0,3 \times 0,013 = 0,0043 = 4,3 \text{ мкм}$ .

Округляем до ближайшего значения по ГОСТ 24643-81, т.е.

$$\text{ТФК} = \text{ТФР} = 0,004.$$

Торцевое биение ТСА принимаем по ГОСТ 246431-81 (7-ая степень точности).  $\text{ТСА} = 0,02$

Шероховатость поверхности (параметр  $R_a$ ) по ГОСТ 2789-73 для соединений относительной геометрической точности А принимают:

$R_a \leq T/20$ , где  $T$  – допуск размера  $\varnothing 30$ ,  $T = 0,013$ ; следовательно  $R_a \leq 0,013/20 = 0,00065 = 0,65 \text{ мкм}$ . Округляя до предпочтительного размера, получаем  $R_a = 0,8$ . Для остальных поверхностей принимаем  $R_a = 12,5 \text{ мкм}$ .

Отклонения линейных и угловых размеров (свободных) с неуказанными допусками принимаем по классу точности  $m$ , допуски формы и расположения поверхностей, не указанных индивидуально, принимаем по классу точности  $K$  по ГОСТ 30893.2-2002. На чертеже указываем ГОСТ 30893.2 –  $mK$ . Размер  $D1$  принимаем равным диаметру соединения плюс 15 – 20 мкм.

## 2. ЭСКИЗ ВТУЛКИ

Допуски круглости ТФК и формы профиля продольного сечения ТФР при относительной геометрической точности А принимают равными  $\leq 0,3T$ , где  $T$  – допуск для поля допусков отверстия  $\varnothing 30\text{H}7 (+0,021)$  по ГОСТ25347-82.

$$T = ES - EI = +0,021 - 0 = 0,021$$

Следовательно,  $\text{ТФК} = \text{ТФР} = 0,3 \times 0,021 = 0,0063 = 6,3 \text{ мкм}$ . Округляем до ближайшего значения по ГОСТ 24643-81, т.е.  $\text{ТФК} = \text{ТФР} = 0,006$ .

Торцевое биение ТСА принимаем по ГОСТ 24643-81 (8-ая степень точности)  $\text{ТСА} = 0,03$ .

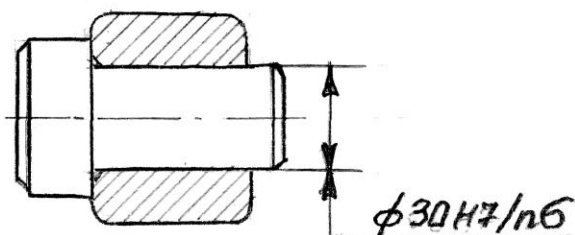
Шероховатость поверхности (параметр  $R_a$ ) по ГОСТ 2789-73 для соединений относительной геометрической точности А принимают:

$R_a \leq T/20$ , где  $T$  – допуск размера  $\text{Ø}30\text{H}7$ ,  $T = 0,021$ . Следовательно,  
 $R_a \leq 0,021/20 \approx 0,001$ . Округляя (обычно в большую сторону) до предпочтительного значения, получим  $R_a = 1,6$  мкм. Для остальных поверхностей –  $R_a = 12,5$  мкм.

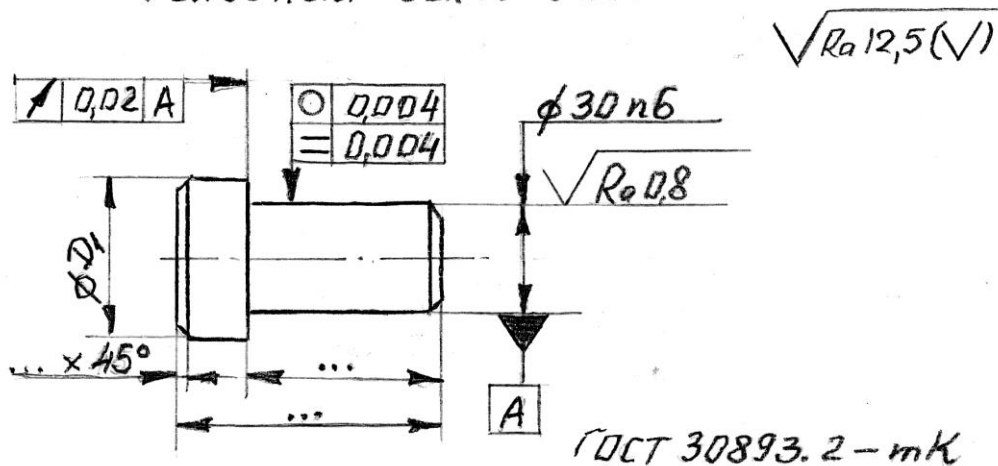
Отклонение линейных и угловых размеров (свободных) с неуказанными допусками, а также допуски формы и расположения, неуказанные индивидуально, принимаем по ГОСТ 30893.2 –  $mK$ , где  $m$  – допуск линейных и угловых размеров;  $K$  – допуск формы и расположения поверхностей.

Размер  $D2$  принимаем равным диаметру соединения плюс 30 – 50 мкм.

## Условный эскиз соединения



## Условный эскиз вала



## Условный эскиз втулки

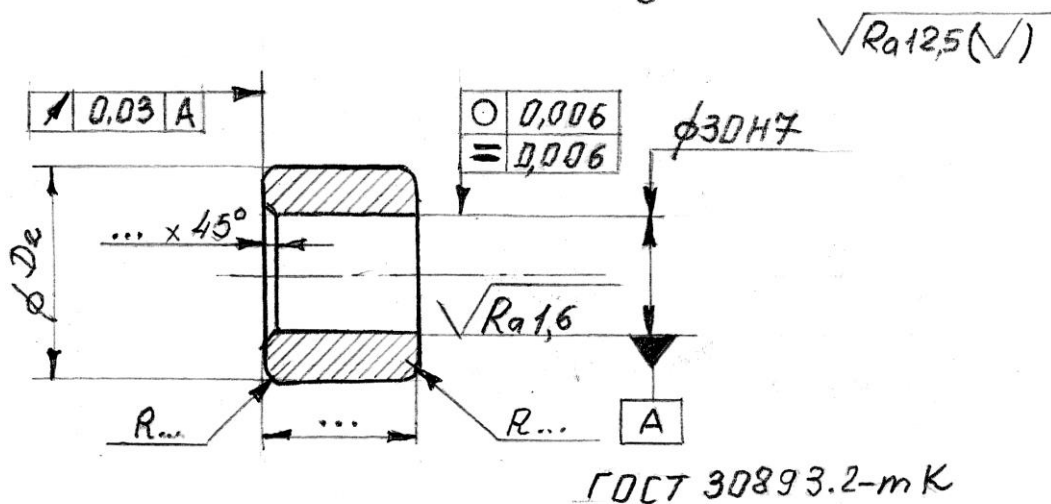


Рисунок 24 – Образец выполнения эскизов к заданию 2 курсовой работы

## Список литературы

### основная литература:

1. Абиев, Р.Ш Основы квалиметрии в химической технике и технологии: учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Менделеев», 2007. – 213 с.
2. Борисов, Ю.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов / Ю.И. Борисов, А.С. Сигов; – М.: Форум: ИНФРА – М., 2007. – 300 с.
3. Гугелев А.В. Стандартизация, метрология и сертификация: конспект лекций / А.В. Гугелев; – М.: Высшее образование, 2007. – 210 с.
4. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник /И.М. Лифиц – М.: Юрайт – Издат, 2007. – 399 с.
5. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник /И.М. Лифиц – М.: Юрайт; Высшее образование, 2009. – 315 с.
6. Электронные справочные нормативные системы NormaCS, «Консультант Плюс», «Гарант Плюс».
7. Информационно-поисковые системы Интернет: Яндекс, Google, Rambler, Yahoo. В частности, система Яндекс имеет раздел «Картинки» (<http://images.yandex.ru/>), где можно найти примеры сертификатов.
8. «Общероссийский классификатор продукции», см. например <http://nalog.consultant.ru/doc45625.html>.
9. ГОСТ 2.114-95 с изм.1. Единая система конструкторской документации. Технические условия.
10. Борисов, Ю.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Ю.И. Борисов [и др.] – М.: Форум: ИНФРА-М, 2007. – 210 с.
11. Авдеев, Б.Я., Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Б.Я. Авдеев, В.В. Алексеев, Е.М. Антонюк – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 315 с.
12. Коды ТН ВЭД можно найти, например, на сайте [http://www.startt.ru/info/tn\\_ved/](http://www.startt.ru/info/tn_ved/)
13. Цырендожнева, С.В., Дрыгина В.В.. Организация процессов сертификации. / С.В.Цырендожнева, В.В. Дрыгина; - Изд-во ВСГТУ, Улан-Уде, 2007. – 213 с.

### справочная литература :

14. Батунер, Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике. 6-е изд. / Л.М. Батунер, М.Е. Позин – Л.: Изд-во «Химия», 1971. – 824 с.
15. Корн, Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн. - М.: «Наука», 1974, - 832 с.
16. Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 720 с.
17. Никифоров, А.Д., Бакиев Т.А. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / А.Д. Никифоров, Т.А. Бакиев – 3-е изд.– М.:



Высшая школа, 2005. – 422 с.

18. Палей, М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки: Справочник: в 2 ч / М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский; – 8-е изд. – СПб.: Политехника, 2001. – ч.1 – 576 с., ч. 2 – 608 с.

19. Романов, А.Б. Допуски изделий и средства измерений: справочник для учащихся ПТУ, техникумов и молодых рабочих / А.Б. Романов – СПб.: Политехника, 2003. – 291 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Справочное**  
**Образец оформления титульного листа ТУ**

Наименование организации, разработавшей технические условия  
ОКП..... Группа .....

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
\_\_\_\_\_ (фамилия, имя)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

(Наименование изделия)  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**  
ТУ2313-159-.....2001

Литера.....  
Вводятся впервые

Дата введения \_\_\_\_\_  
Листов: 17

СОГЛАСОВАНО

Директор инженерного центра  
.....

Центр государственного  
санитарно-эпидемиологического  
надзора в г.Санкт-Петербурге  
стандартизации.....

Ведущий испытательной  
лаборатории.....  
Ведущий инженер по

Санитарно-эпидемиологическое  
заключение №.....

Зарегистрирован КЛП  
ТЕСТ — С.-Петербург

№.....от.....  
20

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Справочное**  
**Образец оформления титульного листа ТР**

Наименование организации, разработавшей регламент

УТВЕРЖДАЮ  
Главный инженер  
(технический директор) предприятия  
\_\_\_\_\_ (фамилия, имя)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ**  
(наименование производственного процесса, объекта предприятия)

Главный технолог  
(начальник технического отдела) предприятия  
\_\_\_\_\_ (фамилия, имя)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Руководитель службы охраны труда  
\_\_\_\_\_ (фамилия, имя)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Руководители технических служб  
\_\_\_\_\_ (фамилия, имя)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Индекс регламента  
Срок действия  
2014

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**Справочное**  
**Образец санитарно-эпидемиологического заключения**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ  
В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт-Петербургу

(наименование территориального органа)

**САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

№ 78.01.06.241.П.004483.09.06 ОТ 12.09.2006 г.

Настоящим санитарно-эпидемиологическим заключением удостоверяется, что продукция:  
Пенообразователь ПО-ТЕРМ-Ф (опытная партия)

изготовленная в соответствии  
ТУ 2412-033-47935838-2006, пояснительная записка к ТУ, выписка из временного технологического регламента, паспорт, основные показатели качества, сертификат соответствия Госстандарта России

**СООТВЕТСТВУЕТ** ~~(НЕ СООТВЕТСТВУЕТ)~~ санитарным правилам  
(ненужное зачеркнуть, указать полное наименование государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов):

ГН 2.2.5.1313-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны",  
ГН 2.1.6.1338-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест", МУ № 2102-79 "Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнения кожи", МУ 2196-80, ГОСТ 12.1.007-76

Организация-изготовитель  
ООО "Научный Инновационный Центр Строительства и Пожарной Безопасности" (ООО "НИЦ С и ПБ"),  
193036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 29, пом. 12-Н (Российская Федерация)

Получатель санитарно-эпидемиологического заключения  
ООО "Научный Инновационный Центр Строительства и Пожарной Безопасности" (ООО "НИЦ С и ПБ"),  
193036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 29, пом. 12-Н (Российская Федерация)

Основанием для признания продукции, соответствующей ~~(не соответствующей)~~ санитарным правилам, являются (перечислить рассмотренные протоколы исследований, наименование учреждения, проводившего исследования, другие рассмотренные документы):

АИЛЦ ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург", прот. № 4433/3243 от 23.08.2006 г., № 4449/3219 от 01.09.2006 г. Экспертное заключение ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург" № 78.01.09.241.П.5878 от 06.09.2006 г. Санитарно-эпидемиологическое заключение на компонент "М" № 77.01.03.249.П.22218.10.4 от 19.10.04

№ 0768030

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**Справочное**  
**Образец сертификата пожарной безопасности**

  
**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**  
**СЕРТИФИКАТ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

№ ССПБ. RU. УП001.В06082

Зарегистрирован в государственном реестре  
Системы сертификации в области пожарной  
безопасности 08.05.2007 Действителен до 07.05.2010

Настоящий сертификат удостоверяет, что идентифицированный надлежащим образом образец

**Пенообразователь для тушения пожаров «ПО-ТЕРМ-Ф»** **24 1279**  
**по ТУ 2412-033-47935838-2006 с изм. 1** код ОКП  
продукция -----  
код ТН ВЭД

соответствует требованиям пожарной безопасности, установленным в:  
**ГОСТ Р 50588-93** (за исключением п.3. табл. разд. 2)  
НД

**при обязательной сертификации**

Сертификат распространяется на **серийный выпуск**  
серийный выпуск, партия, единичное изделие

Сертификат выдан **ООО «НИЦ СПб»**  
Код ОКПО 47935838.  
**193036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 29, пом. 12-Н,**  
**(фактический адрес: 191024, Санкт-Петербург, ул. 5-я Советская, 45).**  
**Тел./факс (812) 710-39-30, 710-39-32, 710-39-33**  
реквизиты предприятия, организации, адрес

Изготовитель **ООО «НИЦ СПб»**  
Код ОКПО 47935838.  
**193036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 29, пом. 12-Н,**  
**(производство по адресу: 199106, Санкт-Петербург, Кожевенная линия, д.34, кор. 12).**  
**Тел./факс (812) 710-39-30, 710-39-32, 710-39-33**  
реквизиты предприятия, организации, адрес



№ 0211159

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**Справочное**  
**Образец сертификата соответствия**

**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р**  
**ГОССТАНДАРТ РОССИИ**



## СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.ББ02.Н03496

Срок действия с 26.02.2007 по 25.02.2010

0629647

**ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ № РОСС RU.0001.11ББ02**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ МЧС РОССИИ» (ОС «ПОЖТЕСТ»)**

мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903. Тел./факс (495) 529-85-61

**ПРОДУКЦИЯ**

Воздуховод огнестойкий с комплексной теплоогнезащитой «Полигерм-В» по технологическому регламенту № 1026 ООО «НИЦ С и ПБ» в соответствии с ТУ 4863-195-04612941-99

предел огнестойкости:

при толщине покрытия (50±5) мм - 2,0 часа (EI 120);

при толщине покрытия (80±5) мм - 3,0 часа (EI 180)

серийный выпуск

КОД ОК 005 (ОКП):

48 6367

**СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

СНиП 41-01-2003 (п.п. 7.11.3, 7.11.4, 7.11.7÷7.11.12, 7.11.15, 8.10, 8.16), НПБ 239-97

КОД ТН ВЭД:

-----

**ИЗГОТОВИТЕЛЬ**

ООО «Научный Инновационный Центр Строительства и Пожарной Безопасности» (НИЦ СиПБ)

Код ОКПО 47935838. 193036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 29, пом. 12-Н.

Тел./факс (812) 234-20-47, факс (812) 234-17-37

**СЕРТИФИКАТ ВЫДАН**

ООО «Научный Инновационный Центр Строительства и Пожарной Безопасности» (НИЦ СиПБ)

Код ОКПО 47935838. 193036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 29, пом. 12-Н.

Тел./факс (812) 234-20-47, факс (812) 234-17-37

**НА ОСНОВАНИИ**

Отчет об испытаниях № 3998 от 19.05.2003, № 7111 от 19.02.2007

ИЦ ФГУ ВНИИПО МЧС России, № РОСС RU.0001.21ББ08 от 09.03.2006

Акт о результатах анализа состояния производства № 7825, 7826 от 04.09.2006

ОС «ПОЖТЕСТ», № РОСС RU.0001.11ББ02 от 18.01.2006

Сертификат пожарной безопасности № ССПБ. RU. УП001.В05975 от 26.02.2007 до 25.02.2010

ОС «ПОЖТЕСТ» ФГУ ВНИИПО МЧС России, № ССПБ. RU.УП.001 от 24.02.2005

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Схема сертификации За



Руководитель органа

подпись

**Н.П. Копылов**

инициалы, фамилия

Эксперт

подпись

**И.А. Ежов**

инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Основы метрологии.....	4
1.1 Задачи и основные понятия метрологии.....	4
1.2 Государственная система обеспечения единства измерений ГСИ.....	5
1.3 Измерение физических величин.....	9
1.4 Средства и методы измерений.....	24
1.5 Погрешности измерений.....	27
2 Стандартизация.....	33
2.1 Цели и содержание стандартизации.....	33
2.2 Государственная система стандартизации (ГСС).....	35
2.3 Принципы и методы стандартизации.....	39
2.4 Стандартизация в области взаимозаменяемости.....	41
2.5 Международные организации по стандартизации.....	79
3 Управление качеством продукции.....	81
4 Основы сертификации.....	84
4.1 Сущность и содержание сертификации.....	84
4.2 Обязательная и добровольная сертификация.....	85
4.3 Система сертификации, правила и порядок сертификации.....	86
4.4 Схемы сертификации.....	87
4.5 Основы сертификационных испытаний.....	87
4.6 Обеспечение качества сертификации.....	88
5 Процедура проведения поверки измерительных средств на предприятиях.....	89
6 Содержание и процедуры разработки стандарта предприятия (СТП)...	90
7 Содержание и процедуры разработки технических условий (ТУ) на продукцию.....	94
7.1 Общие положения .....	94
7.2 Правила построения и изложения ТУ .....	95
7.3 Согласование и утверждение технических условий.....	104
8 Содержание и процедуры разработки технического регламента на продукцию.....	105
9 Проведение сертификации на предприятиях.....	107
10 Контрольные задания.....	116
10.1 Контрольная работа, раздел «Сертификация».....	116
10.2 Курсовая работа. Задание № 1 «Метрология» .....	121
10.3 Курсовая работа. Задание № 2 «Стандартизация и управление качеством .....	129
Список литературы.....	136
Приложение А Образец оформления титульного ТУ .....	138
Приложение Б Образец оформления титульного листа ТР .....	139
Приложение В Образец санитарно-эпидемиологического заключения ...	140
Приложение Г Образец сертификата пожарной безопасности .....	141
Приложение Д Образец сертификата соответствия .....	142